



1838

ФИЛОЗОФСКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Одељење за археологију



Марко Порчић

ПАЛЕОДЕМОГРАФИЈА

критички преглед теорије,
метода и истраживања

BIO
ARCH
LAB.ORG

ЛАБОРАТОРИЈА ЗА
БИОАРХЕОЛОГИЈУ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Марко Порчић

**Палеодемографија: критички преглед теорије,
метода и истраживања**

Марко Порчић

Палеодемографија: критички преглед теорије, метода и истраживања

Прво издање, Београд 2016.

Издавач

Филозофски факултет, Лабораторија за биоархеологију, Универзитет у Београду

Чика Љубина 18-20, Београд 11000, Србија

www.bioarchlab.org

Рецензенти

Проф. др Александар Палавестра

Проф. др Предраг Новаковић

Проф. др Михаел Будја

За издавача

Проф. др Софија Стефановић

Управник Лабораторије за биоархеологију

Ликовно-графичка опрема

Дамир Влајнић

Лектура и коректура

Ивана Косановић

Припрема за штампу

Рајко Симић

Штампа

Neopress design&print

Тираж

100

ISBN

978-86-6427-031-1

Књига је штампана средствима Европског истраживачког савета (број. уговора 640557).

Садржај

Предговор	7
Поглавље 1: Фундаменталне теорије о популационој динамици у друштвеним наукама	11
Увод	11
Малтусова теорија популационе динамике	12
Историјски контекст и значај	12
Постулати Малтусове теорије популације и њихове друштвено-економске импликације	13
Теорија популације и технолошког развоја Естер Босеруп	16
Историјски контекст	16
Основне идеје	17
Теорија пољопривредне интензификације	18
Интензификација, технологија, рад и друштвени односи	19
Покушај синтезе: Малтус–Босеруп теорија популације	19
Вудова формулација Малтусове теорије	20
Увођење босерупијанске компоненте у модел – Малтус–Босеруп теорија	25
Поглавље 2: Значај демографских димензија у антрополошкој и археолошкој теорији	28
Демографија и културно-историјска археологија	28
Миграције	28
Демографски аспекти процеса културне дифузије у културно-историјској археологији	29
Неоеволуционизам, културна екологија и процесна археологија – успон археолошке демографије	30
Величина популације и друштвена комплексност	30
Величина популације и културна екологија	34
Демографија као кључна димензија – еволуционистичка теорија културе и еволуционистичка археологија	36
Теорија двојног наслеђивања (коеволуције гена и културе), теорија културне трансмисије и еволуционистичка археологија	36
Величина популације и технолошка комплексност	39
Величина популације и културна трансмисија формалних атрибута материјалне културе	45
Демографија у археолошкој теорији – завршне напомене	48
Поглавље 3: Основни демографски концепти и методи	50
Популацијаи атрибути популације	50
Дефинисање популације	50
Структура популације	51
Фертилитет	54
Физиологија и динамика људске репродукције	54
Мере фертилитета у демографији	56
Морталитет	58
Опште мере морталитета демографији	58
Таблица морталитета	60
Модел морталитета и анализа ризика умирања	65
Популациона динамика	73
Стационарна и стабилна популација	73
Модел популационе динамике	73
Пројекција старосне структуре популације кроз време	83

Поглавље 4: Антрополошки поглед на људску демографију	91
Обрасци варијације фертилитета унутар и између људских популација	93
Интрапопулациона варијација	93
Разлике између индустријских и преиндустријских популација	93
Разлике између ловачко-сакупљачких и земљорадничких популација	95
Обрасци варијације морталитета између људских заједница	103
Разлике између преиндустријских и индустријских популација	103
Разлике између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница	106
Људска демографија из еволуционе перспективе	106
Теорија животне историје	106
Животна историја људске врсте	108
Однос учесталости полова при рођењу	112
Обрасци фертилитета у (пост)индустријским друштвима	113
Антрополошка демографија – кључна питања и улога археологије у њиховом разрешавању	115
Поглавље 5: Скелетна палеодемографија	117
Трансформације: од популације живих до популације скелета	117
Класична скелетна палеодемографија	120
Референтне збирке и њихов значај за палеодемографску анализу	121
Методи и технике одређивања пола скелета	122
Оцењивање индивидуалне старости	123
Таблице морталитета на основу скелетних података	124
Претпоставке за састављање таблица морталитета	124
Од примарних података до старосне и полне структуре	125
Трансформисање старосних категорија	129
Конструисање таблица морталитета на основу старосне структуре скелетне серије	131
Оцењивање величине популације и односа учесталости полова	133
Пример класичне палеодемографске анализе: палеодемографија бронзанодопске популације из Мокрина	133
Критика класичне скелетне палеодемографске анализе	137
Обрасци морталитета у археолошким контекстима	137
Опроштај од скелетне палеодемографије?	139
Нарушавање претпоставке о стационарности популације	141
Корекција таблица морталитета када је нарушена претпоставка о стационарности	143
Методи савремене скелетне палеодемографије	145
Манифест из Ростока: бајесовска формулација и решење основног проблема скелетне палеодемографије	145
Модел ризика уместо таблица морталитета	149
Стохастичка конструкција таблица морталитета	151
Реконструисање режима морталитета на основу археолошких података	154
Атрициони и катастрофични режими морталитета	154
Природне катастрофе	154
Смртоносне болести	155
Насиље	156
Одређивање режима морталитета на основу палеодемографске анализе	157
Скелетна палеодемографија – завршне напомене	159

Поглавље 6: Индиректни археолошки показатељи величине популације и популационе динамике.....	159
Увод	160
Насеобинска палеодемографија	162
Нивои анализе у насеобинској палеодемографији	162
Величина популације и популациона динамика на нивоу домаћинства	162
Величина популације и популациона динамика на нивоу насеља	167
Величина популације и популациона динамика на регионалном нивоу	177
Временска неодређеност и проблем савремености	185
Продуктивност животне средине и густина популације	188
Теоријска основа	188
Оцењивање густине популације ловачко-сакупљачких заједница	190
Оцењивање густине популације земљорадничких заједница	192
Закључне теоријске напомене	193
Метод сумираних дистрибуција радиокарбонских датума – радиокарбонска палеодемографија	194
Теоријска основа	194
Методолошки проблеми: истраживачка пристрасност, калибрациона крива, разлике у трајању и величини локалитета	199
Интегрисани метод демографске реконструкције на основу сумираних дистрибуција	202
Поглавље 7: Изабране теме из палеодемографије	208
Увод	208
Палеодемографија палеолита	208
Средњи палеолит – палеодемографија неандерталаца	209
Горњи палеолит	215
Опште напомене о палеодемографији палеолита	218
Палеодемографија мезолита Европе	219
Иберијско полуострво	219
Источна Европа	220
Балкан	221
Демографија мезолитских заједница – опште напомене	223
Неолитска демографска транзиција	224
Теорија неолитске демографске транзиције	224
Емпиријска провера теорије НДТ	227
Палеопатологија и морталитет у другој фази неолитске демографске транзиције	235
Теорија неолитске демографске транзиције – критички осврт	237
Улога демографских фактора у настанку неолита	239
Епистемолошке импликације представљених палеодемографских истраживања	240
Поглавље 8: Археологија, палеодемографија и друштвене науке – значај за савремено друштво	241
Савремена демографска транзиција	241
Ка колапсу?	245
Искуства прошлости и изазови будућности	248
Колапс и циклуси раста и опадања као историјске константе?	248
Савремена друштвена наука и решавање проблема човечанства	250
Литература	254
Регистар појмова	272

Предговор

Палеодемографија је научна дисциплина у оквиру археологије која се бави реконструкцијом и анализом демографских аспеката људских заједница из прошлости на основу материјалних остатака. У литератури се под овим термином обично подразумева скелетна палеодемографија, односно демографске реконструкције на основу скелетних остатака у оквиру физичке антропологије. Међутим, у овој књизи се термин палеодемографија схвата шире и односи се на демографију људских заједница у прошлости која се сазнаје на основу било које класе археолошког материјала (скелетних остатака, насеобинских остатака, артефаката, екофаката...). Синоним за термин палеодемографија је, у контексту ове књиге, термин *археолошка демографија* који ће као такав равноправно бити коришћен, јер је палеодемографија археолошка дисциплина са јединственим предметом истраживања који превазилази оштре поделе на физичку антропологију и археологију.

Одлука да напишем књигу о палеодемографији двоструко је мотивисана. Практични мотив произлази из чињенице да као наставник на Одељењу за археологију Филозофског факултета Универзитета у Београду већ неколико година држим наставу из предмета палеодемографија на основним и постдипломским студијама, али без литературе на српском језику која би садржајем пратила курс. Штавише, на српском језику не постоји ниједан свеобухватан преглед палеодемографских метода, а малобројна палеодемографска истраживања која се могу наћи у домаћој литератури ограничена су на демографске реконструкције у оквиру конкретних физичко-антрополошких анализа (Mikić 2008; Stefanović 2002; Miladinović–Radmilović 2011), а са методолошким основом класичне скелетне палеодемографије. Писање књиге прегледног типа представљало је практичан корак ка томе да студентима буде олакшана настава из курсева палеодемографије, јер ће имати свеобухватан преглед градива на српском језику.

Дубљи мотив за писање ове књиге проистиче из мог истраживачког усмерења ка археолошкој теорији и емпиријском проучавању неолита на централном Балкану. Демографски аспекти препознати су као кључни у различитим антрополошким и археолошким теоријама, а пре свега у еволуционистичкој антропологији и археологији. Такође, демографски процеси су у последњих петнаест година поново дошли у фокус истраживања настанка неолитског начина живота на Блиском истоку и његовог потоњег ширења кроз Европу, а рад на овој књизи је инспирисан и повезан са палеодемографским истраживањима балканског мезолита и неолита у оквиру пројекта BIRTH (*Births, mothers and babies: prehistoric fertility in the Balkans between 10,000-5000 BC*), чијим средствима је и омогућено објављивање књиге, за шта велику захвалност дугујем руководиоцу пројекта Софији Стефановић. У ширем академском контексту, акумулација археолошких резултата истраживања током последњих 40 година, као и обједињавање и лак приступ информацијама услед развоја и доступности рачунарске технологије, довели су до релативно нове ситуације да археологија на почетку 21. века располаже могућношћу да анализира велике скупове података и да истражи веома важна питања од општег антрополошког и историјског значаја тј. да почне да одговара на тзв. велика питања. Могућност анализе великих скупова података резултирала је новим таласом развоја софистицираних квантитативних тј. статистичких палеодемографских метода. Развој нових метода је веома брз у последњих десет година тако да је палеодемографија постала

динамично методолошко поље, а већина ових метода примењена је у контексту истраживања неолитске демографске транзиције у Европи. С обзиром на нагли раст литературе наметнула се потреба да се ово важно поље уведе у српску археологију у виду једног обухватног критичког прегледа, како би академска заједница у Србији била и на овај начин обавештена о новом таласу теоријско-методолошких и емпиријских истраживања из области палеодемографије.

Такође, број свеобухватних прегледа археолошке демографије у виду књига уџбеничког или приручничког типа је релативно мали и на глобалном нивоу. Заправо, постоје само две такве књиге познате аутору, и оне су у великој мери служиле као узор за писање овог прегледа. Једна је сада већ класична књига Фекрија Хасана *Демографска археологија* (енг. *Demographic Archaeology*) (Hassan 1981), објављена давне 1981. године, која представља одличан преглед теорије и метода археолошке демографије. Други општи преглед археолошке демографије објављен је 2006. године и то је књига Ендруа Чемберлена *Демографија у археологији* (енг. *Demography in Archaeology*) (Chamberlain 2006), с тим што је Чемберленов преглед усмерен пре свега на скелетну демографију. Такође, између 2006. и 2015. године дошло је до крупних корака у развоју палеодемографских метода, нарочито када је реч о методима који почивају на учесталости радиокарбонских датума и још неким методима насеобинске археологије.

Књига је организована у осам поглавља. Поглавља су подељена на тематске секције (наслови секција исписани су задебљаним словима), а секције на подсекције (наслови подсекција унутар секција исписани су искошеним словима), што значи да је текст књиге организован на три хијерархијска нивоа. У Поглављу 1 су представљене фундаменталне демографске теорије у друштвеним наукама као кључ за разумевање смисла бављења демографским аспектима заједница у прошлости. У Поглављу 2 представљена је улога демографских димензија у различитим антрополошким и археолошким теоријским системима, односно различита виђења улоге демографских чинилаца у теоријама културе и културне промене. У Поглављу 3 представљене су основе демографије као науке, односно основни демографски концепти и методи чије познавање представља предуслов за разумевање палеодемографије. Поглавље 4 пружа антрополошку перспективу на демографију људских популација, односно сумира антрополошка знања и објашњења варијације у демографским особинама између различитих људских заједница. У Поглављу 5 представљени су методи скелетне палеодемографије, а у Поглављу 6 представљен је скуп метода археолошке демографије у ужем смислу (тј. оних који не спадају у домен скелетне палеодемографије), као што су насеобинска палеодемографија и радиокарбонска палеодемографија. У Поглављу 7 представљена су конкретна палеодемографска истраживања са циљем да се илуструје како палеодемографија изгледа у пракси и какве резултате дају методи представљени у петом и шестом поглављу. Последње поглавље, односно Поглавље 8, представља покушај да се палеодемографија контекстуализује у ширем оквиру односа друштвених наука и друштвено-политичких проблема савременог света, са циљем да се афирмише значај палеодемографије као дела археологије, археологије као дела корпуса друштвено-хуманистичких наука неопходних за разумевање и решавање проблема савремене цивилизације.

Упркос томе што је намера аутора била да преглед буде што обухватнији, неке области и теме ипак нису ушле у књигу из различитих разлога. То је, пре свега, случај са генетичким и археогенетичким (палеогенетичким) методама палеодемографске реконструкције. Ове дисциплине су у последњих петнаест година произвеле импресивне резултате у домену реконструисања демографских аспеката прошлости када су у питању оцена величине, демографске динамике и миграције древних популација. Ови методи нису укључени, јер по својој суштини припадају генетици, а не археологији тј. њихово теоријско и методолошко утемељење је генетичко и подразумева знање које превазилази компетенције ауторакњиге, тако да би сваки покушај давања прегледа генетичких метода био лаички и непотпун, уз ризик да буде и погрешан.

Такође, када је реч о миграцијама, оне нису обрађиване као посебна методолошка тема, јер методи за препознавање присуства миграција спадају у домен биоархеолошких метода у ужем смислу као што су анализе стабилних изотопа (стронцијума) или остеометрије (краниометрије, пре свега) и описани су детаљно у одговарајућим приручницима и уџбеницима. Уз то, није развијена методологија која би нам омогућила да се одмакнемо даље од утврђивања да ли је нека индивидуа локалног или нелокалног порекла, тј. која би омогућила да се примарни подаци, добијени на основу изотопске анализе, искористе за оцењивање демографских параметара као што су стопе миграција. Исто тако, палеопатологија није обрађивана као засебна целина, али се помиње у оквиру различитих методолошких и истраживачких тема везаних за скелетну палеодемографију. Палеопатологија је од великог значаја за палеодемографију, али и у овом случају реч је о специфичној дисциплини у оквиру биоархеологије, чији засебни и темељни третман превазилази оквире ове књиге.

Крајњи резултат, текст који је пред читаоцем, представља нешто између уџбеника, приручника и критичког прегледа области палеодемографије. За неке области палеодемографије, као што су класична палеодемографска анализа и неки једноставнији методи насеобинске анализе, ова књига може да служи као приручник у смислу да је представљен целокупан низ корака који чине одређену анализу, тако да читалац може самостално да је спроведе према упутствима из ове књиге. Сложенији методи описани су на општијем, прегледном нивоу, тако да читалац може да разуме основне принципе који стоје иза одређеног метода или технике, као и да прати стручну литературу, односно да разуме конкретне емпиријске студије у којима се неки метод користи, али не и да самостално, без додатних знања, примени описани метод или технику. Ови сложенији методи често подразумевају напредније познавање квантитативних метода и техника, као и вештине коришћења специјализованог софтвера, па чак и програмирања. Детаљно објашњење ових метода подразумевало би и опширно представљање статистичких и информатичких основа самих метода, што је непрактично у датим околностима и превазилази оквир књиге. Овде треба нагласити да сви палеодемографски концепти и методи, како прости, тако и сложени, захтевају познавање математике и статистике, што није чудно јер је демографија као наука нераскидиво повезана са математиком и статистиком. Исто важи и за научну археологију у начелу, тако да је коришћење математичких и статистичких концепата у тексту неминовно, али то не треба да брине читаоца, јер већина тих појмова не захтева ништа више од познавања средњошколске (гимназијске) математике. Трудио сам се да специфично статистичке концепте попут регресије објасним на што једноставнији начин, али постоји доња граница једноставности која подразумева познавање основних концепата математике испод које је било немогуће ићи.

Ова књига првенствено је намењена професионалним археолозима и студентима археологије, али може бити значајна и ширем кругу читалаца из области друштвено-хуманистичких наука. Као општи оријентир за читање, може се рећи да су Поглавља 5 и 6 превасходно методолошка поглавља ускостручног карактера, док су сва остала поглавља од општијег значаја, па заинтересовани читалац који није археолог може једноставно да прескочи Поглавља 5 и 6, без значајног губитка у разумевању садржаја остатка књиге. Када је реч о конкретној важности ове књиге за заинтересоване стручњаке из других друштвено-хуманистичких наука и дисциплина, историчарима, нарочито онима који се баве историјском демографијом, ова књига може бити од великог значаја и тематски и методолошки, јер археолошки запис представља обиман а често и једини извор података о демографским аспектима заједница из прошлости, чак и у случају заједница за које постоје писани извори о неким другим аспектима културе и друштва. Антрополозима, социолозима и демографима резултати археолошке демографије отварају један читав нови свет људског демографског искуства, без кога је разумевање савремених демографских процеса непотпуно, јер временске

дубине и скале на којима су се одвијали неки значајни демографски процеси (укључујући и биолошку еволуцију људске животне историје) може да осветли само палеодемографија као део археологије. Теме отворене на самом крају књиге требало би да буду важне и људима ван науке јер се односе на значај демографских фактора за будућност наше цивилизације и улогу друштвено-хуманистичких наука у разумевању и обликовању те будућности.

Београд, децембар 2015.

Поглавље 1:

Фундаменталне теорије о популационој динамици у друштвеним наукама

Увод

Пре него што се приступи развијању, а затим и примени метода и техника за археолошку реконструкцију одређеног аспекта прошлости, потребно је одговорити на питање зашто је тај аспект прошлости значајан тј. зашто уопште улагати време и ресурсе у истраживање одређеног проблема. Другим речима, отвара се питање критеријума на основу којих се процењује да ли је нешто вредно истраживања. У контексту научног истраживања, оправдано је приступити одређеном феномену ако он фигурира у неком теоријском оквиру, тј. ако он има макар и индиректан значај за фундаменталне теме којима се одређена наука бави.

Када је реч о археологији, то значи да аспекти прошлости који се истражују морају имати општи антрополошки значај, или пак историјски значај. Антропологија се у овој књизи схвата као најопштија наука о човеку и култури, а антрополошке теорије као системи исказа који представљају објашњење за одређене домене културе као свеукупног човековог деловања. Као таква, антропологија је утемељена као суштински компаративна наука, јер су предмет њеног истраживања људске културе и друштва са свих простора и из свих времена (Carneiro 2002). Археологија је у тако схваћеном оквиру део антропологије. Антрополошке теорије и хипотезе, ако претендују на општост, морају имати и дијахроне импликације, те их је стога једино могуће и нужно проверити на одговарајућим тј. дијахроним подацима. Археологија је једина наука која може да пружи емпиријске податке о људским друштвима и културама из дубоке прошлости. Такође, перспектива коју археологија пружа је специфична услед природе евиденције којом располаже (материјални остаци) и временске размере процеса који производе и структурирају археолошке остатке, а који су недоступни за проучавање другим друштвеним наукама. Археологија је у исто време и партикуларно-историјска наука¹, јер је њен непосредни циљ реконструкција партикуларних историјских трајекторија људских друштава на одређеном простору и у одређеном временском интервалу. Све појединачне историје су различите макар у неким аспектима, али чињеница да се одређени фактори увек појављују као значајни, иако на различите начине, имплицира теоријски значај тих фактора (што нас опет враћа на ниво опште антрополошке релевантности), иако он можда није освешћен (Carneiro 2002). Стога се у многим партикуларним историјама пажња усмерава на исте класе феномена, иако се њихов садржај може разликовати.

Из ових разлога, преглед метода и техника археолошке демографије, који чини језгро ове књиге, започиње општим теоријским утемељењем и оправдањем проучавања и реконструкције демографских димензија култура и друштава из прошлости. У овом поглављу биће представљене најопштије теорије које објашњавају везу између демографских процеса са једне, и културе и друштва са друге стране. Треба нагласити да ове теорије представљају

¹ Историчари се можда не би сложили са квалификацијом праисторијске археологије као историјске науке, али овде се под историјом подразумева скуп догађаја у прошлости, без обзира на то да ли о тим догађајима постоје писани извори.

најопштије моделе. Циљ овог прегледа јесте да се покаже како су демографски аспекти незаобилазни на путу за разумевање људског друштва и културе тј. социокултурних варијација у простору и времену.

Малтусова теорија популационе динамике

Историјски контекст и значај

Преглед теоријског значаја демографије у друштвеној теорији неминовно почиње са Малтусом (за сажет преглед демографских промишљања и идеја пре Малтуса погледати Breznik 1977:35–39; Bobić 2007:47–51). Томас Роберт Малтус (1766–1834) био је енглески друштвени теоретичар, аутор чувеног *Есеја о принципу популације* (енг. *Essay on the Principle of Population*) (Malthus 1798). Идеје из овог текста написаног пре више од 200 година и данас су актуелне како на теоријском нивоу, тако и у погледу друштвених, политичких и еколошких последица демографских процеса који се одвијају данас (в. Поглавље 8). Значај Малтусовог дела превазилази друштвене науке, јер је његов *Есеј* представљао директну инспирацију Дарвину за формулацију теорије еволуције (Bowler 1976; Vorzimmer 1969). Веза између популационих и еволутивних процеса није ограничена само на биологију већ представља одраз дубокогодноса између културе, биологије и животне средине. Као што у биологији ништа нема смисла без дарвинистичке еволуције (Dobzhanski 1973), слично важи и за антропологију, јер човек са својим потенцијалом за културу јесте производ биолошке еволуције. Култура постаје са једне стране кључни фактор у еволуцији човека, а са друге стране и сама подлеже еволутивним процесима (Richerson and Christiansen 2013).

Малтусова непосредна мотивација за писање *Есеја* одлично одражава дух времена у којем настаје и може да служи као добро подсећање на сврху и улогу друштвених наука данас. Занимање за човеково друштвено стање и начине да се оно поправи и усмери постаје једна од централних филозофских тема у 18. веку. Већина аутора тог времена (или макар они које Малтус помиње) слажу се мање или више око тога шта би требало да буде циљ, а то је побољшање стања човечанства кроз решавање друштвених проблема, иако су оштро супротстављени у погледу путева остварења тог циља, тј. потенцијалних друштвено-политичких мера. Оно што је посебно значајно, и што би требало да буде идеја водиља за друштвене науке данас, јесте управо питање проналажења начина на који се задати циљ може или не може остварити или макар разлога зашто један скуп мера може да успе, а неки не. Као што свако инжењерско решење мора бити у складу са законима физике, тако и свако друштвено решење (усмерено ка конкретном циљу и засновано на одређеној идеологији) мора бити у складу са природом културних и друштвених процеса да би се постигао очекивани резултат, а не нешто сасвим другачије². Малтус се чврсто држао овог става у својим разматрањима теорије популације и потенцијалних решења за друштвене проблеме.

Малтус у свом делу износи теорију популационих процеса, пре свега односа популационе динамике и ресурса, на основу које извлачи друштвене и политичке импликације. О конкретним

2 Малтусови закључци су били песимистични у погледу остварења друштва једнакости и благостања, што се често злоупотребљавало у прошлости, а злоупотребљава се и данас, да би се оправдавао капиталистички систем и идеологија, посебно у контексту неолибералне и либертаријанске друштвене филозофије. Историја 19. и 20. века нуди пуно примера спровођења различитих идеолошких програма заснованих на ненаучним идејама, или на малобројним или нетачним знањима о човеку као друштвеном и културном бићу на основу тада још недовољно развијене и некомплетне друштвене науке. Велико је питање да ли су и данашње друштвене науке достигле ниво који би омогућио да макар теоријски предвиде, ако не да спроведу или предупреду, последице одређених политичких и друштвених одлука.

импликацијама које Малтус извлачи као и о његовим политичким ставовима може се расправљати, нарочито у светлу различитих идеолошких злоупотреба, али оно што је релевантно за историју науке јесте идеја да се проблему приступи рационално и аналитички са крајњим циљем развијања теорије која објашњава читав феномен и омогућава научно утемељену расправу о друштвеним питањима. Стога Малтусов *Есеј* није значајан само због научне вредности изложене теорије у ужем смислу већ као целина антиципира улогу и значај (или оно што би требало да буде улога и значај) модерних друштвених наука у европској цивилизацији – као људске делатности која је идеолошки тј. вредносно мотивисана, али са циљем да пружи објективан опис и рационално објашњење друштвених и културних процеса са сврхом изналажења механизма за остваривање вредносно одређених циљева или предупређивања опасних и на нетачним претпоставкама утемељених решења.

Постулати Малтусове теорије популације и њихове друштвено-економске импликације

Малтусова теорија популације почива на четири основне претпоставке (Malthus 1798: 4):

1. Храна је неопходна за човеково постојање.
2. Однос између полова, односно сексуална жеља, константна је кроз људску историју и наставиће да буде.
3. Популација се повећава геометријском прогресијом кроз време
4. Прехрамбени ресурси, односно продуктивност у производњи хране, увећавају се аритметичком прогресијом кроз време³.

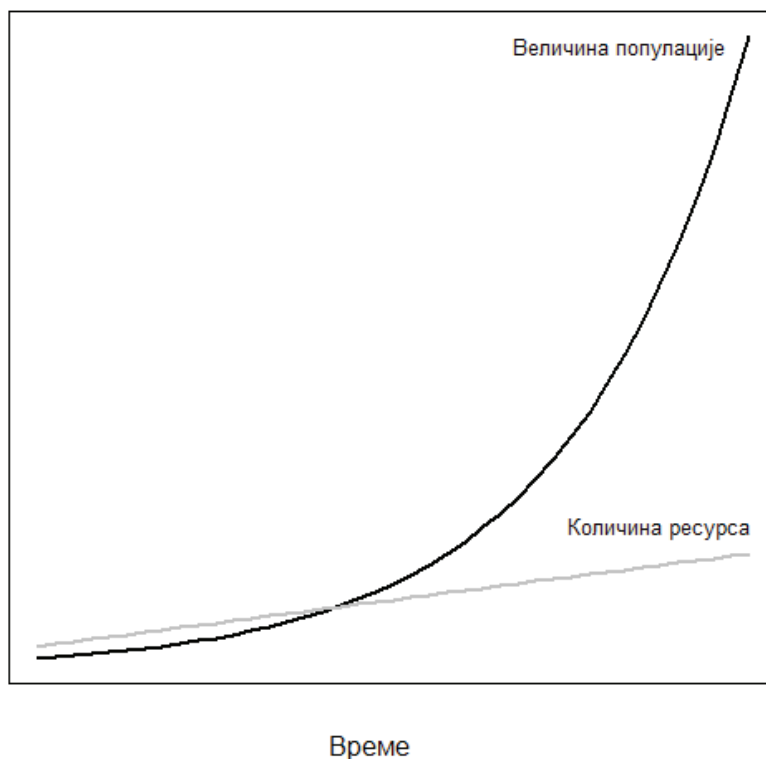
Геометријска прогресија је математички еквивалентна експоненцијалном расту популације у функцији од времена. Код експоненцијалног раста, величина популације се повећава тако што се у сваком следећем временском тренутку популација увећава за константну пропорцију (стопа раста) тренутне величине популације, што значи да се брзина раста стално повећава. На пример, ако је почетна величина популације 100 индивидуа, а стопа раста је 0.1 (10%), у следећем тренутку популација ће нарасти на око 110 индивидуа, затим на око 122, за 10 временских јединица ће величина популације бити око 272 индивидуе, а за 100 временских јединица ће превазићи два милиона индивидуа! Експоненцијални раст је изузетно неинтуитиван, јер нешто што на почетку делује као веома споро може да се убрза до невероватних размера. У овом примеру је показано како од популације која броји 100 индивидуа, експоненцијалним растом, где се сваке следеће године популација повећа за 10% величине популације из претходне године, за само 100 година може доћи до популације која броји преко два милиона. За 200 година експоненцијалног раста ова популација би нарасла на преко 48 милијарди људи! У наредним поглављима биће аргументовано да људске популације расту по моделу који је близак експоненцијалном само у одређеним условима и на одређеним временским интервалима, али као прва апроксимација, може се рећи да је ова Малтусова претпоставка универзално оправдана макар за прве фазе популационе експанзије.

Аритметичка прогресија је математички еквивалентна линеарној функцији, што значи да се продуктивност у производњи или екстракцији (у случају лова и сакупљања) увећава за константну величину (стопа раста) у сваком временском тренутку. На пример, ако је почетна

3 Овде треба напоменути да Малтус није сматрао да се ресурси сами од себе повећавају, већ је пре свега мислио на то колико се производња хране може повећати са растом популације (Wood 1998:106). Како примећује Вуд, Малтусова претпоставка је била превише оптимистична тј. идеална, чега је и сам Малтус био свестан, јер је код преиндустријских популација чешће случај да се са повећањем радне снаге производња не повећава линеарно, већ тако да раст продуктивности почиње у једном тренутку да успорава са порастом укупне радне снаге.

количина ресурса 100 килограма жита, и ако се за сваку временску јединицу производња повећа за 10 килограма, у следећем тренутку количина ресурса ће нарасти на 110 килограма, затим на 120, а за 10 временских јединица ће нарасти на 200 килограма, а за 100 временских јединица на 1100. Дакле, док се продуктивност која је расла аритметички повећала 11 пута, почетна популација која је расла експоненцијално (са стопом од 10%) за 100 временских јединица повећала се преко двадесет хиљада пута!

На претходном примеру јасно се види разлика између геометријског (експоненцијалног) и аритметичког (линеарног раста), а то је да експоненцијалне криве раста пре или касније престигну линеарне криве раста по брзини, јер док линеарна функција расте увек истом брзином, брзина раста експоненцијалне криве се стално повећава⁴ (Слика 1). То је зато што се кроз време она величина која расте експоненцијално увећава за фиксну пропорцију тренутне вредности (која се стално повећава), док се она која расте по аритметичком моделу повећава увек за константну вредност. Последица овога је да величина популације пре или касније превазилази количину ресурса и тада неминовно долази до заустављања раста популације услед, како Малтус каже, „позитивних ограничавајућих фактора” (енг. *positive checks*) попут глади, болести и/или сукоба око ресурса или „превентивних фактора” попут одлагања брака апстиненције за које се и сам Малтус залагао као методе ограничавања раста популације (Malthus 1798).

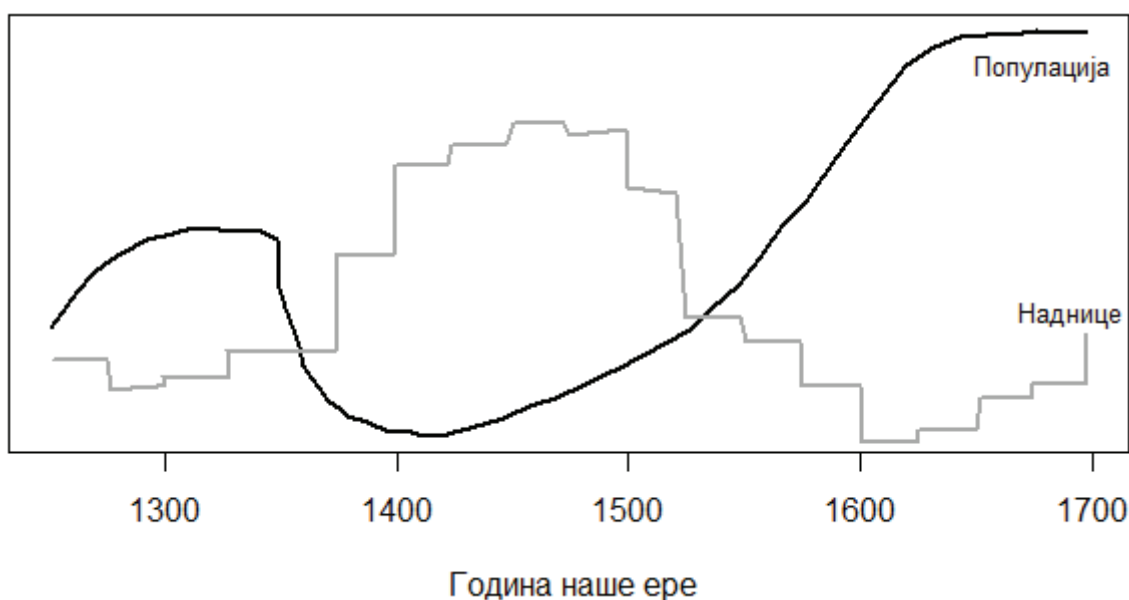


Слика 1. Схематски приказ геометријског раста популације и аритметичког раста ресурса према Малтусовом моделу.

⁴ Математички гледано, брзина раста функције за одређену вредност x променљиве једнака је првом изводу те функције за дато x . Код линеарне функције први извод увек има константну вредност, док је код експоненцијалне функције први извод такође функција која стално расте како расте x .

Једна од импликација Малтусове теорије јесте да ће људска популација расти када год то услови дозволе (нпр. ако дође до развоја технологије производње хране) (Malthus 1798, 11). Другим речима, по Малтусовом мишљењу, само спољашњи чиниоци, попут продуктивности одређене средине и технологије, утичу на могућност даљег раста популације. Такође, Малтус разматра друштвене механизме раста популације и ефекте раста популације на друштвене односе. Посебну пажњу придаје раном ступању у брак код жена. Он сматра да је рано ступање у брак у времену изобиља (нпр. непосредно после неког технолошког открића које повећава производни капацитет) директан узрок повећања становништва и да је у таквим временима проценат неудатих и неожењених особа мали, док у времену оскудице број раних бракова опада, а број неудатих и неожењених особа расте. Малтус чак сматра да се пропорција невенчаних особа може сматрати својеврсним индикатором раста популације у некој популацији (Malthus 1798: 19).

Занимљиве су и економске импликације Малтусове теорије: повећање популације значи и повећање радне снаге што води ка смањивању цене рада. Смањивање цене рада индиректно утиче негативном повратном спрегом на величину популације, јер осиромашење радника и невоље које проистичу из сиромаштва успоравају и смањују величину популације. Малтусова теорија, дакле, предвиђа инверзну корелацију између величине популације и висине надница. Доступни историјски подаци за преиндустријску Енглеску од 1250. до 1700. године (Lee 1973) у складу су са предвиђањима Малтусове теорије: када популација расте, висине надница падају и обратно (Слика 2).



Слика 2. Промена величине популације и надница у Енглеској од 1250. до 1700. године (према Lee 1973: Figure I).

Малтусова теорија критикована је још у 19. веку. Карл Маркс био је велики критичар Малтусове теорије популације. За Маркса је она представљала још један пример како буржоаска наука реификује друштвене односе представљајући нешто што је последица тих односа као закон и неминовност. Маркс је сматрао да сиромаштво и глад нижих класа не представљају последицу неког општег закона, већ артефакт капиталистичког система за чији опстанак је потребан стални вишак радне снаге, тзв. резервна радна снага незапослених, која

би стално обарала цену рада и омогућавала даљу акумулацију која производи сиромаштво, јер се заснива на експлоатацији и присвајању производа туђег рада⁵ (Gimenez 1973). Дакле, Маркс види сиромаштво као последицу друштвених односа у капитализму, а не као исход неког универзалног закона. Штавише, Маркс је сматрао да не постоји универзални закон популације већ да сваки „историјски начин производње има своје посебне, историјски важеће законе становништва” (Marks 1978:559). Тумачење Малтусовог дела за оправдавање и натурализовање капиталистичког система свакако представља идеолошку злоупотребу, а Маркс је несумњиво у праву када је реч о механизму који ствара неједнакост у капиталистичком систему тј. да неједнакост и сиромаштво нису последица природног закона већ конкретне друштвене и историјске ситуације (друштвених односа у капитализму), али ако величина популације заиста превазилази потенцијалне производње хране за задати технолошки ниво (тј. ако није проблем само расподела прехранбених ресурса већ и њихова апсолутна количина), малтузијански сценарио је неминовност⁶, без обзира на историјско-идеолошки контекст у коме је настало Малтусово дело.

Иако се не може рећи да је Малтусова теорија у неизмењеном облику и у целости прихваћена од већине данашњих друштвених научника, Малтусов принцип популације има велики теоријски значај и представља сигурно макар део објашњења популационе динамике људских култура. Малтусова теорија сугерише да постоји сложена спрега између демографских и социокултурних димензија, те је стога проучавање једних без других веома ризичан подухват.

Теорија популације и технолошког развоја Естер Босеруп

Историјски контекст

Естер Босеруп (1910–1999) била је данска економисткиња која се интензивно бавила проблемима развоја пољопривреде у сиромашним земљама у периоду после Другог светског рата (Turner and Fischer–Kowalski 2010). Идеје изложене у њеној књизи *Услови пољопривредног раста: економија аграрне промене услед популационог притиска* (*The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*) која је објављена 1965. године (Boserup 1965), представљају својеврсну антитезу Малтусовој теорији популације. Полазну тачку Естер Босеруп представља пољопривредна производње хране, тј. проблем интензификације производње, али као што је Босеруп показала, импликације овог, на први поглед не толико општег проблема, далекосежне су у антрополошком смислу, јер се дотичу управо великих питања у антропологији и друштвеним наукама, а то су раст популације, развој технологије и интеракција демографских и технолошких чинилаца. Ове идеје је на општијем нивоу Босеруп развила у књизи *Популација и технолошка промена: проучавање дугорочних тенденција* (*Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends*) (Boserup 1981).

Контекст настанка теорије Естер Босеруп знатно је другачији од контекста у коме настаје Малтусова теорија, али проблем којим се они баве је суштински исти. Малтуса и Босеруп дели више од једног века и друштвено-историјске околности у којима су деловали знатно се разликују: док се Малтус бавио проблемом глади и сиромаштва мотивисан стањем

5 У капиталистичком систему променљиви капитал, који је извор потражње рада, расте спорије од константног капитала, јер се капитал акумулира и на тај начин се смањује потреба за радном снагом тј. настаје вишак становништва (видети Breznik 1977:45).

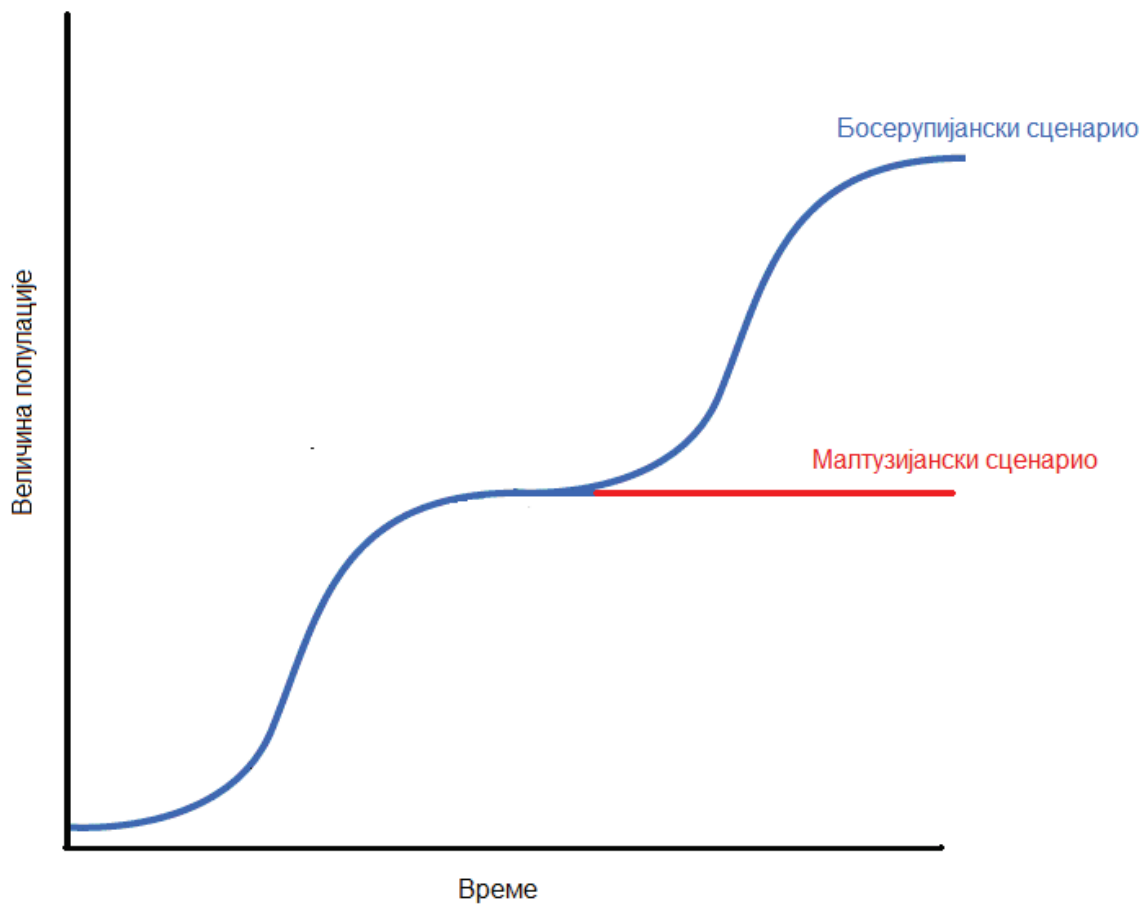
6 Енгелс је био свестан тога да у једном тренутку може доћи до пренасељености, али је сматрао да ће, ако и када до тога дође, комунистичко друштво без проблема регулисати производњу људских бића (Ђурђев 1998:14–15).

у сопственом окружењу, Босеруп се, као економисткиња ангажована од стране Уједињених нација, бавила проблемом економског тј. пољопривредног развоја земаља Трећег света у другој половини 20. века (Turner and Fischer–Kowalski 2010). Основна теза за решавање проблема неразвијености, која проистиче из њене теорије, била је да управо повећање популације, а не ограничавање, може да доведе до економског развоја преиндустријских популација које упражњавају „примитивну” пољопривредну производњу. Дакле, и Естер Босеруп се, иако у сасвим другачијим историјско-друштвеним околностима, бавила решавањем проблема човековог стања, али њена визија је била оптимистична за разлику од Малтусове.

Основне идеје

Као што се обично каже да је Маркс окренуо Хегела наглавачке, подједнако се може рећи да је Босеруп окренула Малтуса наглавачке. Док је у Малтусовој теорији, величина популације била зависна променљива, која је зависила од могућности производње хране (што је у вези са доступном технологијом и површином обрадивог земљишта), код Естер Босеруп, популација је независна променљива, а технологија производње хране зависна што значи да није величина популације и брзина популационог раста одређена технологијом, већ величина популације утиче на развој технологије (Boserup 1981, 1965). Босеруп сматра да раст популације подстиче технолошки развој – у условима популационог притиска, људи су приморани да траже нова решења тј. да развојем технологије и већим улагањем енергије остваре већу калоријску добит из доступних ресурса. Овај развој огледа се пре свега кроз процес пољопривредне интензификације који подразумева улагање више времена и енергије у земљорадњу као и развој и употребу нових алатки.

Импликације Малтусове теорије и теорије Естер Босеруп су различите (Слика 3). Код Малтуса, популација може да расте само до одређеног нивоа који дозвољавају ресурси и доступна технологија – када се дође до тог нивоа, даљи раст онемогућавају Малтусова „позитивна ограничења”. Код Босеруп, када популација достигне одређену критичну тачку, долази до интензификације земљорадње (технолошке промене у најширем смислу) па се популациони капацитет повећава, што омогућава даљи раст популације. Из перспективе наших знања о (пра)историји човечанства, може се учинити да теорија Естер Босеруп одговара стварности на дуге стазе, јер је драстичан пораст популације од праисторије до данас неупитна чињеница. Међутим, на овако крупној временској скали не виде се појединачни случајеви, као ни то да ли је популација расла као последица технолошке промене што предвиђа Малтус или је популациони притисак стимулисао технолошка решења која су омогућила даљи раст. Као што ће се видети (пра)историја бележи и малтузијанске и босерупијанске трајекторије што значи да ниједна од ове две теорије не представља свеобухватно објашњење популационе динамике људских заједница. На пример, почетак вртоглавог раста популације у праисторији поклапа се са временом проналаска и ширења земљорадње (Vocquet–Appel 2011b), док се чини да је пре тога глобална популација флукутирала око неке константне вредности (Boone 2002), што можда указује на то да је малтузијански сценарио дугорочно гледано вероватнији код ловаца – сакупљача (мада је присутан и код земљорадничких заједница на мањим временским скалама, видети Shennan and Edinborough 2007b; Shennan et al. 2013; Timpson et al. 2014), док је босерупијански сценарио вероватнији код заједница које су прешле на земљорадњу, где се према хипотезама популарним у оквиру процесне археологије сам чин преласка на земљорадничку производњу може посматрати као босерупијанска интензификација (в. Поглавље 2).



Слика 3. Малтузијански насупрот босерупијанском сценарију.

Теорија пољопривредне интензификације

Босеруп дефинише пољопривредну интензификацију као учесталост обрађивања земље (нпр. учесталост сејања или жетве) (Boserup 1965: 12–14). Босеруп објашњава да су ранији аутори разликовали два начина аграрног развоја тј. повећања пољопривредне производње (Boserup 1965, 12): 1) ширењем производње на необрађену земљу тј. повећањем површине обрадивог земљишта (нпр. крчење шуме) 2) интензивнијом култивацијом постојеће обрадиве земље. Босеруп одбацује поделу на култивисано и некултивисано земљиште и интензификацију посматра само кроз учесталост обрађивања земље, јер у том случају нема смисла говорити о неком природном и датом стању ресурса, већ продуктивност одређеног поља зависи од улагања времена и енергије, као и од начина обраде земље.

Стога се начин употребе земље може посматрати као континуум где је на једном крају земљорадничка производња код које се једно поље обрађује једном у нпр. 20 година, а на другом крају је земљорадња код које се током једне године постижу две жетве. Босеруп је тај континуум поделила на пет карактеристичних типова (ранжираних према учесталости обрађивања земље) (Boserup 1965: 15–16):

1. *Forest-fallow cultivation*. Обрадиво земљиште се ослобађа крчењем шуме. После једне или две године коришћења, обрађено поље остаје напуштено неколико година, док поново не зарасте у шуму, а људи премештају производњу на следеће поље крчењем дрвећа. Интервал између два коришћења је између 20 и 25 година.

2. *Bush-fallow cultivation*. Принцип коришћења земљишта је исти као и код претходног типа, само је период остављања земље на угар краћи, између 6 и 10 година, па се на необрађеном земљишту не формира поново шума већ жбунаста вегетација.
3. *Short-fallow cultivation*. Земљиште се оставља на угар на једну годину или пар година, тако да на њему током тог периода израсте само трава.
4. *Annual cropping*. Ово је најчешћи тип земљорадничке производње у Европи, где се земља обрађује једном годишње (једна сетва и једна жетва), тако да нема остављања земље на угар (осим ако се не рачуна период између жетве и сетве).
5. *Multi-cropping*. Ово је најинтензивнији систем земљорадње код кога годишње има две жетве или више њих.

Босеруп напомиње да ова секвенца типова често представља и историјску секвенцу тј. социокултурни еволутивни тренд који се може пратити у праисторијским и историјским заједницама (Boserup 1965: 16–17). Она конкретно наводи два примера. Први пример односи се на неолит Европе и претпоставку (погрешну, као што ће се испоставити) (Bogaard 2005, 2004a, 2004b; Barker 1985) да је земљорадња првих неолитских заједница у Европи одговарала првом типу (екстензивна земљорадња, крчење шуме), а да је кроз време постајала све интензивнија. Други пример односи се на скраћивање периода остављања земље на угар у европском средњем веку.

Интензификација, технологија, рад и друштвени односи

Интензификација производње кроз повећање учесталости обрађивања земље тј. скраћивања периода током ког је земља остављена на угар тесно је повезана са технологијом (врстом алатки) и интензитетом рада (мереног количином утрошеног времена). Секвенци типова коришћења земљишта одговара и секвенца неопходних пољопривредних алатки тј. технолошких иновација. За први и други тип потребни су ватра и секира за крчење шуме, евентуално штап за окопавање; за трећи тип потребна је мотика, док четврти и пети тип захтевају употребу плуга. Када је реч о количини рада тј. времену утрошеном на обраду земље, оно се повећава са степеном интензификације. Најмање рада је потребно за први тип обраде земље тј. за екстензивну земљорадњу, док је највише рада потребно за четврти и пети тип.

На крају, Босеруп показује како је начин обраде земљишта повезан и са друштвеним односима, пре свега са правима на коришћење земљишта и власништвом. На пример, Босеруп наводи да код земљорадње која почива на крчењу шуме (тип 1), сви припадници заједнице имају право на коришћење земљишта – не постоји ни приватно власништво, нити ексклузивно право коришћења, док се са повећањем популације и интензификацијом земљорадње кроз скраћење интервала угара, права коришћења земље све више ограничавају (Boserup 1965: 77–87).

Покушај синтезе: Малтус–Босеруп теорија популације

Естер Босеруп је своју теорију изнела као антипод Малтусовој теорији популације. Међутим, како ће бити показано, ове две теорије нису нужно супротстављене и могу бити обухваћене једном општијом теоријом популације. У овој секцији ће бити представљена модерна теоријска синтеза класичне Малтусове и теорије Естер Босеруп, онако како ју је формулисао амерички антрополог Џејмс Вуд (James Wood). Теорија је објављена 1998. године у часопису *Current Anthropology* (Wood 1998). Вуд је себи поставио изузетно тежак и

амбициозан задатак који се односи на фундаментални проблем антрополошке демографије, а то је формулисање теорије о популационој динамици преиндустријских друштава⁷. Према Вуду, ова теорија треба да пружи одговор на неколико кључних питања (Wood 1998):

1. Како се величина и структура преиндустријских друштава мењају кроз време?
2. Како еколошки и економски фактори утичу на величину популације и раст?
3. Да ли је раст преиндустријских популација регулисан на било који начин? Под регулацијом Вуд подразумева достизање и одржавање неког равнотежног стања у смислу величине популације која када се једном достигне, нема даљих промена (Wood 1998: 102).
4. Кључно питање: каква је веза између величине популације и популационе динамике са једне, и здравља и квалитета живота (енг. *well being*) људи са друге стране, где се под квалитетом живота подразумева сваки аспект индивидуалног здравља или физичко стање које је у позитивној вези са вероватноћом репродукције и у негативној вези са ризиком од смрти (Wood 1998: 102).

Вудова формулација Малтусове теорије

Као што је већ речено, основни циљ Вудовог рада јесте формулисање теорије. Међутим, не ради се о било каквом формулисању теорије већ о формулисању теорије у математичкој форми. Оваква формулација омогућава теоретичарима да теорију анализирају егзактно и објективно, дедукујући математичким путем њене импликације⁸. Вудова теорија, како он сам и признаје, није комплетна, већ скица – општи модел који узима у обзир веома мали број кључних променљивих како би се испитали најопштији обрасци у квалитативном смислу⁹.

Вуд почиње са појмом регулације величине популације. Као што је већ поменуто, он регулацију популације види као феномен чије се постојање утврђује само на основу динамике популације – ако се величина популације стабилизује око неке вредности тј. ако се њен раст у тој вредности зауставља, онда се може говорити о регулацији популације у Вудовом смислу. Дакле, регулација овде не подразумева никакву свесну регулацију нити неки посебан еволутивни механизам, већ само чињеницу да раст популације престаје када она достигне неку равнотежну вредност, односно успорава се како се величина популације приближава тој вредности. Ова равнотежна вредност (која у неком смислу представља популациони максимум или популациони капацитет, тј. демографски капацитет како је дефинисан у Поглављу 3), коју Вуд назива тачком демографског засићења, није никаква кроскултурна константа, чак

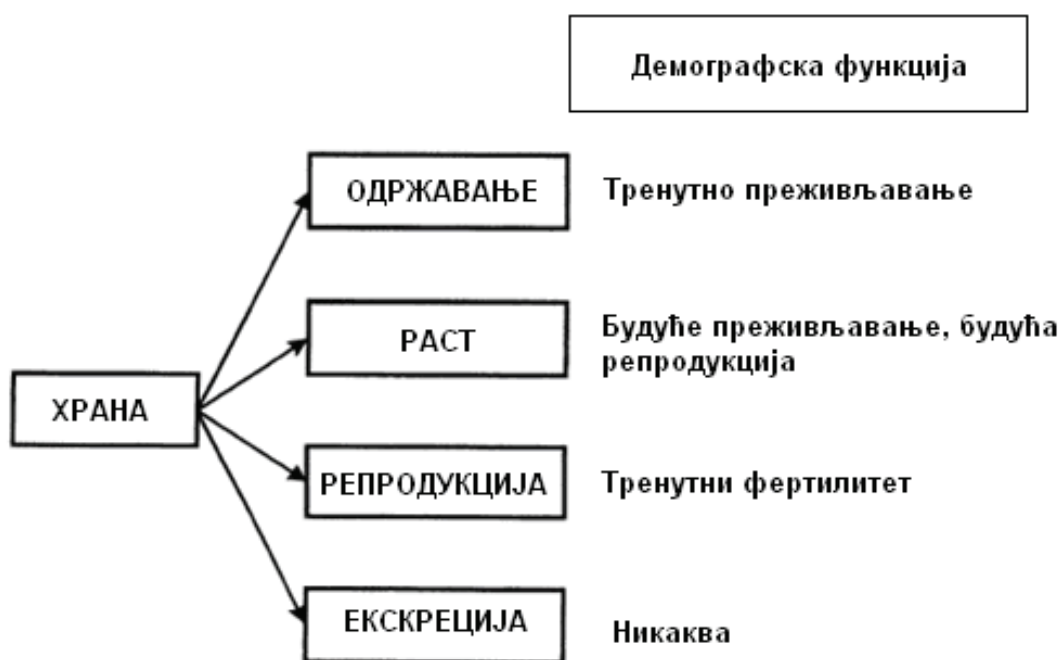
7 Под преиндустријским друштвима подразумевају се оне заједнице било у прошлости било у садашњости, које нису живеле или не живе у државама са индустријском економијом и пратећом државном инфраструктуром, пре свега здравственим системом.

8 Овде ће Вудова теорија бити представљена само вербално и графички, без приказивања једначина.

9 На први поглед може изгледати збуњујуће да математичка формулација теорије служи извођењу квалитативних закључака. Овде реч квалитативно треба пре свега схватити у смислу општих тенденција. На пример, уколико теорија предвиђа да под одређеним условима популација расте или достиже равнотежно стање, тај увид је квалитативан ако теорија не претендује да даје прецизне квантитативне вредности за величину популације и друге параметре. На пример, формалном теоријском анализом може се доћи до резултата да ће, рецимо, крива раста популације имати одређени алгебарски и геометријски облик (нпр. једначина праве, једначина хиперболе), али без реалистично спецификованих вредности параметара (које понекад није могуће оценити услед недостатка података) и укључивања неких додатних фактора специфичних за одређени историјски и друштвени контекст, не могу се извести емпиријска очекивања тј. тачне квантитативне вредности променљивих које интересују истраживача. Општи формални модели су намерно поједностављени и апстрактни како би ухватили основне карактеристике процеса и омогућили дубоко теоријско разумевање неког феномена на што општијем нивоу, а не да би давали прецизна емпиријска предвиђања за неки конкретни случај. Стога Вудова теорија спада у домен опште антрополошке теорије.

није у потпуности детерминисана условима животне средине (о овоме ће бити више речи у Поглављу 3), већ представља функцију неколико фактора: територије, количине употребљивих ресурса по јединици површине територије, доступне технологије производње и организације производње. Сви ови фактори могу бити променљиви на нивоу једне популације кроз време или између популација у простору, или и једно и друго.

Вуд затим представља схему физиолошке алокације материје и енергије код јединке (Слика 4). Ова схема показује да се материја и енергија од унете хране код сваке јединке троше на следеће процесе: биолошко одржавање живота (основни метаболички процеси), раст тела, репродукцију и екскрецију. Одржавање, раст и репродукција имају демографске функције: одржавање утиче на тренутно преживљавање, раст на будуће преживљавање и репродукцију, а репродукција на тренутну плодност. С обзиром на то да је количина хране, а самим тим материје и енергије коју индивидуа уноси коначна, ови процеси се могу посматрати као конфликтни захтеви у оквиру физиологије јединке: ако се за задату количину хране повећа количина ресурса за један процес (нпр. раст), то значи да се она мора смањити за све остале. Ово балансирање одвија се како на еволутивном нивоу (нпр. неке врсте су тако еволуирале да се више енергије улаже у репродукцију, а мање у одржавање; више о овоме у Поглављу 4), тако и на индивидуалном нивоу (нижи раст као последица недовољне исхране, или смањена плодност).



Слика 4. Схема физиолошке алокације материје и енергије добијене исхраном (према Wood 1998: Fig. 2)

Следећи концепт је закон *опадајућих добитака* (енг. *law of diminishing returns*) или закон *опадајуће маргиналне продуктивности*. Овај економски закон, који је дефинисан још крајем 18. и почетком 19. века, односи се на нелинеарни однос између количине радне снаге и продуктивности система. Маргинална продуктивност је прираштај продуктивности када се величина радне снаге (или у општем случају улагања ресурса и енергије) повећа за јединичну вредност. На пример, ако 100 људи производи 200 килограма неког производа дневно, а када им се придружи још један човек, производња нарасте на 210 килограма, онда је маргинална продуктивност додавања још једног човека 10 килограма. Закон опадајуће

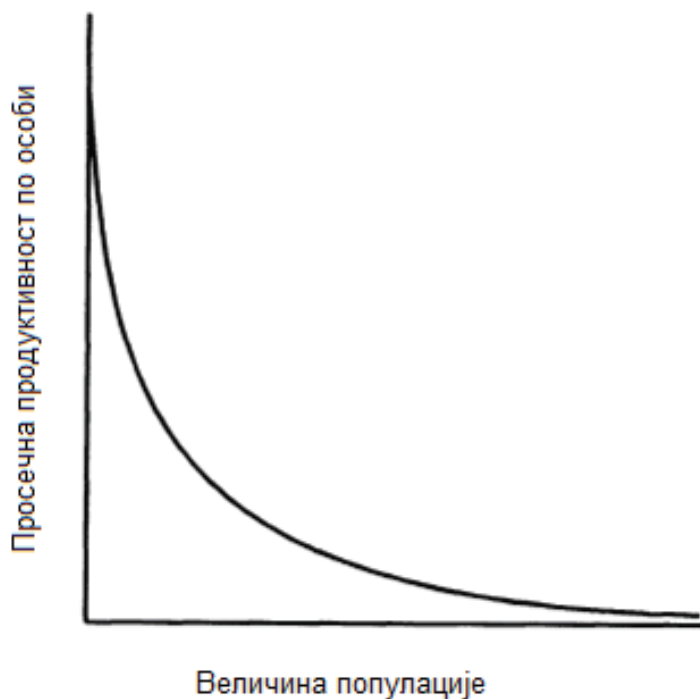
маргинална продуктивност подразумева да од једног тренутка, са даљим порастом радне снаге маргинална продуктивност почиње да опада иако укупна продуктивност расте¹⁰. На пример, ако два археолога копају у једној сонди, и придружи им се трећи, повећаће се њихов учинак (мерен количином ископане земље). Ако им се придружи четврти, учинак ће се опет повећати, али у мањој мери него када се придружио трећи археолог (нпр. сада је већа гужва у сонди, потребно је више чекати да се узму коте за артефакте и сл.). У једном тренутку, додавање још једног археолога неће довести до повећања учинка уопште (нема више места у сонди), чак може да доведе и до пада учинка (услед препирки, гурања и сл.). Често навођен, може се рећи и класичан пример закона опадајућих добитака односи се управо на производњу хране. Ако сељак одлучи да користи одређену количину ђубрива, може знатно да повећа принос. Ако следеће године стави дупло више ђубрива, вероватно неће добити дупло већи принос (ако је првобитно количина била оптимална, неће бити никаквог повећања приноса). Уколико настави да повећава количину ђубрива може да затрује земљиште па да принос почне да се смањује.

Вуд претпоставља да је количина радне снаге пропорционална величини популације и закључује да је закон опадајућих добитака разлог зашто укупна количина хране коју људи произведу, улове или сакупе, не само што не може брзо да се увећава већ мора у неком тренутку да успори раст, да почне да стагнира, а чак и да опада упркос све већим улагањима (нпр. повећању радне снаге). Као што је напоменуто раније, Малтусова претпоставка о аритметичком расту ресурса је, чега је и он сам био свестан, била једна апсолутна идеализација – у стварности количина ресурса, пре свега хране, почиње да стагнира или опада са повећаним улагањем. Слика 5 приказује различите моделе функције производње, од којих су функција Б и В реалистичније у односу на идеализовану функцију А где се укупна производња повећава линеарно (аритметички) са повећањем улагања, било у виду радне снаге чија је количина пропорционална величини популације, било у виду интензификације у виду технологије. Још једна од последица овог закона је да продуктивност по особи опада са повећањем популације (Слика 6).



Слика 5. Различите функције производње; зависна променљива је укупна продуктивност система, а независна је количина улагања у најопштијем смислу (енергије и времена) (према Wood 1998: Fig. 3)

¹⁰ У екстремним случајевима маргинална продуктивност може да постане и негативна тако да и укупна производња почне да опада са повећањем радне снаге.

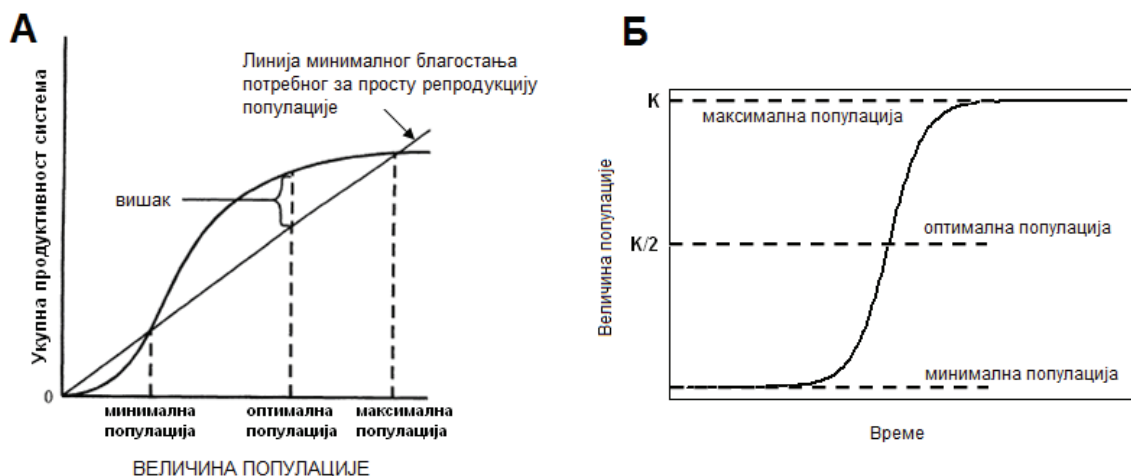


Слика 6. Промена просечне продуктивности по глави становника у зависности од промене величине популације (према Wood 1998: Fig. 4)

Када се ови концепти повежу у једну целину, добија се класичан малтузијански сценарио са регулацијом популације. Раст популације доводи до тога да се просечна продуктивност по особи смањује, што опет доводи до смањења просечног благостања, јер је просечна продуктивност у позитивној корелацији са просечним благостањем. То значи да индивидуе морају више енергије да улажу у физиолошко одржавање, а мање у репродукцију. Из овог разлога успорава се раст популације и потпуно стаје када достигне тачку демографског zasiћења (Слика 7). У тој тачки је просечна вредност благостања једнака оној вредности која је довољна тек за просту репродукцију популације.

Вуд даље формализује Малтусове концепте „изобиља” и „беде” тако што математички простор дефинисан величином популације и продуктивношћу дели на два дела, који одговарају зони „изобиља” и зони „беде”, линијом која представља функцију продуктивности у зависности од величине популације, таквом да је за све тачке на тој линији (тј. за све комбинације величине популације и продуктивности система) вредност благостања једнака оној вредности која омогућава просту репродукцију популације. На графикону који приказује понашање Вудове формалне верзије Малтусове теорије може се видети како се крива продуктивности која расте упоредо са величином популације, за мале величине популације налази у зони беде, све до одређене величине популације када пресеца граничну линију (Слика 7). Ова тачка пресека представља минималну величину популације потребну да би систем са одређеном врстом производње хране био одржив (јер је тек у тој тачки благостање на нивоу прости репродукције). На пример, земљорадња која почива на иригацији захтева одређени минимални број људи који ће одржавати постројења за наводњавање. Када се прође та тачка, крива продуктивности улази у зону изобиља (где је просечно благостање веће од оног потребног за просту репродукцију), али се са даљим повећањем популације раст продуктивности успорава тако да се за максималну величину популације коју дозвољава задати систем производње, продуктивност задржава на оној вредности за коју је просечна вредност благостања једнака оној која је потребна за просту репродукцију популације (Слика 7). Са графикана је уочљиво да постоји једна тачка у којој за дату величину популације крива продуктивности има највећу вредност у односу на граничну линију између зоне „изобиља” и „беде”. Према Вуду, величина

популације у тој тачки је оптимална величина популације, јер је у њој постигнуто максимално могуће просечно благостање за дати систем производње.



Слика 7. Вудова верзија малтузијанског модела (према Wood 1998: Fig. 8): а) раст продуктивности у односу на величину популације б) раст популације у времену.

Вуд поставља питање која су локална равнотежна стања система¹¹ који се понаша према овако моделованој динамици (Слика 7). У овом случају равнотежна стања су она стања у којима је стопа раста популације једнака нули, а то је случај само онда кад крива која описује продуктивност система у зависности од величине популације сече теоријску линију минималног благостања потребног за просту репродукцију популације дате величине. Као што се види на графикону (Слика 7), постоје три такве тачке које представљају равнотежна стања за величину популације, од којих су само два стабилна. Прво стабилно равнотежно стање је оно у којем је величина популације једнака нули¹², а друго стабилно равнотежно стање је оно у коме функција продуктивности достиже максимум¹³. Нестабилно равнотежно стање је оно које одговара минимуму популације за одрживост система и налази се између два стабилна равнотежна стања¹⁴. Вуд наглашава једну веома важну чињеницу која следи из анализе овог модела, а то је да тачка оптималне величине популације у којој је благостање максимално

11 Равнотежна стања система су она стања у којима нема промене система (тј. у овом случају мерене променом у величини популације). Равнотежна стања могу бити стабилна и нестабилна. Стабилна равнотежна стања су она стања код којих мали поремећаји система, на једну или на другу страну (у овом случају мало повећање или смањење величине популације у односу на величину у равнотежном стању), не доводе до трајних промена, већ се систем сам враћа у равнотежно стање (на пример, лопта која се скотрља у јаму зауставиће се у локално стабилном равнотежном стању, ако се мало помери на било коју страну, опет ће се вратити на исто место). Нестабилна равнотежна стања су она стања код којих мала промена изазива трајну промену ка неком од локалних стабилних равнотежних стања. Та равнотежна стања су само теоријски могућа као равнотежна, али најмањи поремећај на једну или на другу страну доводи до трајне промене (нпр. можда је могуће теоријски пронаћи тачку на којој би јаје могло да стоји на врху танке игле, али је врло мало вероватно да се у пракси јаје постави на ту тачку, а и најмањи поремећај ће трајно нарушити равнотежу).

12 Ако би се популација повећала мало изнад нуле, она би опет морала пасти на нулу јер је крива производње испод теоријске линије минимума благостања неопходног за репродукцију.

13 Ако би популација опала мало испод те вредности, она би се опет вратила у ту вредност јер је у том домену крива продукције изнад линије минималног благостања потребног за просту репродукцију, а ако би популација нарасла мало изнад те вредности, морала би да се врати на њу, јер је у том домену крива продуктивности опет испод линије минималног благостања.

14 Ако популација падне испод тог нивоа, систем није одржив, јер је крива продуктивности испод линије минималног благостања и популација опада, а ако порасте изнад тог нивоа, популација ће наставити да расте и систем прелази ка другом стабилном равнотежном стању тј. ка тачки демографског zasiћења, јер је у тој области крива продуктивности изнад линије минималног благостања.

(где је вишак у односу на линију минималног благостања највећи), како је дефинисана у претходном пасусу, није уопште равнотежна тачка. Она ће у једном тренутку бити досегнута, али динамика система је таква да ће се систем померити из те тачке до равнотежног стања где је просечно благостање опет на минимуму за репродукцију. Вуд такође примећује да за одржавање равнотежне вредности нису нужни катастрофични услови, јер се смањени раст може добити и смањењем наталитета, а не нужно повећањем морталитета.

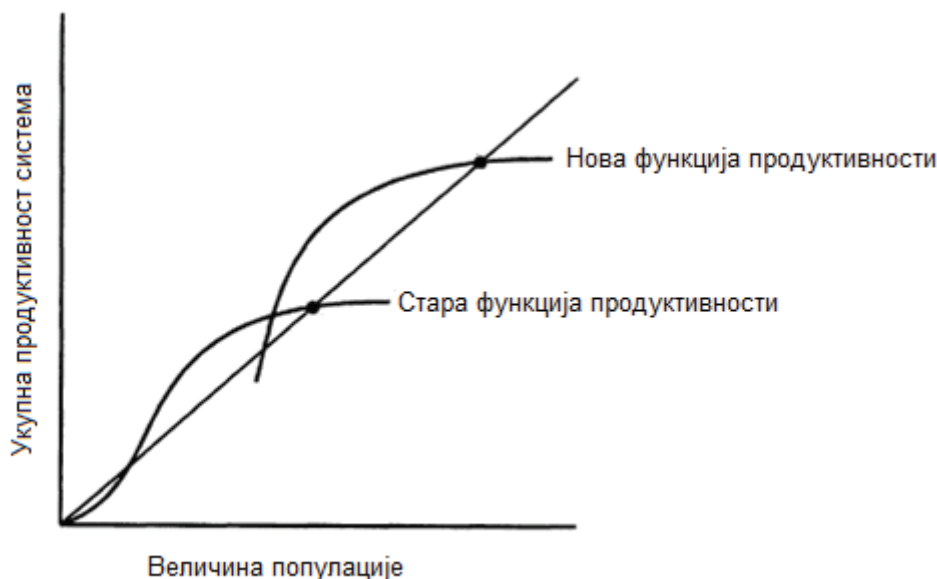
Увођење босерупијанске компоненте у модел – Малтус–Босеруп теорија

Вудова формализација Малтусове теорије савршено обухвата све њене аспекте и даје предвиђања популационе динамике која су у потпуности сагласна са Малтусовим предвиђањима. Као што ће се видети у даљем тексту, овај модел заиста одговара стварности у многим случајевима, нарочито када се посматра демографска динамика одређених популација у краћем временском периоду (неколико деценија или чак и векова), али он не објашњава чињеницу да је величина људске популације гледано на скали мереној миленијумима несумњиво расла. Као што Вуд примећује, и сам Малтус је био свестан да би увећање обима ресурса (нпр. крчење шума или развој технологије) дозволило даљи раст система тако што би се повећала вредност демографског засићења, али ови фактори су егзогени у односу на саму теорију, јер нису део самог модела. Код Естер Босеруп, срж теорије су технолошко-економске иновације које су последица популационог притиска, а како Вуд наглашава, позивајући се на Каугила (Cowgill 1975a), раст популације је код Босеруп спољни фактор, тј. није саставни део теорије (Wood 1998: 101). Вуд на истој страни примећује да сама Босеруп и многи њени читаоци мешају раст популације, густину популације и притисак популације на ресурсе и истиче да је само ово последње релевантно за теорију популационе динамике¹⁵. Дакле, синтетичка теорија би морала имати и величину популације и технолошко-економске промене које померају границу демографског засићења услед популационог притиска као ендogene елементе, да би се могла сматрати истинском синтезом два теоријска система.

Вуд популациони притисак (који према Босеруп узрокује технолошко-економски раст) дефинише као још једну квантитативну променљиву. Такође, Босеруп претпоставља да постоји нека вредност благостања која је перципирана као минимални прихватљиви стандард живљења, а која је нешто изнад вредности благостања за минималну репродукцију. Назваћемо ову вредност културни минимум благостања. Популациони притисак у том случају биће дефинисан тако да има вредност нула када је ниво просечног благостања једнак културном минимуму, да узима позитивне вредности (стимулише технолошко-економски развој) када је просечно благостање испод културног минимума, а негативне када је изнад културног минимума. Када се ови елементи додају претходно развијеном малтузијанском моделу, математичка анализа показује да ће систем сам од себе неизбежно досегнути тачку културног минимума благостања пре него што популација достигне ниво демографског засићења. Када се то деси, популациони притисак ће постати позитиван што ће кроз технолошко-економски развој подићи популациони капацитет односно вредност демографског засићења популације (Слика 8). Другим речима, сама динамика система омогућаваће раст популације и технологије, где су оба фактора уједно и узрок и последица. Вуд примећује да чак није неопходно да културни минимум буде изнад репродуктивног минимума, довољно је да буде једнак репродуктивном,

¹⁵ Вуд правилно примећује да се њена теорија односи само на ово последње тј. на популациони притисак на ресурсе, односно на ситуацију када се однос између конзументата и производног учинка мења у неповољном смеру. Дакле, нису раст популације и густина популације сами по себи довољни да стимулишу економске и технолошке иновације, већ се то дешава само у ситуацији повећаног притиска на ресурсе (који се директно одражава на благостање). Та граница, када долази до популационог притиска, специфична је за сваку врсту ресурса, животне средине, ниво технологије и друштвену организацију производње.

јер ће свака мала осцилација популације преко репродуктивног нивоа довести до позитивног популационог притиска који омогућава даљи раст (Wood 1998: 111–112)



Слика 8. Малтус–Босеруп модел популационе динамике и продуктивности (према Wood 1998: Fig. 9)

Као што Слика 8 приказује, последица овог синтетичког модела јесте „степенаст“ образац раста. При томе, треба нагласити да модел не одређује који је то тачно временски интервал у ком популациони притисак производи нова технолошко-економска решења, нити је нужно да у сваком конкретном случају та решења буду пронађена (ни да постоје). Дакле, могуће је да у неком конкретном случају услед егзогених фактора (нпр. епидемија, непостојање технолошког решења) систем остане на малтузијанском сценарију, али у принципу Малтус–Босеруп теорија на дуге стазе предвиђа раст.

Као што је већ речено у секцији у којој је разматрана теорија Естер Босеруп, чини се да се популација на мањим временским и просторним интервалима понаша малтузијански, а на већим босерупијански. Међутим, то би било тачно само у ограниченој мери, оној која се односи на величину популације, јер у сваком емпиријском случају треба утврдити да ли је технолошки напредак био узрокован популационим притиском или је до технолошког напретка дошло независно од вредности популационог притиска (што се онда своди на малтузијански сценарио), што није једноставан задатак.

Вуда је интересовало и једно још дубље питање, које задире у саму мотивацију оваквих промишљања још од Малтусових дана, а то је шта се дешава са просечним људским благостањем и, не мање важно, шта се дешава са варијацијама у благостању између индивидуа које чине популацију. Вуд математички показује да се, упркос расту продуктивности и популације на дуге стазе који предвиђа Малтус–Босеруп теорија, просечно благостање не мења, већ га систем увек враћа на репродуктивни или културни минимум (оно наравно расте са почетном експанзијом система, али опада до репродуктивног минимума када се прође тачка оптималне величине популације). Када је реч о варијацијама у благостању квантификованих кроз варијансу¹⁶ благостања, Вуд показује да се у почетним фазама експанзије система и

¹⁶ У статистици, варијанса је квантитативна мера одступања појединачних опсервација од просека. Она представља просечну вредност квадрираних одступања од просека.

повећањем благостања повећава и варијанса у благостању тј. неједнакост људи. На крају, када систем опет дође до репродуктивног минимума за благостање, варијанса се враћа на исти ниво као и пре експанзије система. Дакле, из ове перспективе можемо да закључимо да када је реч о благостању, малтузијански сценарио је доминантан, јер модел предвиђа да ће систем увек завршити на нивоу благостања који је исти, без обзира на његов апсолутни раст у аспекту величине популације. Овде треба напоменути да Вуд претпоставља да су домаћинства основне јединице између којих постоје варијације тј. да су домаћинства независне производне јединице. Дакле, Вудов модел можемо посматрати као неку врсту базичног модела, јер нарушавање те претпоставке, нпр. ако домаћинства нису независне производне јединице, може утицати на, рецимо, појачање неједнакости које предвиђа нулти модел или можда на смањење. У сваком случају овај последњи аспект Вудове теорије повезује демографску динамику са социо-економским структурирањем популације, што је веома важно питање из перспективе друштвених наука.

Поглавље 2:

Значај демографских димензија у антрополошкој и археолошкој теорији

У претходном поглављу представљени су фундаментални теоријски оквири за проучавање демографије у друштвеним наукама. Циљ овог поглавља је да представи улогу демографских аспеката у конкретним археолошким теоријско-методолошким системима односно у општим антрополошким теоријама на које се оне ослањају. Овај преглед свакако неће бити исцрпан дијахрони и синхрони преглед археолошке и антрополошке теорије, већ ће бити фокусиран на кључне теоријске системе који су релевантни за савремену антропологију и археологију.

Демографија и културно-историјска археологија

Културно-историјска археологија представљала је, а у многим академским заједницама, укључујући и српску, и данас представља, доминантан теоријско-методолошки оквир. Антрополошком основом културно-историјске археологије могу се сматрати различите форме културно-партикуларистичких и дифузионистичких школа и праваца из прве половине двадесетог века, мада је однос културно-историјске антропологије и културно-историјске археологије био веома сложен у Европи (Палавестра 2011), а посебно у Србији (Палавестра 2005; Palavestra 2011). С обзиром на велики значај ове школе мишљења, логично је почети разматрање управо од овог теоријског правца.

Миграције

Два основна принципа којима се објашњава културна промена у оквиру културно-историјске парадигме су миграција и дифузија (Olsen 2002:32, 116–121; Палавестра 2011:118–125). Миграција је прворазредни демографски концепт – померање људи у простору. Такође, историја заиста бележи многобројне случајеве миграција које су значајно утицале како на политичку тако и на културну историју (нпр. Велика сеоба народа, долазак Мађара на просторе данашње Мађарске, крај Средњег краљевства и инвазија Хикса у Египту, пропаст Акада и инвазија Гута у Месопотамији, грчка колонизација Медитерана, колонизација Америке итд.) Вођени многобројним историјским примерима, праисторичари су сваку већу промену у материјалној култури, најчешће у керамичким стиливима праисторијских култура, тумачили као последицу доласка нових популација.

Међутим, идеје о миграцијама нису настале само као последица просте екстраполације историјски забележених феномена у праисторијски период. Миграционистичке идеје у културно-историјској археологији често су имале упориште у расистичком виђењу човека и друштва. Другим речима, постојали су и теоријски разлози за позивање на миграције као механизме културне промене. На пример, Вилијам Солас (William Sollas) и Густав Косина (Gustaf Kossinna) сматрали су да је миграција једини могући начин да се „супериорна” култура прошири на области са „нижом” културом, тј. да „супериорна” култура превлада,

јер носиоци „нижих” култура нису способни да прихвате тековине „супериорне” културе због своје расне (биолошке) инфериорности (Палавестра 2011:121, 125–127). Ако носиоци „нижих” култура нису способни да прихвате културне елементе „супериорне” културе, а у неком тренутку су само ти елементи присутни на неком простору, може се закључити да су они морали и физички нестати, а не само културно. Спона између демографије у виду померања популација, где су биологија (тј. раса и порекло) и култура (етнички идентитет) нераскидиво повезани, манифестовала се и у истраживањима физичких антрополога у тзв. типолошкој фази, у којој је непосредни циљ физичких антрополога био типолошко (расно) опредељење скелета како би се одређени биолошки тип људи везао за одређену археолошку културу (о сложеним интеракцијама ових концепата на примеру југословенске археологије и физичке антропологије видети Milosavljević 2012, 2013).

Ипак, упркос овим бројним референцама на миграцију као демографски концепт, демографски аспекти суштински нису имали никакву дубљу улогу у културно-историјским теоријама културе. Са епистемолошког становишта, миграције су као узроци културне промене само нека врста *ad hoc* објашњења, јер ништа у партикуларистичкој теорији културе не спецификује који механизам доводи до миграција¹⁷, иако је постојао теоријски разлог зашто само миграција може да доведе до културне промене. Дакле, иако је демографски концепт миграције коришћен као објашњење, на теоријском нивоу није постојала интеграција између демографске и културне динамике у смислу објашњавања на који начин и зашто уопште долази до миграција.

Демографски аспекти процеса културне дифузије у културно-историјској археологији

Дифузија као процес ширења културних информација (нпр. обичаја, технологије, институција, материјалне културе и њених атрибута) у простору и времену на први поглед није демографски процес, међутим ако се детаљније погледа на који начин су културно-историјски археолози конципирали механизме дифузије, јасно је да је и дифузија заправо могла имати демографску компоненту. Да би до дифузије културних елемената уопште дошло, припадници различитих култура су некако морали доћи у контакт, а исто тако су и припадници различитих заједница у оквиру исте културе морали долазити у контакт како би се информација ширила дифузијом. Овај контакт није морао бити демографски релевантан (нпр. ако се радило искључиво о односима трговине и размене идеја и добара, без трајне размене људи између популација) али је могао бити, ако се радило о трајном пресељењу или размени брачних партнера. Као пример објашњења образаца формалне варијације материјалне културе у касном неолиту Балкана у демографском кључу може се навести чланак Јована Глишића у коме се обрасци сличности у керамичком стилу између насеља винчанске културе разматрају у контексту миграција везаних за егзогамију и правила брачног пребивања (Глишић 1968). Сличан пример је и објашњење Милутина Гарашанина за порекло *Мајрес питоса* на локалитету Бело брдо у Винчи (Garašanin 1979:198). Гарашанин је закључио да је Мајрес питос, посуда великих димензија израђена у стилу потиске културе, морао бити направљен у самој Винчи, јер није могао бити пренесен из неког другог насеља због своје величине.

17 Када је реч о расистичким варијантама миграционистичких објашњења, теоријску експликацију узрока миграција дали су нацистички идеолози кроз појам *Lebensraum* (нем. животни простор), тј. потребу да се аријевски немачки народ умножава и неумитно шири како би се снабдео ресурсима за одржавање живота и даљу експанзију (за генезу овог појма видети Smith 1980). Овакве идеје за обликовање демографије народа зарад експанзије (тј. рата) опште су место у националистичким дискурсима у савременом свету, па и у нашој земљи – када је реч о демографским трендовима, чести су текстови у којима се позива на хитно повећање наталитета ради очувања и експанзије сопствене нације, насупротив експанзији других нација.

Особа која је направила Мајрес питос, према Гарашанину, била је жена која се родила у неком насељу потиске културе, а која се касније удала за мушкарца из Винче.

Међутим, и у случају дифузије, чак још више него што је то ситуација са миграцијом, јасно је да је позивање на демографске концепте, као што су обрасци сродства и брачног пребивања, периферно односно егзогено у односу на језгро саме теорије тј. да демографски аспекти не фигурирају као битан чинилац у теоријској основи. Стога се као општи закључак може извући то да демографски аспекти заправо нису имали никакву дубљу теоријску улогу у оквиру културно-историјске археологије.

Неоеволуционизам, културна екологија и процесна археологија – успон археолошке демографије

Општи антрополошки теоријски оквир процесне археологије био је и остао (ако се данас уопште може говорити о процесној археологији као посебном истраживачком оквиру) неоеволуционизам¹⁸(Olsen 2002; Trigger 1989; Палавестра 2011). Заправо, може се слободно рећи да почеци археолошке демографије у правом смислу речи припадају оквиру процесне археологије тј. да се демографски аспекти интегришу у теорију културне промене, јер величина и промена величине популације имају значајну улогу у неоеволуционистичкој теорији културе и то у два њена кључна домена – еволуцији друштвене комплексности и технолошко-економско-еколошком домену тј. културној екологији у најширем смислу речи. Свест о теоријском значају демографских димензија у неоеволуционистичкој антрополошкој теорији покренула је и истраживачки рад на развоју методологије за проучавање и реконструкцију демографских димензија популација из прошлости. Дакле, не само у теоријском већ и у методолошком смислу, археолошка демографија историјски води порекло из ширег антрополошког контекста (Dumond 1965; Spooner 1972), а демографске димензије добијају значајну улогу у процесној археологији 60-их и 70-их година 20. века, нарочито када је реч о објашњењу феномена настанка и ширења неолита (видети нпр. Ucko, Tringham, and Dimbleby 1972; Hassan 1978, 1981; Acsádi and Nemeskéri 1970; Ammerman and Cavalli-Sforza 1971, 1973; Carneiro and Hilse 1966; Hassan and Sengel 1973; Binford 1968; Flannery 1969; Weiss 1973).

Величина популације и друштвена комплексност

Антрополози су одувек наслућивали да постоји веома јака корелација између величине популације и сложености друштвене организације односно друштвене комплексности. Појам друштвене комплексности је централни појам теорије социокултурне еволуције и има своју дугачку историју још од класичног (унилинеарног) еволуционизма 19. века тј. од идеје да културе еволуирају (напредују) кроз време од простих до сложених, где је западна цивилизација виђена као најсложенија друштвено-културна форма (Spencer 1997; Палавестра 2011; Trigger 1998). Морганова развојна секвенца људских друштава од дивљаштва преко варватства до цивилизације (Morgan 1981) представља класичан пример идеје повећања сложености друштва у оквиру деветнаестовековне теорије социокултурне еволуције. У оквиру неоеволуционистичке теорије одбачене су вредносне конотације усложњавања култура тј. идеја

¹⁸ Термини неоеволуционизам и теорија социокултурне еволуције у овој књизи означавају скуп сличних теоријских приступа развијених у оквиру америчке антропологије у другој половини 20. века који се широко могу дефинисати као мултилинеарни еволуционизам (видети Палавестра 2011: 181–191). Кључни теоретичари овог општег антрополошког теоријског правца су Лесли Вајт, Џулијан Стјуард, Елман Сервис, Маршал Салинс и Роберт Карниро.

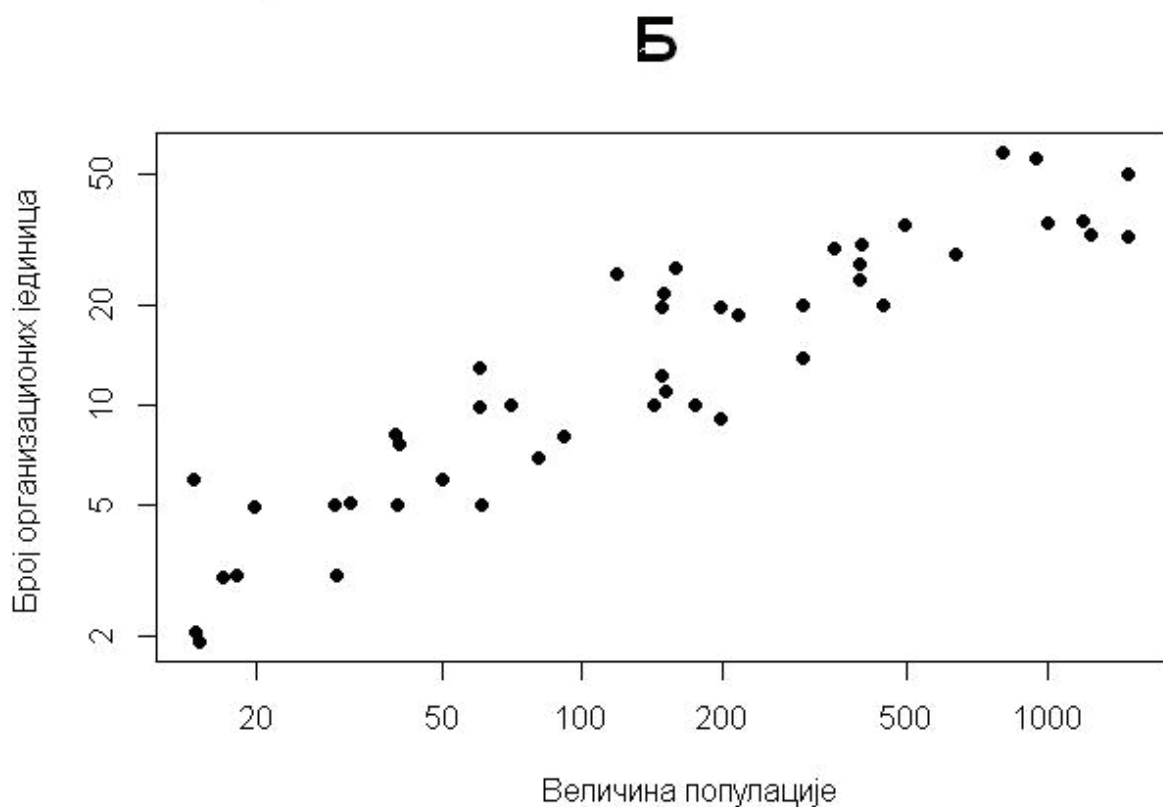
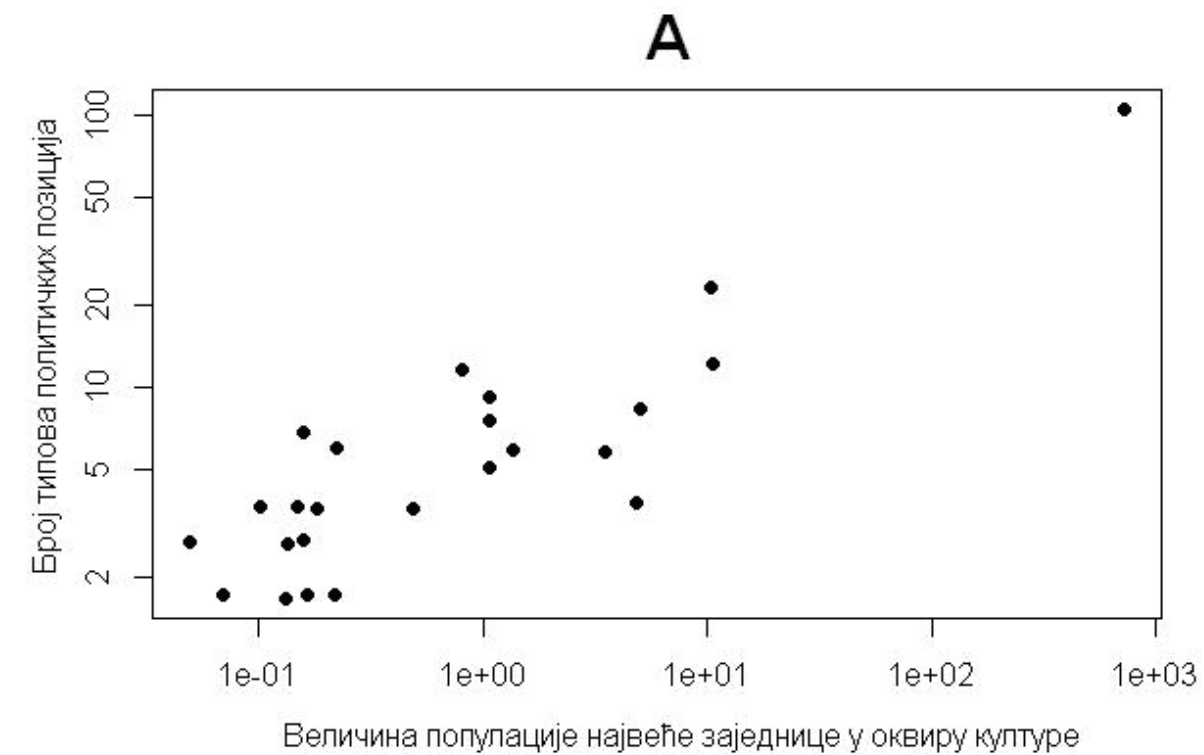
прогреса, али задржана је идеја да постоји општи тренд повећања друштвене комплексности током људске (пра)историје тј. општа социокултурна еволуција (Sahlins and Service 1960).

Концепт друштвене комплексности је и сам сложен, јер садржи неколико различитих, али повезаних аспеката друштва и културе. Грубо речено, у неоеволуционистичкој теорији под повећањем друштвене комплексности подразумевало се повећање степена хијерархизације и бирократизације друштва које је праћено све већом социо-економском диференцијацијом и специјализацијом. Како би се омогућило емпиријско тестирање хипотеза у којима фигурира овај концепт, антрополози су операционализовали концепт друштвене комплексности конструишући скале комплексности на основу димензија етнографски забележених друштава (Naroll 1956; Carneiro 1962; Murdock and Provost 1973). Иако постоје епистемолошке недоумице око концепта друштвене комплексности и његовог мерења (Denton 2004; Chick 1997), ради се свакако о корисном концепту, који је издржао и емпиријски тест, јер се показало, када се друштвена комплексност операционализује на дијахроном узорку према историјским и археолошким подацима, да заиста може да се прати тренд повећања кроз време (Peregrine, Ember, and Ember 2004).

Иако су антрополози одавно препознали да постоји веза између величине популације и друштвене комплексности (нпр. Kroeber 1948:272), истраживачи попут Карнира, Ембера и Нерола успели су да ову везу, односно један њен аспект који се односи на политичку комплексност мерену бројем политичких позиција у неком друштву, ригорозно демонстрирају на кроскултурном нивоу (Ember 1963; Carneiro 1986, 1962; Naroll 1956). Ова истраживања су показала да што је већа популација, већа је социополитичка сложеност друштава. Величина и густина популације постали су кључни фактори у објашњењима настанка сложенијих друштвено-политичких форми као што су поглаварства и државе (Carneiro 2000, 1970; Johnson and Earle 2000; Peebles and Kus 1977), али и еволуције сложених ловачко-сакупљачких друштава (Keeley 1988; Binford 2001), мада су постојала и супротна мишљења како наводи Тимоти Ерл (Earle 1989) у приказу веома важног семинара о еволуцији поглаварстава (видети и Cowgill 1975a).

Међутим, утврдити корелацију је једна ствар, прави теоријски изазов је објаснити узрок који стоји иза уочених кроскултурних образаца. У сада већ класичној студији Грегорија Џонсона (Johnson 1982) понуђено је теоријско објашњење за уочене обрасце. Прво, Џонсон је уочио да јака веза постоји само на великим интервалима величине популације, а да у мањим интервалима постоји значајна варијација у хијерархизацији (Слика 9). На пример, у распону популације од 50 до 500 особа, коефицијент корелације за логаритамски трансформисане податке¹⁹ је готово једнак нули, на распону од 50 до 1000 је 0.626, да би тек на пуном интервалу од 50 до 20.000.000 људи достигао вредност од 0.905. Дакле, на мањим интервалима, укупна величина популације није увек најбољи предиктор размере друштва. Поставља се питање како објаснити те варијације на мањим скалама, ако величина популације значајно утиче на усложњавање.

19 Логаритамска трансформација подразумева рачунање вредности логаритма (природног или обичног) величине популације и броја политичких позиција за сваку опсервацију из узорка. Уколико је однос трансформисаних променљивих линеаран, као што је овде случај, то значи да је он нелинеаран (сличан експоненцијалном) код нетрансформисаних података.



Слика 9. А) однос броја типова политичких позиција и величине популације највеће заједнице (модификовано према Ember 1963: Figure 1) Б) однос броја организационих јединица (Гутманова скала комплексности) и величине популације (модификовано према Carneiro 1986: Fig. 1)

На основу експерименталних истраживања малих група која су спровели психолози и социолози, Џонсон је показао како постоји гранична максимална величина групе у којој је могуће ефективно доношење одлука без стварања хијерархије. Величина ове групе износи 6 индивидуа. Преко 6 индивидуа ефикасност у доношењу одлука учествовањем свих чланова групе (дакле неком врстом консензуса) опада и тада наступа оно што Џонсон назива *скаларним стресом*. Ова граница јесте последица природног ограничења меморијског капацитета људског когнитивног система. Оно што доводи до велике варијације у односу размере и величине популације јесте то што се број 6 не мора нужно односити на индивидуе, већ на било који организациони модул или, како то назива Џонсон, *базалну јединицу*. Оно што још треба узети у обзир јесу и демографске карактеристике популације – из рачуна треба искључити особе које не учествују у процесу доношења одлука – нпр. децу. Максимална укупна величина егалитарно организоване групе варираће у зависности од тога да ли је базална јединица популације одрасли појединац, нуклеарна породица, проширена породица или другачије дефинисана скупина. На пример, замислимо да једно насеље нарасте у величини са 5 на 10 нуклеарних породица. Ако је до тада нуклеарна породица била базална јединица и ако су одлуке на нивоу насеља доношене консензусом представника тих породица (дакле, у егалитарном маниру), то више није могуће, јер је њихов број прешао број шест. Једна алтернатива јесте да нека породица оствари своју доминацију над свима осталима, док би егалитарна алтернатива била да се формирају нове базалне јединице одлучивања на нивоу насеља у виду проширених породица. Унутар проширених породица било би могуће доносити одлуке консензусом, а то би исто било могуће и на нивоу насеља док год је број проширених породица у насељу мањи од шест. Сада је јасније зашто су варијације у комплексности релативно велике на малим интервалима. У зависности од величине, броја и врсте базалних јединица, могући су различити прагови после којих долази до хијерархизације. Другим речима, могуће је одржати мање сложену и релативно егалитарну друштвену структуру тако што ће се када дође до скаларног стреса тј. када број базалних јединица пређе број 6, формирати нове, крупније базалне јединице вишег нивоа које ће чинити базалне јединице нижег нивоа. Одлуке се онда доносе од најнижег ка највишем нивоу кроз секвенцу. Ово је Џонсон назвао *секвенцијалном хијерархијом*.

Насупрот секвенцијалним хијерархијама стоје *симултане хијерархије*. Симултане хијерархије су оно што се обично подразумева под термином друштвена хијерархија – особа или особе на врху имају директну контролу над свим нижим нивоима и могу моментално да утичу на доношење одлука (обично кроз више хијерархијских нивоа). Дакле, у ситуацији скаларног стреса друштва имају две могућности: или да настане секвенцијална хијерархија или да настане симултана хијерархија. Међутим, секвенцијалне хијерархије не могу се стварати у недоглед са повећањем популације, јер ће у једном тренутку број нивоа толико нарасти и комуникација између њих бити спора и непоуздана што ће на крају довести до колапса оваквог система услед неефикасности и до стварања симултаних хијерархија. Фејнман је направио преглед емпиријских и теоријских истраживања и установио да се већина истраживача слаже да је величина популације највећег насеља при којој обично настају (симултана) хијерархијска друштва негде између 2000 и 3000 људи (Feinman 2011).

Кристина Косе је, такође ослањајући се на ограничења људског памћења, покушала да утврди које су то критичне величине популације после којих мора доћи до хијерархизације (Kosse 1990). Она је установила да је максимална величина популације где је могућ контакт лицем у лице и директан пренос информација 500 особа. Максимална величина популације где информација може релативно брзо да дође до свих чланова неформалним путевима јесте око 2500 људи. Косеова закључује да је управо величина популације од 2500 ± 500 особа граница после које мора доћи до хијерархизације. Према Косеовој, у популацији ове величине постоји око 500 одраслих мушкараца, а варијације од ± 500 особа јављају се услед различитих

демографских услова као што су просечна величина породице, процентуални однос полова, фертилитет и сл. Косеова смешта она друштва код којих се величина популације у највећем насељу креће између 500 и 2500 људи у тзв. *Big Man* друштва.

Још једна независна потврда значаја величине популације за организациона својства људских друштава дошла је из области неуронаука, конкретно из резултата студије Робина Данбара (Dunbar 1993; Hill and Dunbar 2003). Данбар је у овој студији на основу емпиријски утврђене статистичке везе која постоји код примата између односа запремине неокортекса и укупне запремине мозга са једне, и просечне величине друштвене групе са друге стране, израчунао да би код људи просечна величина групе требало да износи око 150 индивидуа (упоредити са Forge 1972; Adler and Wilshusen 1990). Ову величину популације Данбар интерпретира као максималну величину групе у којој је могућа интеракција сваке индивидуе са свим осталим индивидуама, а корелација са запремином неокортекса тј. дела мозга који је задужен за најкомплекснију обраду информација, указује да је ово ограничење такође когнитивне природе. Данбар даје преглед археолошких, историјских и етнографских података и показује како се број од око 150 индивидуа често јавља као значајна и гранична вредност у људским друштвима. На пример, заједнице Хутерита²⁰ цепају се у тренутку када локална заједница нарасте између 100 и 200 индивидуа (видети и Alberti 2014).

Величина популације и културна екологија

Џулијан Стјуард, један од кључних теоретичара неоеволуционистичке школе, установио је културну екологију као фундаментални део теорије социокултурне еволуције (Stjuard 1981). Сам концепт мултилинеарне еволуције је у тесној вези са екологијом, јер различите еволутивне трајекторије људских култура управо настају услед различитих одговора на изазове животне средине. Значај животне средине у теорији социокултурне еволуције препознат је и у процесној археологији, где су велики напори у теоријском, методолошком и емпиријском правцу чињени како би се реконструисали еколошки аспекти друштава у прошлости.

У контексту еколошког приступа, људска врста је тек још једна врста у екосистему на коју утичу фактори животне средине, а и обрнуто – човек својим деловањем утиче на своју животну средину. Основни проблем који људска култура треба да реши као „екстрасоматска адаптација” на животну средину (White 1959; Vajt 1970) јесте да људима обезбеди ресурсе за преживљавање и репродукцију. Људске популације су неизбежно део једног ширег термодинамичког система протока материје и енергије, а ова веза се на фундаменталном нивоу манифестује кроз начин на који људске заједнице долазе до хране, јер храна је материја која се конвертује у енергију, а енергија представља основну „валуту” у сваком термодинамичком систему. Организација долажења до хране (било да су у питању ловачко-сакупљачке или сточарско-земљорадничке заједнице) и технологија која се користи у ове сврхе одређују могућности људских друштава да произведу енергију, а величина популације директно одређује неопходну количину материје и енергије. Такође, доступна количина материје и енергије ограничава и величину популације на неком подручју.

С обзиром на то да величина популације утиче и на друштвену структуру и организацију, улога демографије у термодинамичком систему је двострука, јер осим тога што диктира потражњу, она у исто време одређује и могућности производње. Теорија Естер Босеруп (видети Поглавље 1) представљала је управо оно што је антрополозима (Spooner 1972), а посебно археолозима (нпр. Young 1972), мада не свима (Cowgill 1975a, 1975b; Hassan

²⁰ Хутерити су једна од реформистичких хришћанских секти која је у 19. веку из Европе дошла у Америку и тамо установила велики број заједница. Хутеритске заједнице имају највеће историјски и етнографски забележене стопе фертилитета (видети Поглавље 4).

1981:174–175), било потребно за разумевање социокултурне еволуције, јер је ова теорија на елегантан начин повезивала величину популације са екологијом, економијом, технологијом и друштвеним односима. Појам интензификације постаје кључни појам у оквиру процесне археологије. Интензификација се најчешће дефинише као процес повећања производње хране по јединици површине животне средине (Binford 2001:363), мада може се говорити и о интензификацији у ширем смислу, односно повећању комплексности друштва које је у тесној вези са интензификацијом у ужем смислу.

Класичну илустрацију значаја демографије за културну промену изазвану променама у екосистему представљају Бинфордова и Фланеријева теорија неолитизације. Бинфордова чувена хипотеза о постплеистоценским адаптацијама представља класичну илустрацију значаја демографских димензија односно њихове интеграције са еколошким факторима у процесу културне промене (Binford 1968). Према овој хипотези, климатске промене на почетку холоцена резултирале су већом доступношћу акватичких ресурса, а експлоатација акватичких ресурса резултирала је повећаном седентарношћу која је довела до пораста популације. Услед наплог раста, део популације је био принуђен да мигрира и да се „прелије” из централних зона (око акватичких ресурса) у маргиналне зоне ниже продуктивности. Ово је створило велики популациони притисак на ресурсе у маргиналним зонама и једино адаптивно решење било је да се почне са производњом хране тј. са земљорадњом.

Фланеријев модел је сличан Бинфордовом, с тим што код Фланерија нису толико значајни акватички ресурси, већ он говори о *револуцији широког спектра* (енг. *broad spectrum revolution*) која подразумева проширивање репертоара биљака и ловљених животиња на почетку холоцена услед промене климатских услова (Flannery 1969). Оваква промена у начину и организацији лова и сакупљања довела је до пораста популације у зонама око речних долина (Фланери је пре свега имао у виду Еуфрат), а популација се преливала из ових области у маргинална подручја (брдовите обронке) где је услед популационог притиска земљорадња настала из нужде.

Када је реч о моделима неолитизације Европе као и културним процесима током неолита, теорија Естер Босеруп видљиво фигурира као интерпретативни оквир. На пример, хипотеза да су ранонеолитске заједнице Европе практиковале експанзивну земљорадњу која се заснивала на сталном крчењу нове шуме и великој резиденцијалној мобилности заснована је делимично на емпиријским обрасцима попут поленских дијаграма са севера Европе који су указивали на цикличну смену дрвенасте вегетације и трава, затим на чињеници да се „неолитски пакет” ширио релативно брзо по Европи (Ammerman and Cavalli-Sforza 1973, 1971). *Култура линеарне керамике* (нем. *Linearbandkeramik* –LBK) ширила се релативно брзо од Мађарске до Украјине и Немачке (Dolukhanov et al. 2005), али је исто тако била и теоријски привлачна због тога што се ово брзо ширење одлично уклапало са теоријом интензификације Естер Босеруп, тако да је логично да почетак неолита у Европи буде повезан са најмање интензивном формом земљорадње, односно екстензивном земљорадњом заснованом на крчењу шума. Касније се показало да са овом хипотезом постоје многи проблеми како на теоријском нивоу, тако и са одсуством емпиријског утемељења на основу модерних археоботаничких података (Bogaard 2005, 2004a, 2004b; Isaakidou 2011), али је теорија интензификације била коришћена као интерпретативни оквир у процесним студијама неолита и неолитизације. Одличан пример који се односи на неолитску археологију Балкана представља хипотеза оекономској и друштвеној интензификацији од раног до касног неолита на територији централног Балкана (Tringham and Krstić 1990; Tringham 1992; Kaiser and Voytek 1983).

Својеврсна кулминација интеграције демографије и антрополошке неоеволуционистичке теорије спроведена је у капиталној студији Луиса Бинфорда *Constructing Frames of Reference: An Analytical Method for the Archaeological Use of Hunter-Gatherer and Environmental Data*

Sets (Binford 2001) где је показано како интеракција еколошких и популационих фактора доводе до промена у организацији ловачко-сакупљачких заједница, од којих је најважнија реорганизација ловачко-сакупљачких у земљорадничке заједнице. Бинфорд показује како густина становништва директно утиче на организациона својства ловачко-сакупљачких заједница јер одређује могуће границе мобилности заједнице, од чега зависи начин прибављања хране. Када се у одређеним условима надмаши неки праг густине, прелазак на земљорадњу постаје неминовност.

Демографија као кључна димензија – еволуционистичка теорија културе и еволуционистичка археологија

Теорија двојног наслеђивања (коеволуције гена и културе), теорија културне трансмисије и еволуционистичка археологија

С обзиром на то да теорија двојног наслеђивања, и теорија културне трансмисије као њен део, нису довољно познате у српској антропологији и археологији (у српској литератури ова теорија је поменута у Porčić 2013; Palavestra and Porčić 2008), потребно је прво представити основне концепте ових теорија и примену у археологији која је резултирала новим теоријско-методолошким феноменом у историји археолошке мисли – еволуционистичком археологијом (Lycett 2015; Shennan 2011; O'Brien and Lyman 2000; Lyman and O'Brien 1998).

Идеју да се културни процеси могу посматрати као аналогни процесима генетске трансмисије популаризовао је Ричард Докинс у једном поглављу књиге *Себични ген* из 1976. године представивши чувени концепт *мема* (Dokins 2010). Мем (или мема) је културни аналог гену, односно представља културни елемент (нпр. мелодију, украсни мотив, виц) који се преноси и модификује у популацији слично генима. Негде у исто време тј. крајем седамдесетих година прошлог века, група истраживача (кључни теоретичари били су Луиђи Лука Кавали-Сфорца, Маркус Фелдман, Роберт Бојд и Питер Ричерсон) развила је формалну теорију културне еволуције прилагодивши математичке моделе преузете из популационе генетике (Cavalli-Sforza and Feldman 1981; Boyd and Richerson 1985; Richerson and Boyd 2005). Еволуционистичка теорија коју су формулисали Кавали-Сфорца, Бојд и Ричерсон постала је позната под именом теорија двојног наслеђивања или теорија коеволуције гена и културе (Mesoudi 2015). Три основне поставке опште теорије двојног наслеђивања су:

1. Култура се може посматрати као еволутивни систем тј. као процес који се одвија на нивоу популације, а еволуција културе одвија се кроз различите модалитете културне трансмисије. Теорија културне трансмисије је део теорије двојног наслеђивања која се специфично односи на културу као еволутивни процес односно представља скуп еволутивних модела за културну промену конципирану као промену учесталости културних елемената на нивоу популације.
2. Потенцијал за културно понашање еволуирао је природном селекцијом и понаша се као други систем наслеђивања (пored биолошког) који одређује фенотип људи.
3. Биолошка и културна еволуција нису независне и интерагују на различите и често веома сложене начине.

Основна идеја која чини могућим повезивање теорије еволуције, првобитно развијене са циљем да објасни разноврсност и настанак врста живог света, са културом и културним процесима јесте могућност уопштавања теорије еволуције тј. њено одвајање од биохемијске

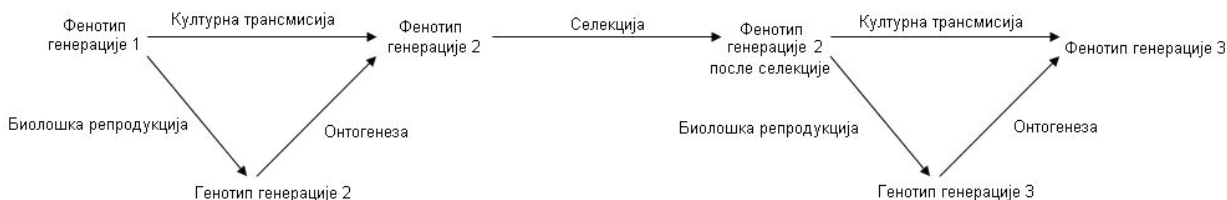
основе преношења наследне информације. У биолошкој еволуцији гени представљају физичку основу која носи наследну информацију. Гени могу мутирати, што стално уноси нову варијацију у систем, а варијабилност постоји како на нивоу генотипа, тако и на нивоу фенотипа на који средински фактори директно делују. Еволуција представља промену учесталости генотипова (и фенотипова) кроз време. Уколико неки генотипови имају већу адаптивну вредност (повећавају вероватноћу сопствене репликације у следећој генерацији генеришући фенотипске особине које повећавају вероватноћу репродукције организма носиоца, односно повећавају број потомака организма који има одређени генотип), онда овај процес називамо природном селекцијом. Уколико генотипови имају исту адаптивну вредност, до промене учесталости генотипова у популацији кроз време може доћи као последица чисто стохастичких процеса, односно ефекта узорковања. Овај процес назива се неутрална еволуција или дрифт.

Теорија еволуције као скуп принципа важи за било који систем где постоји варијабилност информације, наследност (могућност преношења информације) и могућност модификације, независно од основе која носи наследну информацију. Може се тврдити да је и култура један од таквих система, тј. да многи аспекти културе имају дарвинистичке одлике, односно да се неки културни процеси могу моделовати и конципирати као популациони процеси, у којима се културни елементи (нпр. обичаји, митови, материјална култура, језик, песме) понашају као генотипови (или мемоטיפови) који се преносе са индивидуе на индивидуу путем друштвеног учења²¹, при чему током преношења може доћи до модификације оригиналне информације, било свесно било несвесно (нпр. услед грешке у опажању или памћењу) (Mesoudi 2011; Richerson and Boyd 2005). Особа која прави неко јело, на пример палачинке, увек то ради по неком рецепту, а биће изабран само један рецепт за прављење палачинки од многих који тренутно постоје у популацији. Особа може случајно да погреши у припреми или да намерно измени рецепт (ове две могућности су аналогне мутацији), а да онда неко тај измењени рецепт копира. У зависности од тога да ли се рецепти насумично бирају или постоји неки селективни фактор који чини да неки рецепти буду привлачнији од других (цена, пријемчивост локалном укусу, доступност састојака) учесталост коришћених конкретних рецепата у популацији ће се кроз време мењати, баш као што се мења учесталост генотипова и фенотипова у биолошкој популацији. Слична је ситуација са избором имена људи (Hahn and Bentley 2003), популарношћу одређених врста паса (Herzog, Bentley, and Hahn 2004), преношењем урбаних митова (Stubbersfield and Tehrani 2013) или бајки (Tehrani 2013), а такође и са орнаментима на керамици (Bentley, Hahn, and Shennan 2004). Размотримо ово последње. Само једна варијанта орнамента може се наћи на одређеном месту на посуди, а грнчар увек одлучује која ће то варијанта бити. Да ли грнчар сваки пут осмишљава нови орнамент или нови облик посуде? Очигледно да не, јер онда на свету не би постојале две посуде истог облика или са истим орнаментом, а знамо да то није случај. Из овога следи да грнчар у већини случајева одлучује да преслика неку од постојећих варијанти, с тим што опет постоје различити начини избора (од кога преузима; да ли насумично преузима орнаменте; или неки имају већу вероватноћу избора) који ће произвести различите обрасце када се посматра учесталост варијанти. Дакле, основна претпоставка ове теорије, која је и емпиријски поткрепљена, јесте да је културна информација у људски мозак доспела друштвеним учењем (Boyd and Richerson 1985).

Други важан аспект теорије двојног наслеђивања односи се на биолошко наслеђивање и на интеракцију културног и биолошког наслеђивања. Према Бојду и Ричерсону, код људске врсте (али не само код људске врсте) постоје два система наслеђивања односно два канала трансфера информација који одређују фенотип јединке (као скуп физичких, психичких и бихевиоралних карактеристика) – биолошки и културни (Слика 10). Прво и пре свега, сам

21 Друштвено учење је било који процес у коме индивидуа преузима неку културну информацију од друге јединке, намерно или ненамерно, имитацијом или подучавањем.

капацитет за културу морао је еволуирати биолошком еволуцијом. Друго, култура утиче на гене као део животне средине тј. фактори селекције гена и генотипова могу бити генерисани у оквиру културе, као што то показује пример еволуције толеранције на лактозу²² (Gerbault et al. 2011). Такође, гени могу утицати на културу јер неке културне форме могу настати као директан одговор на биолошке чињенице, попут развоја знакових језика за глувонеме²³ (Levinson and Dediu 2013).



Слика 10. Схематски приказ два система наслеђивања и начина на који утичу на фенотип (модификовано према Boyd and Richerson 1985:6).

Формализација процеса културне трансмисије у оквиру теорије двојног наслеђивања подразумева је дефинисање различитих основних модела трансмисије и њихових комбинација (Mesoudi 2011; Cavalli-Sforza and Feldman 1981; Boyd and Richerson 1985; McElreath and Boyd 2007). Када је реч о путевима трансмисије, можемо разликовати вертикалну, косу и хоризонталну трансмисију. Вертикална трансмисија подразумева усвајање неког културног елемента од родитеља (нпр. знање о томе како се прави керамика). Занимљиво је да су етнографска истраживања показала да се велики број вештина и знања (између осталих и језик) у преиндустријским заједницама усваја управо на овај начин (Guglielmino et al. 1995; Cavalli-Sforza and Feldman 1981; Ohmagari and Berkes 1997; Hewlett, Annalisa De Silvestri, and C. Rosalba Guglielmino 2002; Shennan and Steele 1999). За оне елементе који се преносе вертикалном трансмисијом можемо очекивати да еволуирају на сличан начин као и биолошки системи – да њихова еволуција више личи на биолошку, тј. да буде ближа дрвету које се грана без укрштања грана, него дрвету код кога се гране и после одвајања поново укрштају и преплићу. Вертикална трансмисија одговорна је за корелације између језика и гена (Cavalli-Sforza 2001) јер се и језик и гени преносе директно од родитеља ка деци. Коса културна трансмисија дешава

²² Толеранција на лактозу односно могућност варења непрерађеног млека присутна је у већем проценту углавном код Европљана и њихових потомака (у Америци и Аустралији), као и код неких сточарских популација у Африци, док највећи проценат Азијске популације (нарочито у источној Азији) није толерантан на лактозу. Код Европљана је за ову способност одговорна мутација на само једном гену, док је код афричких популација толеранција на лактозу полигенски условљена, односно последица је мутација на више гена, што показује да је толеранција на лактозу независно еволуирала у Европи и Африци. Еволуција толеранције на лактозу представља школски пример коеволуције гена и културе, јер су се мутације које омогућавају варење млека јављале пуно пута у људској (пра)историји на различитим местима и у различитим временима. Међутим, учесталост ове мутације повећала се само у оним популацијама у којима је постојала селективна средина у којој је поседовање ове фенотипске карактеристике давало предност односно повећавало адаптивну вредност. Како је показано, присуство сточарства било је предуслов да се учесталост овог гена повећа. Дакле, култура је та (јер начин привређивања односно технологија долажења до хране је културна карактеристика) која је омогућила и узроковала повећање одређеног генотипа односно смер биолошке еволуције.

²³ У малим преиндустријским заједницама са учесталом ендегамијом може да се деси да у неким местима постоји велики проценат глувонемих особа (чак десетоструко већи него у околним популацијама). У тим случајевима спонтано настају и развијају се језици за глувонеме које знају и особе са нормалним слухом. Настанак ових језика омогућава нормалан друштвени (и сексуални) живот глувонемих особа, што са једне стране доприноси одржању генетске основе глувонемости, а са друге стране утиче на развој језика. Ово је пример како биологија (учесталост гена који узрокују глувонемост) директно утиче на културу (настанак и развој нове културне форме тј. знаковог језика за глувонеме). За детаље погледати Levinson and Dediu (2013).

се онда када се културна информација усваја од других припадника претходне генерације. Учење од учитеља, наставника или професора у образовним институцијама представља пример косе трансмисије.

Хоризонтална трансмисија је трансмисија између припадника исте генерације. Док је у биолошкој еволуцији доминантна вертикална трансмисија²⁴, у културној су све врсте могуће. Разлика у путевима трансмисије има значајне импликације по стопу еволутивне промене. У општем случају, они културни елементи који се преносе хоризонталном трансмисијом еволуираће брже од оних који се преносе вертикалном, јер ће трајање културне генерације бити далеко краће услед могућности већег броја епизода трансмисије током животног века особе. Дифузија културних елемената представља класичан пример хоризонталне трансмисије.

У биолошкој еволуцији постоје само две еволутивне силе, природна селекција и неутрална еволуција (дрифт). У културној еволуцији постоји већи број еволутивних модела, поред природне селекције и дрифта, који могу да утичу на промену учесталости културних варијаната кроз време. Ово су различите врсте културне селекције, од оне условљене особинама саме варијанте (нпр. већу вероватноћу трансмисије има краћи виц од дугачког вица), преко тзв. моделских пристрасности (избор оних културних елемената које поседује неки друштвени модел – нпр. носити исто одело као нека успешна и позната личност), до селективних модела који зависе од учесталости варијаната (конформистички и антиконформистички) (Richerson and Boyd 2005; Boyd and Richerson 1985; Shennan 2002).

Примену дарвинистичке теорије еволуције²⁵ на материјалну културу археолошког записа заговарао је још крајем седамдесетих година Роберт Данел (Dunnell 1980), али је за прави почетак емпиријских истраживања у домену еволуционистичке примене ове теорије у археологији кључан чланак Фрејзера Нејмана где је формулисана квантитативна методологија која је омогућила проучавање еволуционих процеса културе на основу археолошког записа (Neiman 1995). Од тада па до данас појавио се велики број теоријских, методолошких и емпиријских археолошких студија у овом теоријском оквиру са веома занимљивим резултатима (за преглед видети Lycett 2015; Shennan 2011; O'Brien and Lyman 2000; Shennan 2002).

Величина популације и технолошка комплексност

Једна од основних антрополошких и историјских чињеница је да се људске заједнице разликују у степену комплексности технологије. Гледано на најгрубљој скали, технолошка комплексност се кроз историју повећавала и повећава се и даље – људи овладавају све сложенијом технологијом, од производње хране, преко информационих технологија, до оружја. Овај општи тренд је могуће пратити од праисторије до данашњих дана. Сам тренд раста технолошке комплексности кроз време је занимљив сам по себи, али ствар постаје још занимљивија ако се повећа временска и просторна резолуција посматрања, па се уочи да је у неким временским интервалима и на неким местима долазило до привремених или трајних регресија у технолошкој комплексности тј. да је у неким заједницама дошло до губљења

24 Код готово свих биолошких врста гени се преносе вертикално тј. од родитеља на потомство. Међутим, код многих врста бактерија присутна је хоризонтална трансмисија тј. размена генетског материјала између две бактерије исте генерације (нпр. путем цитоплазматичних мостова).

25 Данел је инсистирао на чињеници да су еволуционистички приступи у антропологији и археологији, попут класичног еволуционизма 19. века и неоеволуционизма 20. века, имали мало шта заједничко у суштинском смислу са Дарвиновом теоријом еволуције. У овим теоријама еволуција је само термин који је означавао промену, али сам механизам промене, ако је и експлицитан, није имао никакве везе са механизмима дарвинистичке еволуције нити је сама култура у различитим антрополошким еволуционистичким теоријама била конципирана као популациони феномен, на начин на који су то учинили, Кавали-Сфорца, Фелдман, Бојд и Ричерсон.

сложенијих технологија и повратка на мање сложене. Антрополошко теоријско питање гласи: који фактори узрокују раст или смањење технолошке комплексности код људских заједница?

Технолошка комплексност је теоријски појам који није тако лако ни концептуализовати ни операционализовати. У антропологији и археологији највише је утицаја имала операционализација технолошке комплексности коју је развио Вендел Освалт, где се комплексност технологије неке заједнице огледа у броју алатки које поседује као и у броју елемената (технојединица) које чине појединачну алатку (Oswalt 1976, 1973). У новијим истраживањима технолошка комплексност концептуализује се као густина интеракција између технолошких атрибута односно међузависност технолошких атрибута од које зависи ефикасност или уопште доступност технологије (Querbes, Vaesen, and Houkes 2014; Madsen and Lipo 2015). Чињеница да се технолошка комплексност може дефинисати и мерити на различите начине не мора уопште бити лоша – напротив, она има позитивне стране са епистемолошког становишта, јер ако емпиријска истраживања дају позитивне резултате о вези између величине популације и технолошке комплексности за различите концептуализације и операционализације комплексности, онда то додатно оснажује хипотезу о вези између демографије и технологије (Querbes, Vaesen, and Houkes 2014).

Математичка формулација еволуционистичке теорије културе омогућила је истраживачима да спроводе ригорозна теоријска истраживања фундаменталних антрополошких проблема. Стивен Шенан је користио компјутерску симулацију да истражи да ли и на који начин величина популације утиче на просечну адаптивну вредност неке популације у којој се вредности одређеног броја културних атрибута (сваки атрибут може узети неку нумеричку вредност са скале реалних бројева), од којих зависи адаптивна вредност индивидуе, преносе вертикалном и косом културном трансмисијом (Shennan 2001). Код модела вертикалне трансмисије, на почетку симулације све индивидуе у популацији имају максималну адаптивну вредност, а затим у свакој генерацији долази до културне трансмисије где потомак преузима вредности културних атрибута претка, али са одређеном вероватноћом грешке (аналогно мутацији). Модел је постављен тако да што је адаптивна вредност културних атрибута удаљенија од оптималне вредности код неке јединке, против ње делује јача селекција односно смањује се вероватноћа да ће та јединка имати биолошко и културно потомство²⁶. Код косе културне трансмисије, модел дозвољава избор модела који није „биолошки” родитељ, а вероватноћа избора неке јединке као културног модела зависи од њене тренутне адаптивне вредности. Као резултат тог процесасмањује се просечна адаптивна вредност популације на почетку симулације, али како почиње да делује селекција, она у једном тренутку почиње да се повећава док се не достигне равнотежна вредност. Резултати симулација показују да повећање популације доводи до повећања просечне адаптивне вредности, и код вертикалне и код косе трансмисије.

Осим великог теоријског значаја овог резултата, Шенан показује како теорија о вези између величине популације и технолошке комплексности може да објасни и осветли један од најзанимљивијих антрополошких и археолошких проблема – однос анатомске и бихевиоралне (технолошке) модерности људи. Према данас расположивим археолошким (фосилним) остацима и генетичким подацима, анатомски модерни људи еволуирали су приближно између 200 и 150 хиљада година пре садашњости (McDougall, Brown, and Fleagle 2005; Cavalli-Sforza 2001; Stringer 2007; Stringer and Buck 2014; Klein 2008). Под термином анатомски модерни људи подразумевају се индивидуе које се по анатомским тј. морфолошким особинамаскелета не разликују значајно од савремених људи (Stringer and Buck 2014). Бихевиорална (понашањска) модерност односи се на истоветност у понашању тј. у когнитивним,

²⁶ Пошто се у овом моделу разматра само вертикална трансмисија, онда се биолошко и културно потомство поклапају, јер је вертикална културна трансмисија по дефиницији она трансмисија у којој се културна информација преноси са родитеља на дете.

друштвеним и технолошким потенцијалима савремених људи. У археологији палеолита, за индикаторе бихевиоралне модерности обично се сматрају (нпр. D’Errico et al. 2003; D’Errico 2003): присуство технологије израде окресаних камених артефаката која је усмерена ка производњи сечива односно алатки на сечивима, насупрот одбицима односно алаткама на одбицима (ово је у археологији палеолита Европе био један од основних критеријума за поделу на средњи и горњи палеолит); докази о симболичком понашању попут бојења окером, израде перли и украса, пећинског сликарства, прављења фигурина, сахрањивања са прилозима; производња артефаката од кости, зуба и рога; појава музичких инструмената. Бихевиорална модерност је постала норма тек од горњег палеолита, дакле од ~50 хиљада година пре садашњости. Међутим, новија истраживања и открића показала су да је ситуација знатно сложенија. Са једне стране, индикатори бихевиоралне модерности јављају се спорадично у Африци далеко пре почетка горњег палеолита (од када је бихевиорална модерност доминантна и континуирано присутна у свим људским популацијама), на локалитетима од пре 70–100 хиљада година (нпр. налази из пећине Бломбос) које су настањивали анатомски савремени људи, а са друге стране показало се да се готово сви ти индикатори на различитим локалитетима у Европи и на Блиском истоку могу пронаћи и у контекстима који се везују за неандерталске популације (D’Errico et al. 2003; D’Errico 2003).

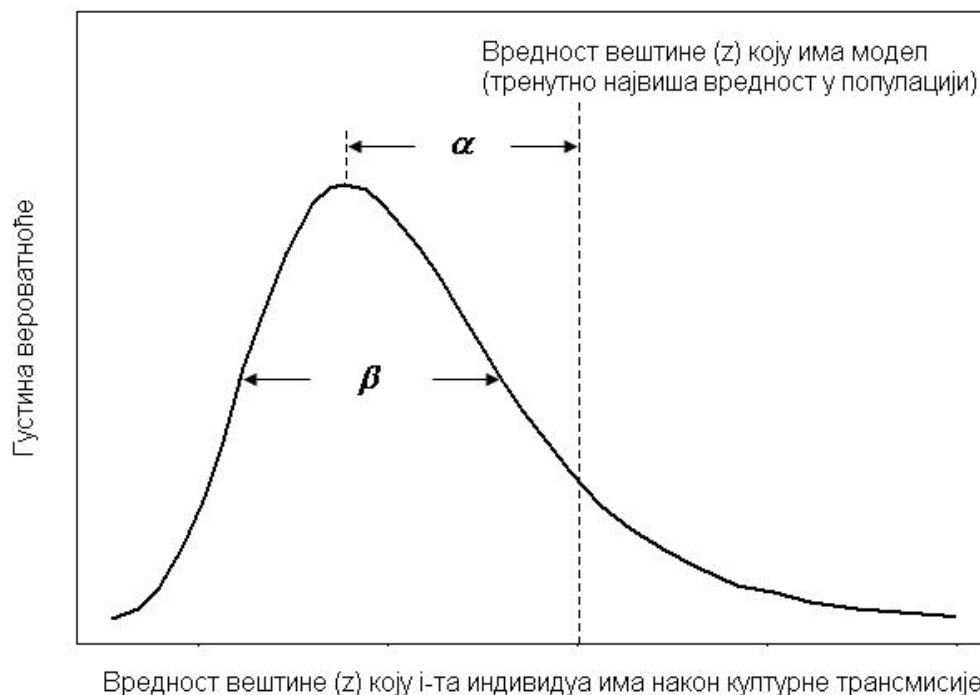
Према Шенану, појава индикатора бихевиоралне модерности, пре свега технолошке комплексности, последица је промена у величини популације – на местима и у временима када су људске популације достигле одређену величину, појавила се и сложенија технологија (Shennan 2001). Шенан сматра да су климатски услови током маринског изотопског интервала 5 (интергласијални услови) дозволили раст популације у Африци, а да се изненадни нестанак индикатора бихевиоралне модерности (и технолошке комплексности) око 70 хиљада година пре садашњости може довести у везу са тадашњом експлозијом вулкана Тоба на Суматри која је вероватно довела до вишегодишње вулканске зиме која је катастрофично утицала на живи свет, укључујући и људске популације тог времена, а можда и на почетак стадијалних (хладних) услова у маринском изотопском интервалу 4. У једном каснијем раду експлицитно је показано добро слагање између величине људских популација у палеолиту, оцењених путем модерних ДНК података на основу теорије коалесценције (о генетичким методама оцене величине популације и теорији коалесценције видети у Stone, Lurquin, and Cavalli-Sforza 2007), и појаве комплексније технологије и модерног понашања, на трагу Шенанове хипотезе (Powell, Shennan, and Thomas 2009). Демографска хипотеза показала се као знатно боље објашњење феномена асинхроности анатомске и бихевиоралне модерности него алтернативна објашњења која су претпостављала да је била потребна додатна мутација да би популације које су биле анатомски модерне постале и когнитивно модерне и да се та мутација догодила тек на почетку горњег палеолита. Потоња хипотеза не објашњава присуство својстава бихевиоралне модерности код неандерталаца, и што је још важније, тешко је објаснити фрагментарност појаве индикатора бихевиоралне модерности у простору и времену, јер је основна претпоставка да би се таква мутација, када би се једном појавила, брзо проширила и постала доминантна услед велике селективне предности, а то није био случај све до горњег палеолита.

Непосредно после Шенановог утицајног рада, Џосеф Хенрич је развио сличан квантитативни модел који повезује културну трансмисију технолошких „вештина” са величином популације (Henrich 2004). Хенрич је успео да пронађе аналитичко решење односно једначину²⁷ на основу које се директно може израчунати величина популације коју је потребно достићи

27 Шенан је своје идеје превео у квантитативни модел, али импликације тог модела испитане су нумеричким експериментом, односно компјутерском симулацијом, где је испитано какве резултате модел даје за изабране вредности параметара. Аналитичко решење (које је пронашао Хенрич) представља математички модел у правом смислу речи, јер може се свести на само једну једначину односно функцију коју је могуће математички анализирати, што значи да су, за разлику од нумеричких метода, закључци дедуктивног, а не индуктивног типа.

да би се развила и одржала технологија одређене комплексности. Такође, Хенричов модел предвиђа да ако популација падне испод граничне вредности, долази до „де-еволуције” односно губљења сложености технологије тј. преласка на мање сложену технологију.

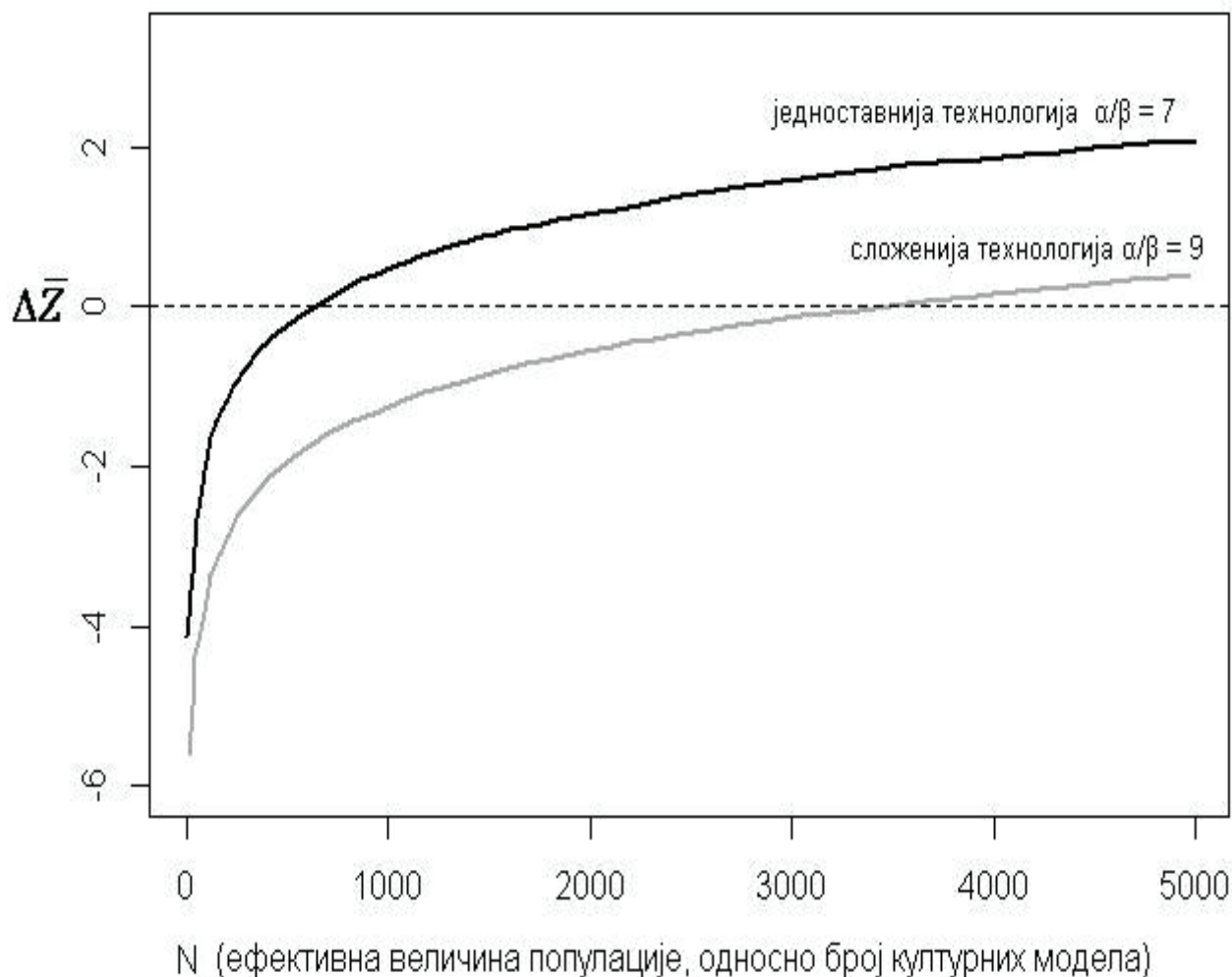
Хенричев модел је у начелу сличан Шенановом. У популацији од N индивидуа постоји варијација у вештини коришћења одређене технологије или алатке (нпр. вештина у прављењу мрежа, коришћењу копља, прављењу врха стреле итд.) између јединки. Променљива z_i представља квантитативну меру вештине код i -те индивидуе. Већина од N индивидуа покушава да имитира тренутно највештију индивидуу у популацији (јединку са највишом вредношћу z_i у датом тренутку), али како је културна трансмисија несавршена (грешке у опажању, слабо памћење, грешке при репродуковању виђеног), већина индивидуа после копирања (дакле у следећој културној генерацији) има мању вредност вештине, а ретко ко већу вредност z_i од индивидуе са највишом вредношћу. Вероватноће грешке приликом копирања су одређене *Гумбеловом дистрибуцијом* која има два параметра, α и β . Параметар α представља очекивану вредност z коју ће имитатор преузети при несавршеном имитирању јединке са највишом вредношћу, а у односу на вредност те јединке (дакле, очекивану разлику у односу на оптималну вредност), а β представља меру дисперзије копиране вредности. Са графика се види да је према Гумбеловој дистрибуцији далеко већа вероватноћа да имитирана вредност буде мања од оне која се жели копирати (Слика 11). Параметрима α и β може се моделовати интринзичка сложеност неке технологије, као и људска вештина имитације односно копирања. На пример, ако је нека технологија тешка за учење, а људи стално праве исту врсту грешака, то би одговарало ситуацији где је α велико, а β мало, док би мало α и велико β одговарало ситуацији где је нека технологија релативно једноставна, али људи праве пуно грешака у имитирању. У граничном случају, када би α и β били једнаки нули, то би онда била савршена репликација.



Слика 11. Дистрибуција вероватноће грешке приликом копирања вештине од тренутно највештије индивидуе у популацији (према Henrich 2004:Figure 1).

Комбинујући ову дистрибуцију са модификованом једначином која описује промене у адаптивној вредности из домена популационе генетике (тзв. *Прајсова једначина*, енг.

Price equation), Хенрич је успео да аналитички тј. дедуктивно покаже како је за технологију одређене сложености потребна нека минимална величина популације да би просечна вештина у популацији била на нивоу који омогућава очување дате технологије (Слика 12).



Слика 12. Предвиђања Хенричевог математичког модела за однос између величине популације имитатора (културних модела) и прираста просечне вештине ($\Delta \bar{Z}$) за две технологије различите сложености (према Henrich 2004:Figure 3). Када је прираштај просечне вештине негативан у популацији, то значи да вештина генерално опада и да ће у неком тренутку технологија бити изгубљена, јер ће престати да буде ефикасна услед недостатка вештине за њено коришћење.

Хенрич користи случај технолошке „де-еволуције” на Тасманији као илустрацију импликација модела. Тасманијска популација из времена контакта са европским колонизаторима (18. и почетак 19. века) имала је најједноставнију технологију икад етнографски забележену код преиндустријских заједница (Henrich 2004; Oswalt 1973:91–96): знали су да праве само проста оруђа и оружја од окресаног камена и дрвета (дакле, без коштаних алатки), нису правили композитне алатке (нису познавали лук и стрелу), ходали су голи (осим по хладном времену када су се огртали кожама), нису познавали риболов ни пратећу технологију попут удица и чамаца (упркос бројним доступним рибним ресурсима), а од станишта су имали само просте заклоне од ветра направљене од прућа и коре дрвета. Првобитно је сматрано (у складу са теоријом унилинеарне еволуције) да се социокултурна еволуција Тасманијаца из неког разлога

зауоставила када се Тасманија на почетку холоцена одвојила од аустралијске континенталне масе (пре приближно 10–12 хиљада година), јер су популације које су насељавале Аустралију развиле далеко сложенију технологију. Међутим, археолошка истраживања на Тасманији показала су да је тамо још пре 18 хиљада година била позната сложенија технологија (нпр. била је присутна технологија израде коштаних алатки) од оне која је документована приликом контакта са Европљанима, а да су тасманијске популације између 8000 и 5000 година пре садашњости познавале технике риболова (Henrich 2004). Дакле, јасно је да је на Тасманији дошло до губитка технологије од времена када је она одвојена од главне континенталне масе. Хенрич ово тумачи као поткрепљење за свој модел: када се Тасманија одвојила од Аустралије, тасманијска популација је изолована од аустралијских популација (Басов мореуз је широк око 200km и тежак је за пловидбу), што је смањило ефективну величину популације која је потребна²⁸ да би се одржала комплекснија технологија.

Шенанов и Хенричев теоријски резултат навео је истраживаче да емпиријским проучавањима поткрепе или оповргну хипотезу о вези између демографије и комплексности технологије, односно акумулације културе у ширем смислу. Истраживања су вршена у три смера:

1. Кроскултурна истраживања на основу етнографских података: ова истраживања су имала за циљ да утврде да ли постоји статистичка веза између технолошке комплексности и величине популације на узорку етнографски забележених заједница широм света. Резултати ових истраживања углавном су мешовити: неки резултати су сагласни са демографском хипотезом (Kline and Boyd 2010; Collard, Ruttle, et al. 2013), док су друга истраживања дала негативне резултате (Collard, Buchanan, et al. 2013; Collard, Buchanan, and O'Brien 2013). Кроскултурна истраживања су еколошки валидна²⁹, али зато имају многе проблеме везане за тачност и прецизност података, узорковање и операционализацију комплексности технологије.
2. Експериментална истраживања везе између величине популације и одржања комплексних технологија (знања) и могућности акумулације културних знања уопште. Код експеримента, истраживачи могу систематски да контролишу све факторе и зато ова истраживања имају велику интерну, али углавном слабу еколошку и екстерну валидност (нпр. сви испитаници долазе из културног контекста Западне цивилизације, величина популације испитаника из практичних разлога не може да буде ни изблиза велика као етнографске популације, задаци нису из стварног живота и сл.). Овде ће бити поменути резултати два експеримента која су за циљ имала да емпиријски тестирају демографску хипотезу у лабораторијским условима. Прво истраживање спровео је Дерекс са колегама (Derex et al. 2013). Истраживачи су програмирали компјутерску игру где играчи (испитаници) имају могућност да конструишу врх стреле (прост задатак) и рибарску мрежу (сложен задатак). У зависности од тога колико је њихов дизајн близак неком унапред дефинисаном оптимуму, они остварују одређени број бодова. Такође, испитаници имају у сваком кораку могућност да виде какав врх стреле или какву мрежу је направио неко од њихових саиграча (што одговара културној трансмисији). Спроведени су експерименти са различитим величинама група и резултати су били у складу са демографском хипотезом: вероватноћа одржања сложенијег задатка је значајно већа у већим групама, а и просечан „успех” мерен бројем бодова је већи у већим групама (Derex et al. 2013). Друго истраживање спровели су Кемп и Месуди (Kemp and Mesoudi 2014). Експериментални задатак је био да се комплетира слагалица, а испитаници су били организовани у два трансмисиона ланца од по пет „генерација”. У првом ланцу је

²⁸ Процењује се да је у време британске колонизације почетком 19. века на Тасманији било свега око 4000 људи (Oswalt 1973:92).

²⁹ Еколошка валидност значи да подаци долазе из стварног света.

по културној генерацији био само један испитаник: њему/њој су дати делови слагалице (слика која треба да се сложи није показана) са задатком да сложи колико може за 12 минута; затим је следећем испитанику показано колико је успео да сложи испитаник пре њега, па је онда њему дато да слаже слагалицу од почетка итд. У другом ланцу су три испитаника чинила културну генерацију. Они су одвојено састављали слагалицу, али су испитаници имали увида у резултате сва три своја претходника у трансмисионом ланцу. Резултати су показали да је успешност слагања слагалице била већа код ланца са три индивидуе по генерацији што иде у прилог демографској хипотези (Kempe and Mesoudi 2014).

3. Археолошка истраживања: већ поменуто истраживање Пауела и колега где су коришћени индикатори величине популације засновани на генетичким подацима подржало је предвиђања демографске хипотезе (Powell, Shennan, and Thomas 2009). Такође, студија Лајсета и Нортонa показала је да демографија објашњава технолошке разлике између популација са различитих страна *Мовиусове линије*, односно већи диверзитет и већу сложеност технологије израде окресаних камених алатки током доњег палеолита у Африци, југозападној Азији и Европи (присуство Левалоа технологије и ручних клинова) у односу на остатак Азије (Lycett and Norton 2010; Lycett and Bae 2010).

Са друге стране, постоје многи истраживачи који оспоравају ову хипотезу (Vaesen et al. 2016; Read 2012b, 2012a; Henrich 2004). Дебата и истраживања везана за демографску хипотезу и даље трају. Према тренутном стању ствари, претежу резултати који иду у прилог овој важној хипотези потврђујући значај еволуционистичке теорије културе у антропологији и сугеришу да демографски аспекти имају велики утицај на културну еволуцију – нпр. најновија лингвистичка истраживања показала су да величина популације директно утиче и на стопу еволуције језика (Bromham et al. 2015).

Величина популације и културна трансмисија формалних атрибута материјалне културе

Када је реч о археологији, два домена су посебно важна као традиционално поље археолошких истраживања – технологија (односно функција) и стил. Археолози проучавају прошлост тако што разликују и бележе формалне атрибуте материјалне културе, уочавају обрасце промене ових атрибута у простору и времену и на крају покушавају да објасне ове обрасце у антрополошким и историјским терминима. Најгрубље гледано, археолози разликују две врсте атрибута у зависности од тога да ли ти атрибути утичу на ефикасност предмета у обављању задатка коме је намењен или не. Уколико утиче, онда се такав атрибут опредељује као функционални, а уколико не утиче онда се он ставља у класу стилских атрибута. Ова подела је сувише једноставна и између стила и функције не постоји тако јасна дихотомија, што показују и многобројне дискусије и дебате око тога шта је то стил, а шта функција, и да ли стил такође може имати функцију (Wiessner 1984, 1983; Sackett 1986, 1982; Dunnell 1978; Hodder 1982, 1977; Binford 1989, 1986; Cochrane 2001; Lipo and Madsen 2001; Hurt and Rakita 2001; Bettinger, Boyd, and Richerson 1996). Када је реч о еволуционистичкој археологији нека класа формалних атрибута дефинише се као стилска *post hoc* тј. у односу на модел културне трансмисије који стоји иза варијације модалитета атрибута те класе (Dunnell 1978; Shennan and Wilkinson 2001; Neiman 1995; Cochrane 2001; Lipo and Madsen 2001). Конкретно, само они атрибути који подлежу неутралној културној трансмисији (аналогно дрифту тј. неутралној еволуцији) биће означени као стилски атрибути у ужем смислу. Приметимо да уколико се украси на керамици преносе моделом који одговара конформистичкој трансмисији (грнчари у

селу не бирају насумично како ће да украсе свој лонац, него се опредељују за онај мотив који је најучесталији у датом тренутку), орнамент неће бити стилски атрибут у овом ужем смислу (иако нема никакву практичну функцију). Такође, када је реч о технолошким атрибутима, који углавном подлежу некој врсти пристрасне културне трансмисије попут културне селекције (људи се опредељују за један ретуш окресане кремене алатке уместо за други, услед уочене веће ефикасности првог ретуша за обављање задатка), динамика повећања учесталости модалитета који има селективну предност зависиће од структуре и величине популације (Henrich 2001).

Као што је већ речено, у еволуционистичкој археологији се култура, укључујући и материјалну културу, посматра као популациони феномен. Већ интуитивно је јасно да величина популације артефаката не може бити потпуно независна од величине популације људи. Такође, може се очекивати да процеси културне трансмисије, односно њихови исходи у виду формалних карактеристика материјалне културе, зависе у великој мери од величине популације по аналогији са процесом еволуције у биологији. На пример, у биолошкој еволуцији дрефт ће брже да промени учесталост генотипова у малој него у великој популацији; апсолутни број мутација у јединици времена биће већи у већој него у мањој популацији; генотипска (и фенотипска) разноликост (диверзитет) биће већа у већој него у мањој популацији. У оквиру еволуционистичке археологије теоријски је изведена веза између демографских аспеката (популационе динамике и величине популације) и стилских аспеката археолошког записа (нпр. смене различитих керамичких стилова у простору и времену, тј. археолошких култура у традиционалном виђењу, разлике у диверзитету између збирки). Студија Фрејзера Нејмана *Stylistic Variation in Evolutionary Perspective: Inferences from Decorative Diversity and Interassemblage Distance in Illinois Woodland Ceramic Assemblages* (Neiman 1995) представља прекретницу у еволуционистичкој археологији, јер је Нејман формулисао квантитативну методологију која је омогућила емпиријско проучавање еволуционих процеса културе на основу археолошког записа. Још важније, Нејман је теоријски показао (математичким извођењем и компјутерском симулацијом) како се неки добро познати археолошки феномени попут принципа популарности на коме почива метод серијације³⁰ могу објаснити теоријом културне трансмисије где је величина популације један од кључних параметара који одређују брзину културне промене и диверзитет збирке.

Најпростији модел претпоставља да свака од N индивидуа које чине неку коначну популацију носи једну од k постојећих варијанти неког атрибута (нпр. облик орнамента на керамици) које су равномерно распоређене у популацији (све варијанте имају једнаку учесталост). У сваком временском периоду свака индивидуа задржава варијанту коју већ поседује или случајним одабиром копира варијанту од било ког другог члана популације, са вероватноћама $1/N$ и $(N-1)/N$, редом. Очекивана релативна учесталост одређене варијанте у следећем временском интервалу једнака је релативној учесталости у тренутном интервалу, али емпиријска учесталост у следећем интервалу никада није једнака очекиваној, јер захваљујући стохастичким процесима у популацији коначне величине, неке индивидуе бивају модели више пута него друге. Овај процес је кумулативан, тако да се из генерације у генерацију смањује учесталост једних, а повећава учесталост других варијанти, јер се са сваким сукцесивним повећањем релативне бројности једне варијанте у популацији повећава

³⁰ Метод релативног датовања на основу учесталости модалитета неке класе атрибута (нпр. керамичких типова) у археологији назива се серијација (O'Brien and Lyman 1999). Циљ серијације је да се направи такав редослед збирки да релативне учесталости типова унутар збирки прво расту, достижу максимум, а затим опадају дуж датог редоследа. Другим речима, учесталост сваког типа мења се кроз време тако да је његова учесталост на почетку мала, затим популарност расте до неког максимума, после чега опада и на крају тип нестаје. Секвенца која задовољава овај модел промене учесталости типова може се интерпретирати као релативно хронолошка секвенца.

и вероватноћа да ће она бити копирана у наредној епизоди културне трансмисије (у следећој културној генерацији). После одређеног времена, долази до фиксације једне од варијанти. Све остале варијанте нестају, а само једна остаје, као резултат пукe случајности, што је Нејман добро илустровао компјутерском симулацијом где је основни алгоритам почивао на поменутиm вероватноћама копирања варијанти у свакој следећој генерацији (Neiman 1995:Figure 1). Међутим, у археологији то готово никада није случај, никада не остаје само један тип керамике (или једна варијанта украса на керамици), већ се увек јављају нови, који полако постају популарни, достижу врхунац и полако нестају.

Ова недоследност проистиче из чињенице да је у представљеном моделу искључена могућност иновације, тј. да индивидуа одбаци друштвено научену варијанту и да „произведе” нову. Нејман усложњава претходни модел уводећи могућност да индивидуа одбаци своју или друштвено научену варијанту и „измисли” нову са вероватноћом μ . Овако усложњен модел (тзв. неутрални модел, који је еквивалентан дрефту односно неутралној еволуцији), када се реализује кроз компјутерску симулацију, даје емпиријски резултат који је идентичан ономе што предвиђа принцип популарности, односно типичном обрасцу успешне серијације на основу учесталости. Учесталост различитих варијанти расте, достиже максимум и затим опада, док се стално појављују нове варијанте које пролазе кроз описани циклус успона и нестанка (Neiman 1995: Figure 2). На основу онога што је речено о природи процеса преузимања културних варијанти, могуће је извести меру хомогености или диверзитетa варијанти у оквиру посматране популације. Нејман је математички показао како је диверзитет варијаната (у оквиру неке унапред дате типолошке или класификационе схеме) у збирци артефаката директно пропорционалан величини популације. Дакле, на овај начин је показана директна веза између стилских аспеката (конкретно диверзитетa варијаната или типова у збирци) и демографских димензија (величине популације).

Стивен Шенан је значај овог резултата поставио у шири контекст проблематике односа демографије и културне промене (Shennan 2000, 2013). С обзиром на емпиријски установљен значај вертикалне културне трансмисије у преношењу вештина и знања у оквиру неке популације (Guglielmino et al. 1995; Cavalli-Sforza and Feldman 1981; Ohmagari and Berkes 1997; Hewlett, Annalisa De Silvestri, and C. Rosalba Guglielmino 2002; Shennan and Steele 1999), Шенан је сугерисао да када се неки елемент културе (нпр. начин израде и украшавања керамике) преноси вертикалном трансмисијом, његова историја ће у том случају рефлектовати популациону историју људи (Shennan 2000). На пример, уколико у неком региону дође до изражене депопулације односно смањења броја становника, смањиће се и диверзитет керамичких збирки, а када поново дође до популационог раста, учесталост варијаната у збиркама ће услед израженог деловања дрефта у малим популацијама³¹ бити драстично различита у односу на претходну фазу. На временској и просторној резолуцији посматрања која је обично доступна археолозима, описани процес био би археолошки

31 Дрифт делује брже у малим популацијама као последица ефекта узорковања. Код културне трансмисије дрефт заправо представља насумично узорковање варијаната према тренутној расподели њихових учесталости. Када би популација била бесконачне величине, релативна учесталост варијаната кроз време не би се мењала. Међутим, како у стварности величине популација никада нису бесконачне, стохастички процес је такав да ће се вероватноће копирања конкретних варијаната мењати кроз време. На пример, за мали број бацања новчића (што је еквивалентно малој популацији) готово никада нећемо добити тачно 5 „глава” у 10 бацања чак и када је новчић савршено изbalансиран; обично ћемо добити између 3 и 7 „глава”. Замислимо сада да новчић за следећу серију бацања изbalансирамо (брусимо) према емпиријски добијеној учесталости. На пример, ако смо добили 7 „глава” у 10 бацања, избрусићемо новчић тако да вероватноћа да падне „глава” у појединачном бацању буде 0.7. Затим ћемо тако изbalансиран новчић поново бацати 10 пута и забележени број „глава” искористити за balансирање новчића итд. Јасно је да ћемо на крају завршити са новчићем који може да падне само тако да резултат буде „глава”. Што је већи број бацања, брзина доношења до ситуације да новчић може да падне само на једну страну је мања.

видљив као брза замена једног керамичког стила другим, или у терминима традиционалне археологије, као смена археолошких култура. Такође, Шенан наводи како дрифт може да произведе две потпуно различите културне традиције од једне културне традиције одвајањем малог дела популације од матичне популације – узорковањем једног малог дела културног репертоара и стохастичким процесом копирања, структура збирке новонастале популације ће брзо дивергирати од структуре збирке матичне популације. Ови увиди су веома значајни јер показују фундаменталну везу која постоји између демографије, културне трансмисије и резултирајућих образаца материјалне културе у археолошком запису.

Демографија у археолошкој теорији – завршне напомене

Као закључак овог поглавља може се без измена навести запажање Колина Ренфруа да је демографија у археологији фантомска наука, јер фигурира у готово свим објашњењима и теоријским оквирима научне археологије (Renfrew 2009:381). Сам Ренфру је у својој чувеној хипотези о индоевропеизацији Европе, где је ширење индоевропских језика повезао са ширењем неолита миграцијом популације са Блиског истока, успоставио везу између демографије (физичко померање неолитске популације), језика и културе (Renfrew 1987). Може се слободно рећи да демографски аспекти попут величине популације представљају један од кључних параметара биолошке и културне еволуције, јер утичу на читав низ биолошких и социокултурних процеса као што су: количина генотипске и фенотипске варијације, ширење заразних болести, деловање природне селекције и дрифта, утицај на животну средину, друштвену комплексност, економију, технологију и процесе културне трансмисије. Епистемолошка улога демографских фактора је посебно изражена у еволуционистичкој археологији, због самог садржаја теорије двојног наслеђивања која експлицитно интегрише у свом оквиру културу (идеологију, друштвено-културне институције и обрасце, технологију, економију, језик и материјалну културу) и биологију (популациону генетику и људску екологију) (Слика 13).



Слика 13. Демографија као тачка пресека различитих дисциплина које се баве прошлошћу (према Renfrew 2009: Figure 1).

Такође, видно је одсуство демографије као релевантног фактора у објашњењима у оквиру постпроцесне археологије. Ово је очекивана ситуација с обзиром на то да се постпроцесна археологија одрекла научности, па зато и објашњења која се у оквиру ове школе мишљења нуде заправо и нису објашњења већ описни (субјективни) наративи, а и сама постпроцесна теорија своди се највећим делом или на критику других теоријских система и истраживања или на идеологију, тако да ту покушаја објашњења феномена из прошлости заправо и нема или их има веома мало. Одрицањем од научности одустало се и од формулисања теорија и објашњења у којима су експлицитно и логички кохерентно представљене везе између појава, или у бољем (или можда горем) случају, није се одустало од формулисања објашњења, али одустало се од прецизности у формулацији објашњења и ригорозности у њиховом тестирању. Тако је пропуштена шанса да се увиди да је популационо размишљање кључно за све теорије које разматрају однос делатности индивидуе и друштвене структуре, као што су то нпр. Гиденсова или Бурдијеова теорија на коју су се многи постпроцесни истраживачи позивали. Епизода са постпроцесном археологијом у историји археологије имала је своје добре стране када је реч о идеолошко-политичком освешћивању тј. самоосвешћивању археолошких истраживања и њиховој културно-политичкој контекстуализацији, али када је реч о демографској археологији, као и генерално када је реч о развоју археолошке методологије, постпроцесна археологија није створила ништа вредно помена. Да ли то значи да постпроцесна перспектива односно критички апарат и дискурс постмодернистичког уплива у друштвене науке немају своје место у демографској археологији? Када је реч о методологији, одговор је јасан – не постоји постпроцесна палеодемографија, али када је реч о вредносној контекстуализацији сазнања палеодемографских истраживања, а посебно када је реч о односу тих знања на популациону политику и уопште дискурс о популацији у модерном друштву, може се рећи да је дужност археолога да ствари сагледа из ове перспективе (о овоме више у последњем поглављу).

Поглавље 3:

Основни демографски концепти и методи

Демографија је наука која проучава људске популације, њихову величину и структуру, као и промену величине и структуре популације у времену и простору (популациону динамику). Ово је једно веома сведено, али за потребе ове књиге сасвим прецизно и довољно виђење предмета демографије (за различите погледе на предмет демографије видети Breznik 1977:14–24; Bobić 2007:27–30). Циљ овог поглавља је да се основни демографски концепти представе на систематичан начин, јер је упознавање са основним идејама, терминима и инструментима демографске науке логички предуслов за бављење демографијом популација из прошлости. Треба нагласити да је овај преглед писан од стране археолога за археологе, те стога није референтан као увод у модерну демографију, јер су сазнајне могућности археолошке демографије далеко мање него што су то могућности модерне демографије, тако да је направљен избор само оних концепата, модела и метода који имају улогу у археолошкој демографији, а они представљају само један део теоријског и методолошког репертоара савремене демографије. С обзиром на то да се ради о „општим местима” у демографији, нису цитирани конкретни извори за опште концепте као што су стопа наталитета или начин рачунања таблице морталитета. Извори за ове податке, махом уџбеници и приручници, могу бити цитирани збирно (Breznik 1977; Bobić 2007; Chamberlain 2006; Weiss 1973; Acsádi and Nemeskéri 1970; Wood 1994; Stinson, Bogin, and O’Rourke 2012; Ђурђевић 2001).

Популација и атрибути популације

Дефинисање популације

Демографија је по дефиницији наука која се бави феноменима на нивоу популација, а не појединаца. Популација представља скуп појединаца, али популациони процеси нису прост збир појединачног деловања. То не подразумева аутоматски детерминизам или негирање слободне воље и улоге појединаца, већ се пре свега односи на размеру (скалу) феномена који се проучава³².

Популација се може дефинисати као скуп индивидуа, али се одмах поставља питање граница тог скупа, односно како ћемо једну популацију разграничити од друге (теоријски је могуће, али за већину истраживачких тема и питања није корисно посматрати цело човечанство као једну популацију). Основна карактеристика популације је величина популације. Она представља укупан број јединки које чине популацију. Поред величине популације, информативна је и мера густине популације, која се добија тако што се величина популације подели са површином на којој та популација живи (што отвара питање просторно-временског

³² Феномени који су стохастички на једном нивоу могу произвести обрасце који су детерминистички на другом. На пример, код радиоактивног распада атома, сваки појединачни распад је апсолутно непредвидљив, али је зато могуће са великом прецизношћу израчунати колико времена треба да прође да од почетне количине радиоактивних атома остане половина. Такође, молекули гаса крећу се тзв. Брауновим кретањем које је потпуно насумично на нивоу појединачног молекула, али на нивоу агрегата честица, односно гаса важе детерминистички закони термодинамике који дају прецизне квантитативне везе између температуре, притиска и запремине гаса.

дефинисања популације, видети испод). Ово је веома корисна мера за поређење популација које живе на територијама различите величине, јер представља својеврсну стандардизацију величине популације у односу на простор који та популација насељава. Густина популације је и еколошки и антрополошки гледано веома важна мера, јер представља индиректни показатељ притиска на ресурсе, затим потенцијалне мобилности и густине друштвених мрежа.

Из биолошке перспективе било би логично популацију дефинисати као скуп индивидуа које живе на истом простору и ступају у репродуктивне односе, док је за антропологију важнија дефиниција која би у обзир узела социокултурне критеријуме, па би популација била група индивидуа која припада једном систему друштвено-политичке и културне интеракције, који је често и просторно ограничен односно концентрисан у једном делу простора. Наравно, и овде се поставља питање граница, јер може постојати више нивоа према јачини ових интеракција (нпр. интеракције на нивоу насеља, микрорегиона, региона итд.). У демографским истраживањима савремених популација државне или административне границе намећу се као логични просторни и друштвено-политички критеријуми, а временска димензија приликом снимања тренутног стања се готово елиминише на тај начин што се демографски параметри одређују у релативно кратким временским интервалима (нпр. у току једне године). У антрополошким и археолошким истраживањима питање дефинисања обима популације зависиће пре свега од истраживачког питања и конкретне културно-историјске ситуације. Када је реч о демографским истраживањима у археологији, додатну тешкоћу ствара чињеница да је резолуција археолошког записа таква да одражава процесе који су се одвијали на временској скали која је далеко већа (у праисторијској археологији то су векови и миленијуми) од скале на којој своја истраживања раде демографи. Стога се у археологији мора пазити и на временско разграничење популација, јер је у археологији готово немогуће имати релативно синхрони пресек демографског стања.

Структура популације

Ниједна људска популација није хомогена, не састоји се од идентичних индивидуа, већ се индивидуе по неким карактеристикама разликују. Свака популација може се поделити на субпопулације према неком критеријуму. Различите димензије, попут друштвеног и економског статуса, образовања, етничког идентитета, религијске припадности, политичких ставова могу бити критеријуми за структурисање популације. Савремени демографи имају на располагању велики број димензија, нарочито у поређењу са археолозима. Главна два критеријума на основу којих се структурише популација у демографији јесу пол и старост. Дакле, полна и старосна структура популације даје примарне податке о структури било које популације, савремене или из прошлости.

Полна структура популације представља однос учесталости полова у једној популацији. Однос учесталости полова рачуна се обично као количник броја мушкараца и броја жена у популацији³³. Уколико у некој популацији има подједнако мушкараца и жена, вредност овог количника је тачно 1. Може се рачунати однос учесталости полова за целу популацију, а може се рачунати и за субпопулације дефинисане према неком критеријуму. Најчешће се рачуна однос учесталости полова при рођењу који представља однос броја новорођених (живорођених) мушкараца према броју новорођених (живорођених) жена. Људске популације благо варирају у односу учесталости полова при рођењу (у неким популацијама је мањи од 1, у неким већи

³³ Термин однос учесталости полова (енг. sex ratio) по конвенцији подразумева број мушкараца подељен бројем жена. Овај количник може се прецизније дефинисати као *количник маскулинитета*, или се може рачунати на другачији начин, односно дељењем броја жена бројем мушкараца у популацији, што би онда био *количник феминитета*.

од 1.07) око просечне вредности од око 1.05, што значи да постоји готово не приметни тренд пристрасности према рађању мушке деце (за објашњење овог феномена видети Поглавље 4). Однос учесталости полова између популација може варирати из различитих разлога – сви фактори који могу да доведу до диференцијалног морталитета мушкараца и жена (нпр. ратови, опасности које носи трудноћа, родна подела послова, културне норме везане за понашање) утичу на овај однос.

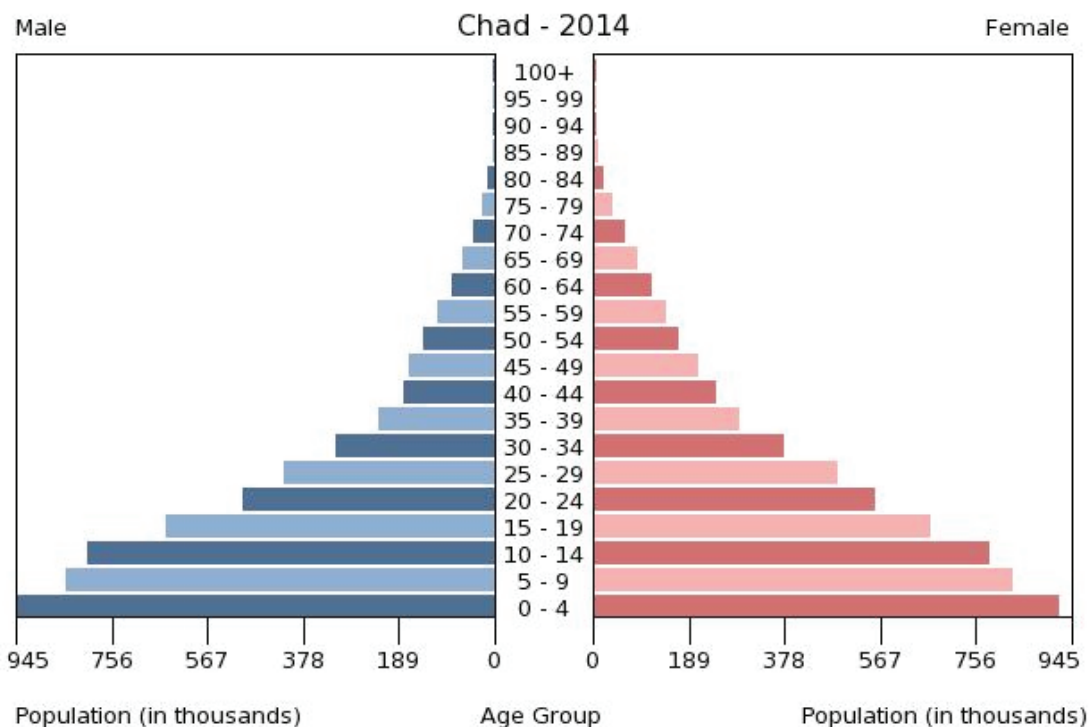
Старосна структура популације представља специфичну конфигурацију учесталости индивидуа одређене старости у популацији, односно број индивидуа у дефинисаним старосним категоријама. Савремени демографи обично имају прецизне податке о старости чланова популације тако да могу да користе и веома прецизне старосне интервале ширине једне године, док се у антрополошкој демографији најчешће користе интервали ширине 5 или 10 година. Када је реч о етнографској демографији преиндустријских заједница, често није могуће прецизно утврдити старост чланова популације услед непостојања званичне документације о животној статистици чланова заједнице (често услед непостојања институције државе и интегрисаности у државни систем, као и писмености уопште), па и сами испитаници не знају тачно када су рођени већ само приближно. Зато је у етнографској демографији конвенција да се користе старосни интервали дужине пет година (осим евентуално за прву тј. најмлађу категорију која обухвата првих годину дана живота). У палеодемографији је проблем старосних интервала сложенији, о чему ће бити речи у Поглављу 5.

Према конвенцији, петогодишњи интервали обележавају се на следећи начин: број индивидуа у старосном интервалу дужине пет година коме припадају све особе које су напуниле x година, а нису још увек напуниле $x + 5$ година означава се са ${}_xN_{x+4}$ или само N_x где индекс x увек означава почетак старосног интервала. На пример, број особа које припадају старосном интервалу од 20 до 24.99 (нису још напуниле 25 година) означава се ${}_{20}N_{24}$ или само N_{20} (потоња конвенција ће бити коришћена у овој књизи). Проценат или пропорција популације у одређеној старосној категорији означава се са C_x (Табела 1).

Старост (старосни интервал) x	N_x	C_x (%)
0	102	18.65
5	67	12.25
10	60	10.97
15	53	9.69
20	54	9.87
25	54	9.87
30	41	7.50
35	19	3.47
40	21	3.84
45	19	3.47
50	16	2.93
55	11	2.01
60	11	2.01
65	12	2.19
70	3	0.55
75	2	0.37
80+	2	0.37
Укупно	547	100%

Табела 1. Старосна структура популације Аче (Ache) ловаца – сакупљача; приказан је број (N_x) индивидуа по старосним категоријама као и проценат (C_x) индивидуа по старосним категоријама (извор података за табелу Chamberlain 2006: Table 3.2 према подацима из Hill and Hurtado 1995).

У демографији се често симултано приказује структура популације по полу и старости, додавањем још једне колоне у табелу која даје старосну структуру по полу, или графичким приказивањем учесталости полова по старосним категоријама у виду полно-старосне пирамиде (Слика 14). Облик старосне пирамиде може да варира у зависности од демографске динамике (режима наталитета, морталитета и миграција) карактеристичне за неку популацију толико да облик полно-старосне структуре приметно одступа од пирамидалног (заправо троугаоног), о чему ће бити речи у секцији о популационој динамици, али може се направити генерализација да графички приказ старосне структуре људских популација обично има облик пирамиде где учесталост индивидуа опада од најмлађих ка старијим категоријама, док популације чија се величина не мења кроз време увек имају старосну структуру пирамидалног тј. троугаоног облика (Weiss 1973:9).



Слика 14. Популациона пирамида популације Чада према подацима из 2014. године (извор CIA The World Factbook: www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/).

На основу старосне структуре популације може се израчунати **количник зависности** (енг. *dependency ratio*) или *коэффициент економске зависности* који представља веома важан социоекономски индикатор. Количник зависности рачуна се тако што се број индивидуа које нису способне за рад (млади и стари), тј. величина издржаване популације, подели бројем индивидуа које могу да раде (одрасли) тј. величином радно способне популације³⁴. Обично се под издржаваном популацијом подразумевају индивидуе млађе од 15 и старије од 65 година, мада се у антрополошкој демографији узима да сви старији од 50 година спадају у издржавану популацију (Weiss 1973:40–41). На пример, за Аче популацију (Табела 1) количник зависности би износио (ако се узме да су индивидуе старости мање од 15 и веће од 50 година у издржаваној категорији):

$$KZ = \frac{{}_0N_{14} + {}_{50}N_{\max}}{{}_{15}N_{50}} = \frac{229 + 57}{261} = 1.096$$

34 Количник зависности може се рачунати и тако што се укупна величина популације подели величином радно способне популације (нпр. код Binford 2001:229).

Количник зависности мери оптерећење радно способног тј. активног дела популације, јер што је вредност овог количника већа, припадници активне популације морају више да раде како би сви у популацији могли да се издржавају. Овако рачунат коефицијент показује колико издржаваних индивидуа долази на једну радно активну индивидуу. Из формуле се јасно види да оптерећење радно способног становништва директно зависи од старосне структуре становништва.

Фертилитет

Физиологија и динамика људске репродукције

Људи су врста са полным итеропаритетним³⁵ начином размножавања. Зачеће нове јединке почиње онда када сперматозоид (мушка полна ћелија) успешно продре у јајну ћелију (женска полна ћелија). Код људи се у већини случајева рађа једно дете по трудноћи. Код људи до полног сазревања кроз процес пубертета долази у другој деценији живота, а време када долази до сазревања разликује се између полова и популација. Током пубертета долази до лучења хормона који трансформишу тело детета у тело јединке способне за размножавање. Код мушкараца сексуално сазревање примарно значи производњу сперме односно активних мушких полних ћелија, као и развој секундарних полних карактеристика. Код мушкараца Западне цивилизације производња сперматозоида почиње између 11 и 12 године живота, док се остале пубертетске промене (повећање гениталија, убрзани општи телесни раст и појава секундарних полних карактеристика) јављају нешто касније, око 13–14 године (Wood 1994:426, Figure 9.4).

За демографију је далеко значајнији временски распоред сазревања жена, јер жене су ограничавајући фактор из демографске перспективе због тога што могућност зачећа као и динамика трудноће зависе од сложених процеса у женском телу (Wood 1994). Полно сазревање жене почиње са производњом јајних ћелија и почетком менструалног циклуса (менархе) тј. са појавом прве менструације – тада почиње плодни период жене, где се под плодношћу (*фекундитетом*) подразумева физиолошки потенцијал за успешно зачеће³⁶. Просечна старост при полном сазревању код жена варира унутар и између људских заједница (Wood 1994:414–422). Код савремених индустријских заједница (пре свега Западне цивилизације) прва менструација јавља се у просеку између 12 и 13 године (док пубертетске промене попут повећања груди и убрзаног телесног раста почињу раније, већ са око 11 година старости), уз тренд даљег померања старости при првој менструацији ка нижој старости – нпр. у Данској је 1840. године просечна старост при првој менструацији била 17 година, а 1940. године је била 14 година (Eveleth and Tanner 1990:161–172, Table 10; Wood 1994:416–419). Код преиндустријских заједница у садашњости и у прошлости, прва менструација се јавља касније у односу на данашње индустријске популације, по правилу после 13 година, у распону од 14 до 18 година (Hochberg, Gawlik, and Walker 2011). Уочена је негативна корелација између старости при првој менструацији и социоекономског статуса – код богатије субпопулације долази до смањења просечне старости при првој менструацији у односу на сиромашну субпопулацију, а такође постоји и варијација између популација где „богатије” популације

35 Итеропаритетно размножавање значи да жена може да роди децу више пута током живота.

36 Прецизности ради треба напоменути да појава прве менструације не значи и појаву прве овулације – обично прође око годину дана од прве менструације до прве праве овулације, тако да је почетак репродуктивне способности код жена процес, а не тренутак везан за прву менструацију (Wood 1994:404–405). Такође, током првих неколико година после прве менструације, обично 2–3 године, не долази до овулације у сваком циклусу или постоје други фактори који онемогућују зачеће, па се овај период назива периодом адолесцентске делимичне плодности (*субфекундитета*) (Wood 1994:405–408).

имају у просеку нижу старост при првој менструацији. Ови обрасци варијације објашњавају се обично физиолошким утицајем ухрањености односно просечне ухрањености на временску динамику полног сазревања, мада треба поменути да постоје и други фактори, јер је уочено да је код заједница које живе на већој надморској висини просечна старост при првој менструацији нешто виша у односу на равничарске заједнице без обзира на ухрањеност (Eveleth and Tanner 1990:168–172; Wood 1994:421).

Менструални циклус жене у просеку траје 28 дана и подразумева низ физиолошких промена кључних за потенцијалну репродукцију. Током циклуса у јајницима се производи јајна ћелија која се у једном тренутку испушта из јајника у јајовод (овулација) и почиње да се спушта кроз јајоводе ка материци. Током периода спуштања јајне ћелије ка материци, који траје у просеку око 6 дана, може доћи до зачећа. Жена има два јајника и сваки од њих прави једну јајну ћелију по циклусу и ако се обе јајне ћелије оплоде настају двојајчани близанци. Ако до зачећа не дође (услед изостанка сексуалног односа или услед тога што ниједан сперматозоид није оплодио јајну ћелију ако је сексуалног односа било), онда се неоплођена јајна ћелија избацује пре самог почетка менструација путем вагиналног секрета, а одбацивање зида материце који је посебно припремљен за прихватање оплођене јајне ћелије праћено крварењем назива се менструација. Када почне менструација долази до производње нових јајних ћелија у јајницима и циклус почиње из почетка.

Менструални циклус код жена престаје у просеку око педесете године старости. Престанак менструалног циклуса означава и крај репродуктивног периода у животу жене и назива се менопауза. Свака жена се рађа са ограниченом количином овоцита, ћелија од којих настају јајне ћелије током менструалног циклуса док траје репродуктивни период. Заправо сви овоцити које ће једна жена икада имати настају још док је индивидуа у феталном периоду, до око петог месеца гестацијског периода. Менопауза настаје када се потроше залихе овоцита односно када више не постоје ћелије од којих могу да настану нове јајне ћелије. Овоцита има далеко више него што настане јајних ћелија, али то је зато што многи овоцити умиру програмираном ћелијском смрћу (атрезија) током ембрионалног, пререпродуктивног и репродуктивног периода тј. не развију се сви овоцити у јајне ћелије (Рессеи 2001).

Чемберлен тврди да су кроскултурна истраживања, као и историјска истраживања, показала да постоји веома мала варијација у старости при наступању менопаузе између различитих људских заједница, како индустријских тако и преиндустријских (Chamberlain 2006:55). Вуд тврди сасвим супротно – да је интерпопулациона варијација медијане³⁷ старости при почетку менопаузе већа него варијација везана за почетак менструалног циклуса. Вуд је представио медијане старости при почетку менструалног циклуса за 92 савремене популације из различитих делова света, и медијане за старост при почетку менопаузе за 20 савремених популација (Wood 1994: Tables 9.5–9.6): стандардна девијација³⁸ медијана старости за менархе је 1.5 година, а за менопаузу је 2.77 година.

Када је реч о самој временској динамици трудноће, када дође до успешног зачећа, трудноћа у просеку траје 9 месеци. По рођењу детета, код жене наступа период постнаталне неплодности. Потребно је најмање око месец и по дана после порођаја да поново почне овулација, али ако жена доји дете, што је доминантни модел понашања у највећем броју

37 У статистици медијана представља једну од мера централне тенденције. Медијана је вредност у узорку или популацији од које тачно 50% случајева имају мању или већу вредност. На пример, ако имамо 6 особа у узорку, индивидуалне старости 2, 3, 3, 4, 5, 6 и 9 година, медијана старости ће бити 4 године (док би просек тј. аритметичка средина износила 4.57 година). Код дистрибуција које су приближно симетричне, медијана и аритметичка средина имају сличне вредности.

38 У статистици стандардна девијација представља меру варијације неке континуалне променљиве у популацији или узорку. Стандардна девијација једнака је квадратном корену варијансе.

случајева, период постнаталне неплодности (*аменореје*) продужава се онолико времена колико жена доји дете, јер дојење изазива физиолошке ефекте у телу (хормонски утицај) који спречавају овулацију (тј. доводи до изостанка менструације) док год дојење траје (Wood 1994:331–370). Дојење представља релативно ефикасан³⁹ метод контрацепције и директно утиче на дужину интервала између два рађања, што има значајне демографске последице. Треба напоменути да су новија истраживања показала да је механизам смањивања фекундитета жена приликом дојења сложенији од претпостављеног и директне везе између дојења и хормонске контроле овулације. Контрацептивни утицај дојења почива на чињеници да дојење повећава потрошњу енергије код жене, а физиологија плодности је таква да се чини да тело жене „зна” какав је тренутни енергетски баланс (разлика између уноса калорија, који зависи од квалитета и квантитета исхране, и потрошње калорија, којој свакако доприноси дојење, али и неки други фактори попут нивоа физичке активности) и да од те информације зависи да ли ће до овулације доћи или не (Ellison 2009; Kelly 2013:197–200; Ellison, Bogin, and O’Rourke 2012:780–782). Ово је разлог зашто у (пост)индустријским заједницама дојење нема толико изражен контрацептивни ефекат – храна је доступна у изобиљу, а физичке активности су у просеку нижег интензитета у односу на преиндустријске заједнице, тако да је тело под мањим метаболичким стресом.

Дужина дојења односно старост детета при одвајању од дојења и увођењу друге хране (*дохране*) варира како унутар, тако и између популација, о чему ћемо ускоро говорити. Када је реч о утицају дојења на број деце, Вуд је израчунао да би минимална дужина интервала између два порођаја у популацији у којој жене не доје децу износила 13.5 месеци (9 месеци трудноћа + месец и по до повратка овулације + 3 месеца просечног чекања до зачећа) и да би, под претпоставком да прва трудноћа почне када и репродуктивни период (узео је да је то 15 година), а да менопауза наступа са 50 година старости, укупан број деце који жена роди током репродуктивног периода (укупна стопа фертилитета, видети доле) износио 31 што је веома висока вредност у поређењу са највећом историјски забележеном вредношћу⁴⁰ укупне стопе код Хутерита која износи 9 (Wood 1994:64).

Мере фертилитета у демографији

У демографији се прави разлика између поменуте физиолошке плодности (*фекундитета*) и остварене (*de facto*) плодности (фертилитета у ужем смислу или само фертилитета). Физиолошку плодност је веома тешко прецизно дефинисати, она би представљала потенцијал за зачеће и рађање детета, а још теже мерити, тако да се пажња демографа усмерава ка фертилитету, као релативно једноставно мерљивој величини (макар у индустријским заједницама са развијеном бирократијом). Може се рећи да понашање индивидуе у одређеном друштвеном оквиру који регулише понашање јединки посредује у превођењу фекундитета у фертилитет (Ellison, Bogin, and O’Rourke 2012).

Стопа наталитета представља најопштију меру фертилитета једне популације и рачуна се као број новорођене деце подељен величином популације на средини тог временског интервала (обично једне године у савременој демографији) и представља просечан број новорођених по једној особи у јединици времена:

39 Али не и савршен – могуће је, али је мало вероватно да до зачећа дође током периода дојења. Вуд пријављује резултате претходних истраживања која су показала да је ефикасност дојења као метода контрацепције упоредива са ефикасношћу кондома или дијафрагми (Wood 1994:339).

40 Овде треба нагласити да у готово свим популацијама могу да постоје ретке жене које имају преко 15 или 20 деце, дакле треба разликовати то што је у појединачним случајевима могуће достићи тако висок фертилитет, али када је реч о укупним стопама фертилитета треба имати на уму да се оне односе на популационе просеке.

$$b = \frac{N_{nr}}{P_{t/2} \cdot t}$$

где су: N_{nr} број новорођене деце у интервалу посматрања дужине; $P_{t/2}$ величина популације на средини временског интервала посматрања; t трајање временског интервала посматрања. Стопа наталитета изражава се често на 1000 људи у популацији тако што се резултат горе приказане формуле помножи са 1000 и онда се добијена стопа тумачи као број новорођене деце на 1000 људи у популацији током јединице времена.

Општа стопа фертилитета рачуна се као број новорођене деце подељен величином женске популације у репродуктивном периоду (старости од 15 до 50 година) током трајања одређеног временског интервала (обично једне године у савременој демографији) и представља просечан број деце који роди жена из дате популације у јединици времена:

$$OSF = \frac{N_{nr}}{P\check{Z}_{t/2} \cdot t}$$

где су: N_{nr} број новорођене деце у интервалу посматрања дужине; $P\check{Z}_{t/2}$ величина женске популације у репродуктивном периоду на средини временског интервала посматрања дужине; t трајање временског интервала посматрања. Множењем са 1000 и ова стопа може се изразити као број рођене деце на 1000 жена.

Старосно специфична стопа фертилитета представља старосно специфичну меру фертилитета односно просечан број живорођене деце који роди жена у одређеној старосној категорији током неког временског интервала (обично једне године). Рачуна се тако што се број новорођене деце од мајки у одређеној старосној категорији током трајања временског интервала подели величином женске популације у тој истој старосној категорији на средини временског интервала:

$$SSSF_x = \frac{N_{nr}}{N_{x,t/2} \cdot t}$$

где су: N_{nr} број новорођене деце у интервалу посматрања дужине; $N_{x,t/2}$ величина женске популације одређене старости (у интервалу x) на средини временског интервала посматрања дужине; t трајање временског интервала посматрања.

Укупна стопа фертилитета представља збир старосно специфичних стопа фертилитета за све године трајања репродуктивног живота жене и може се интерпретирати као укупан број живорођене деце који би родила просечна жена у датој популацији која је прошла (преживела) целокупно трајање репродуктивног периода. Рачуна се на следећи начин:

$$USF = \sum_{x=0}^{x=80} SSSF_x \cdot i$$

где су: $SSSF_x$ старосно специфичне стопе фертилитета, а i дужина трајања старосног интервала односно старосне категорије. Као што се из формуле види, старосно специфичне стопе за сваку категорију множе се са дужином трајања старосног интервала како би се израчунао број деце који се роди током целог трајања појединачног старосног интервала, затим се све ове вредности за различите старосне интервале сабирају, а резултат представља просечан број деце који роди жена која преживи цео репродуктивни период.

Бруто стопа репродукције је укупна стопа фертилитета али само за женску живорођену децу. Формула је идентична формули за рачунање укупне стопе фертилитета осим што се користе старосно специфичне стопе фертилитета рачунате само за број живорођене женске деце. Бруто стопа репродукције може се директно израчунати из укупне стопе фертилитета тако што се потоња помножи са $1 + OP_0$ где је OP_0 однос учесталости полова (коефицијент маскулинитета) при рођењу:

$$BSR = USF \cdot (1 + OP_0)$$

Нето стопа репродукције је мера која комбинује меру фертилитета и морталитета и даје увид у популациону динамику. Она представља просечан број женске деце који роди просечна жена у популацији са датим режимом фертилитета (старосно специфичним стопама фертилитета) и датим режимом морталитета. Другим речима, ова мера је аналогна бруто стопи репродукције с тим што додатно узима у обзир и морталитет, односно чињеницу да неће све жене преживети цео репродуктивни период. Рачуна се према формули:

$$NSR = \sum_{x=15}^{x=45} (SSSF\check{Z}_x \cdot L_x)$$

где су: $SSSF\check{Z}$ старосно специфична стопа фертилитета за рађање женске деце, i дужина старосних интервала, L_x број година који особа у просеку проживи током старосног интервала у старосној категорији x (видети испод секцију о морталитету, подсекцију о таблицама морталитета за детаљно објашњење овог појма).

Када нето стопа репродукције износи 1 (под претпоставком да је однос учесталости полова при рођењу тачно⁴¹ 1), то значи да популација не расте нити опада, јер свака мајка у просеку производи тачно једну ћерку тј. минимум за просту репродукцију. Када је ова стопа већа од 1, популација расте, а када је мања, популација опада.

Дужина трајања генерације представља просечну старост индивида при репродукцији и може се тумачити као просечан број година између две сукцесивне генерације. Као што напомиње Фенер, ову величину не треба тумачити као просечну старост мајки када добију прво дете већ као просек старости односно година када је жена рађала децу (Fenner 2005). На пример, ако је једна жена родила прво дете у 25, друго у 30 и треће у 35 година старости, просечна старост те жене при репродукцији износи 30 година – $(25+30+35)/3$. Аналогно овоме, просечна старост при репродукцији одређује се за целу популацију (мушку, женску или укупну). Просечна дужина трајања генерације код људских заједница креће се између 25 и 30 година, код жена је ближа 25, а код мушкараца 30 година, док је за мушкарце и жене заједно просек негде око 28–29 година (Fenner 2005).

41 Вредност нето стопе репродукције која одговара стационарној популацији, тј. популацији чија је величина константна кроз време, зависиће од вредности односа учесталости полова при рођењу. Ако у популацији однос полова при рођењу одступа од 1, онда ће, у зависности од смера тог одступања, нето стопа репродукције бити незнатно мања или већа од 1 за стационарну популацију. На пример, ако би тај однос био 1.05, онда би нето стопа репродукције за стационарну популацију износила 0.95 (или у општем случају $2 - OP_0$), где је OP_0 однос учесталости полова при рођењу, јер да би се популација одржавала на истом нивоу, потребно је да сваки родитељски пар произведе тачно двоје деце у просеку.

Морталитет

Опште мере морталитета демографији

Смрт је несрећна чињеница људског живота, а у демографији она стоји у основи друге силе природног кретања становништва – морталитета. Максимални животни век човека ограничен је биологијом, али умирање се дешава из различитих разлога и пре достизања биолошког максимума. Природни процес старења, болести, несреће, ратови представљају различите факторе смртности чији збирни ефекат на популационом нивоу ствара одређени образац или режим морталитета.

Један од два најопштија показатеља морталитетанеке популације јесте **стопа морталитета** која се рачуна аналогно стопи наталитета. Стопа морталитета добија се када се број умрлих током временске јединице посматрања (обично једне године) подели величином популације на средини тог временског интервала помноженом са дужином трајања интервала:

$$m = \frac{D}{P_{t/2} \cdot t}$$

где су: D број умрлих у интервалу посматрања дужине t ; $P_{t/2}$ величина популације на средини временског интервала посматрања; t трајање временског интервала посматрања. Овај количник множи се често са 1000 како би стопа била изражена у броју умрлих на 1000 људи.

Други општи показатељ морталитета који је у уској вези са првим јесте **очекивани животни век при рођењу** (или само очекивани животни век) који представља реципрочну вредност стопе морталитета:

$$e_0 = \frac{1}{m}$$

где је m стопа морталитета. О очекиваном животном веку биће више речи у оквиру описа конструкције и интерпретације таблица морталитета.

Старосно специфична стопа морталитета (централна стопа морталитета) представља старосно специфичну меру морталитета односно број умрлих у одређеној старосној категорији током неког временског интервала (обично једне године):

$$m_x = \frac{D_x}{N_x \cdot t}$$

где су: D_x број умрлих који у тренутку смрти припадају старосном интервалу; N_x величина популације одређене старости (у интервалу x) на средини временског интервала посматрања дужине t ; t трајање временског интервала посматрања. Стопа морталитета може се такође израчунати на основу старосно специфичних стопа морталитета:

$$m = \frac{\sum_{x=0}^{\max} m_x N_x}{\sum_{x=0}^{\max} N_x \cdot t}$$

Таблица морталитета

Када је реч о анализи морталитета, најважнији и најкориснији демографски инструмент јесте *таблица морталитета*⁴². Демографска таблица морталитета је математички оквир који сумарно и прегледно представља режим морталитета неке популације. Полазна основа за рачунање таблице морталитета у демографији јесу дијахрони или синхрони синтетички подаци о старосној структури популације. Идеја иза састављања таблице морталитета јесте да се утврђивањем броја умрлих и живих (преживелих) људи у старосним категоријама може реконструисати профил морталитета односно специфична конфигурација вероватноћа умирања за сваку старосну категорију, која одражава опште услове живота у тој популацији, односно збирни ефекат различитих фактора и узрока морталитета, као и њихове интеракције. У демографији постоје два метода за састављање таблица морталитета, а то су кохортни (лонгитудинални) и трансверзални (моментни) метод.

Кохортни метод у анализи морталитета становништва подразумева да се припадници једне генерације тј. *кохорте* (људи рођени исте године) прате током целог живота и да се у правилним временским интервалима (1 или 5 година) бележи колико је припадника те генерације и даље у животу. Кохортни метод подразумева доступност лонгитудиналних података из неколико деценија (до смрти последњег припадника посматране генерације). Као крајњи резултат овог посматрања добија се број преживелих припадника генерације на почетку сваког старосног интервала, као и број умрлих током сваког од старосних интервала.

Трансверзални (моментни) метод подразумева бележење старосне структуре популације у једном временском тренутку тј. синхрони пресек старосне структуре неке популације. Код примене овог метода претпоставља се да је учесталост индивидуа у различитим старосним категоријама у једном временском тренутку еквивалентна учесталостима преживелих индивидуа рођених исте године у различитим временским тренуцима тј. да синхрони пресек старосне структуре популације добро апроксимира дијахроно смањивање једне кохорте кроз време. Овај метод је далеко чешћи у антрополошкој и етнографској демографији где подаци из дужег временског периода нису доступни услед непостојања система државне статистике, а боравак антрополога на терену обично је ограничен на неки краћи период тзв. „етнографску годину”. Код овог метода основна претпоставка за рачунање таблице морталитета јесте да је величина популације константна кроз време или да се макар ради о стабилној популацији тј. опадајућој или растућој популацији са константном интринзичком стопом раста (видети доле секцију о популационој динамици за објашњење термина).

Као што је речено, полазна тачка за рачунање таблице морталитета јесте апсолутна учесталост индивидуа по старосним категоријама (N_x). На основу ових података могуће је израчунати следећу колону која представља апсолутни број умрлих током сваког старосног интервала (D_x). На основу ове колоне могуће је израчунати релативну учесталост (пропорцију) умрлих у свакој старосној категорији тако што се апсолутна учесталост у свакој старосној категорији подели са укупним бројем умрлих из свих старосних категорија:

$$d_x = \frac{D_x}{\sum_{x=0}^{x=\max} D_x}$$

На основу d_x добија се брз увид у старосну структуру популације умрлих.

42 У енглеском језику користи се термин *life table* који се дословно може превести као животна табела или животна таблица. Термин *таблица морталитета* или табела морталитета представља термин који се користи у демографији на српском језику, тако да је он коришћен и у овој књизи.

На основу N_x колоне може се израчунати колона која представља број преживелих или преживљавање до старосне категорије x . Ова колона рачуна се тако што се број живих у свакој старосној категорији подели укупним бројем живих у првој старосној категорији N_0 , јер овај количник даје пропорцију оних који су се родили у датој кохорти и који су доживели да уђу у x -ти старосни интервал:

$$l_x = \frac{N_x}{\sum_{x=0}^{x=\max} N_0}$$

Приметимо да између l_x и d_x колоне постоји веза:

$$d_x = l_x - l_{x+i}$$

где је i дужина старосног интервала⁴³, у случају овог примера 5 година. Овај количник може се такође тумачити и као вероватноћа доживљавања одређеног броја година, односно вероватноћа да ће особа рођена у датој популацији доживети или ући у одређени старосни интервал (преживети од рођења до почетка неког старосног интервала). Број индивидуа у првој старосној категорији (односно број рођених у једној кохорти) представља корен таблице морталитета. Овај корен се понекад подешава да буде једнак 100 хиљада или 100 множењем вредности l_x колоне за прву старосну категорију, која је по дефиницији једнака 1, са 100 хиљада или са 100.

На основу l_x (и d_x) колоне могуће је израчунати вероватноћу умирања током старосног интервала x тако што се пропорција умрлих током старосног интервала x (која је једнака разлици између вероватноће преживљавања до тог старосног интервала и до оног који му следи) подели са вероватноћом преживљавања до тог старосног интервала, односно:

$$q_x = \frac{l_x - l_{x+i}}{l_x} = \frac{d_x}{l_x}$$

Ова вредност је у тесној вези, и нумерички је често веома блиска старосно специфичној стопи морталитета (централној стопи морталитета). Између ова два демографска параметра постоји квантитативна веза и могуће је претворити један у други показатељ на основу следеће формуле.

$$q_x = \frac{2m_x}{2 + m_x}$$

На основу l_x колоне рачуна се следећа важна колона у табlici морталитета, а то је L_x колона која се може тумачити као просечан број година који проживи индивидуа у оквиру одређеног старосног интервала под условом да је доживела да уђе у тај интервал.

⁴³ У овом примеру једнаке су све дужине старосних интервала и износе 5 година, али у општем случају могу се разликовати и онда ће i за различите интервале узимати различите вредности у зависности од трајања конкретног интервала.

$$L_x = \frac{l_x + l_{x+i}}{2} \cdot i$$

где је i дужина конкретног старосног интервала. Ова формула претпоставља да је број живих у току старосних интервала био једнак аритметичкој средини броја оних који су доживели да уђу у тај старосни интервал и броја оних који су доживели да уђу у следећи старосни интервал, односно да је вероватноћа умирања унутар интервала била униформна. Овај просек множи се са i како би се узело у обзир трајање старосног интервала.

Следећа колона таблице морталитета означава се са T_x и она представља кумулативни број година који једна особа у просеку живи у оквиру старосног интервала x и у свим осталим старосним интервалима до последњег (максималне старости):

$$T_x = \sum_{x=x}^{x=\max} L_x$$

Ова колона у комбинацији са l_x колоном користи се за рачунање очекиваног животног века за доживљену старост (e_0). Очекивани животни век за одређену старосну категорију, тј. просечан број година који неко може да очекује да живи ако је већ доживео одређену старост, рачуна се тако што се кумулативни број година које се у просеку проживе у датом старосном интервалу и оним наредним подели са вероватноћом преживљавања до датог старосног интервала:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

Вредност e_x за прву старосну категорију, односно e_0 је *очекивани животни век при рођењу* или само очекивани (просечни) животни век у одређеној популацији. Очекивани животни век при рођењу је, као што му и име каже, просечно трајање живота јединке која се родила у датој популацији. Као што је речено у претходној секцији, очекивани животни век при рођењу уједно представља и другу општу меру морталитета једне популације, јер се у њој огледа нето ефекат различитих фактора који утичу на морталитет једне популације. Реципрочна вредност очекиваног животног века при рођењу једнака је општој стопи морталитета:

$$m = \frac{1}{e_0}$$

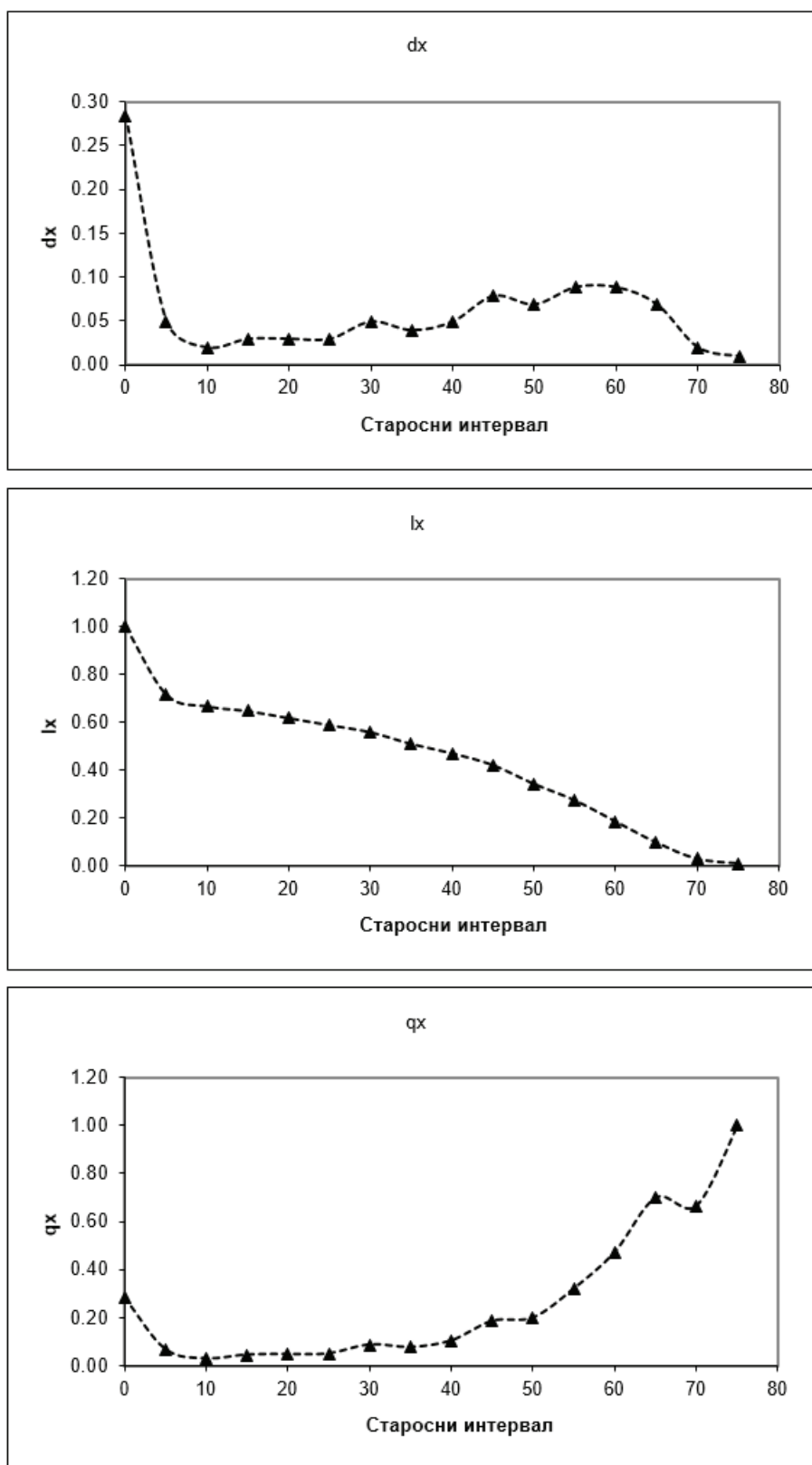
Ако је испуњена претпоставка о константној величини популације кроз време (и ако нема миграција), онда је реципрочна вредност очекиваног животног века при рођењу уједно једнака и стопи наталитета (b).

Као илустрација, израчуната је комплетна таблица морталитета за хипотетичку преиндустријску популацију (Табела 2), мада је често корисно рачунати одвојене таблице морталитета за мушку и женску популацију како би се видело да ли постоје разлике у режимима морталитета између полова. Очекивани животни век при рођењу ове популације износи 33.19

година, а како би се режим mortalитета боље сагледао, вредности преживљавања, пропорције умрлих у одређеном старосном интервалу, као и вероватноће умирања у одређеном старосном интервалу приказане су графички (Слика 15). Вероватноћа преживљавања опада са повећањем старости, док је вероватноћа умирања (као и старосно специфична стопа mortalитета која није приказана на графикону, али има готово идентичан облик вероватноћи умирања у старосном интервалу) висока за најмлађу старосну категорију, онда нагло опада и остаје на релативно ниском нивоу све до 50–60 година када почиње нагло да расте (што је, као што ће се у наредној подсекцији видети, типичан образац људског mortalитета преиндустријских заједница). Графички приказ пропорције умрлих у одређеном старосном интервалу пружа директан увид у старосну структуру умрлих.

x	N_x	D_x	d_x	l_x	q_x	m_x	L_x	T_x	e_x
0	102	29	0.28	1.00	0.28	0.33	4.29	33.19	33.19
5	73	5	0.05	0.72	0.07	0.07	3.46	28.90	40.38
10	68	2	0.02	0.67	0.03	0.03	3.28	25.44	38.16
15	66	3	0.03	0.65	0.05	0.05	3.16	22.16	34.24
20	63	3	0.03	0.62	0.05	0.05	3.01	19.00	30.75
25	60	3	0.03	0.59	0.05	0.05	2.87	15.98	27.17
30	57	5	0.05	0.56	0.09	0.09	2.67	13.11	23.46
35	52	4	0.04	0.51	0.08	0.08	2.45	10.44	20.48
40	48	5	0.05	0.47	0.10	0.11	2.23	7.99	16.98
45	43	8	0.08	0.42	0.19	0.21	1.91	5.76	13.66
50	35	7	0.07	0.34	0.20	0.22	1.54	3.85	11.21
55	28	9	0.09	0.27	0.32	0.38	1.15	2.30	8.39
60	19	9	0.09	0.19	0.47	0.62	0.71	1.15	6.18
65	10	7	0.07	0.10	0.70	1.08	0.32	0.44	4.50
70	3	2	0.02	0.03	0.67	1.00	0.10	0.12	4.17
75	1	1	0.01	0.01	1.00	2.00	0.02	0.02	2.50

Табела 2. Таблица mortalитета хипотетичке преиндустријске популације.



Слика 15. Графички приказ изабраних колона према подацима из таблице морталитета (Табела 2).

У демографији се често користе *моделске таблице морталитета*. Моделске таблице морталитета представљају, као што и само име каже, моделе морталитета. Оне се праве на

основу великог броја емпиријских таблица морталитета или тако што се упросечавају њихове вредности и/или тако што се на основу емпиријских података статистички моделују везе између различитих колона и ћелија таблице морталитета (тзв. *релационе таблице морталитета*). У антропологији и археологији се моделске табеле често користе као апроксимације стварног режима морталитета неке популације односно за реконструкцију демографских параметара који нису доступни посматрању (Weiss 1973). На пример, ако је за неку етнографски посматрану популацију могуће поуздано израчунати само неке компоненте таблице морталитета (нпр. вероватноћу умирања само за неке старосне категорије), онда се проналази моделска таблица морталитета која најближе одговара израчунатим вредностима, а када се пронађе моделска табела која се најбоље слаже са емпиријским вредностима, онда се из те моделске табеле могу ишчитати и други демографски параметри који нису доступни директном посматрању или рачунању из различитих разлога. На пример, на основу моделске таблице морталитета, осим самих колона таблице морталитета, могу се добити и подаци о количнику зависности, укупној стопи фертилитета, просечном трајању генерације итд. Најчешће коришћене моделске таблице морталитета у антрополошкој и археолошкој демографији су оне које су објавили Кол и Демењи (за преиндустријске популације користе се вест 5 табеле) (Coale and Demeny 1983), моделске табеле Уједињених нација (<http://esa.un.org/wpp/Model-Life-Tables/download-page.html>) као и оне које је објавио Вајс (Weiss 1973). Релативно скоро појавио се нови скуп моделских таблица морталитета специјално развијених за преиндустријске популације (Seguy et al. 2008).

Модели морталитета и анализа ризика умирања

У савременој демографији, посебно у антрополошкој демографији, развијена је алтернатива таблицама морталитета односно осмишљени су инструменти анализе морталитета који ефикасније од таблица морталитета могу да пруже све податке о режиму морталитета једне популације. Моделске таблице морталитета показале су се као користан инструмент, али проблем је у томе што обрасци морталитета варирају између популација и може се десити да се, на основу недовољних података и великих грешака у оцени параметара таблице морталитета који прате мале узорке, у одсуству стандардизованих метода за упоређивање емпиријских података са подацима из моделске таблице морталитета (за одабир најбоље моделске таблице морталитета за одређени скуп података) популацији „наметне” моделски режим морталитета који можда знатно одступа од стварног (Gage 1988). Посебан проблем је то што је већина моделских таблица морталитета конструисана на основу демографских података из индустријских популација (јер су довољно детаљни подаци за конструисање моделских табела били доступни само за те популације), па је њихова применљивост на преиндустријске заједнице упитна (Seguy et al. 2008). Другим речима, моделске таблице морталитета јесу модели, али нису флексибилни модели, јер не дозвољавају подацима из циљне популације да утичу на опис режима морталитета. Још један аргумент против састављања таблица морталитета је статистичке природе и посебно је значајан за мале популације (какве су најчешће предмет антрополошког интересовања): мали узорци по старосним категоријама чине да су оцене елемената таблице морталитета прилично непоуздане и нестабилне, јер је број параметара таблице морталитета велики, а узорак је мали. Стога су се демографи и палеодемографи окренули математичким моделима морталитета који не само што имају флексибилност у односу на податке већ се могу конструисати тако да узимају у обзир етиологију неког феномена, у овом случају динамику морталитета код људских популација.

Математички модели морталитета заснивају се на пољу математике и статистике које се назива анализа ризика (енг. *hazard analysis*). Предмет математичке анализе ризика су

вероватноће и стопе дешавања или недешавања неког догађаја тј. модели промене вероватноће догађаја у функцији од старости, као и параметри тих модела (Wood, Holman, et al. 1992; Wood et al. 2002; Gage 1988; Gage 1989). Математички апарат анализе ризика примењује се у разним пољима људског деловања као што су фабричка производња апарата, машина и делова (најчешће се оцењује време трајања односно време до квара), актуарство и медицина. У демографији догађаји се односе најчешће на рађање, умирање, брак и миграције. С обзиром на то да се анализа ризика у палеодемографији примењује искључиво у домену mortalитета, овде ће бити представљени модели који се односе на mortalитет – догађај чија се вероватноћа и стопа анализирају биће смрт.

Основни концепт анализе ризика јесте *ризик догађања*. Ризик mortalитета представља граничну вредност стопе умирања у бесконачно малом интервалу⁴⁴ између старости a и $a + \Delta a$, где Δa тежи нули (Wood, Holman, et al. 1992; Wood et al. 2002)

$$\mu(a) = \lim_{\Delta a \rightarrow 0} \left(\frac{N_d[a, a + \Delta a]}{N \cdot \Delta a} \right) = \lim_{\Delta a \rightarrow 0} \left(\frac{P(a \leq A < A + \Delta a | a \leq A)}{\Delta a} \right)$$

Други значајан концепт јесте функција преживљавања која представља вероватноћу да старост при смрти најмање износи a тј. вероватноћу да индивидуа доживи тачно старост a :

$$S(a) = P(A > a)$$

Функција преживљавања има апсолутно идентичну интерпретацију и значење као l_x колона таблице mortalитета, с тим што се прва односи на случај када се старост мери континуално, а друга на случај када се старост мери у старосним интервалима коначне ширине. Другим речима, функција преживљавања је континуални аналог l_x колони, или може се рећи и обротно, да је l_x колона дискретизована функција преживљавања. Настављајући паралелу са таблицама mortalитета, може се приметити да је разлика између две сукцесивне вредности l_x једнака d_x вредности која се везује за прву од две посматране сукцесивне вредности тј. једнака је пропорцији умрлих током одређеног старосног интервала. Уколико бисмо смањили дужину интервала старосне категорије на бесконачно малу, тј. ако бисмо посматрали разлику између вредности функције преживљавања за одређену старост и вредности функције преживљавања за старост која је за бесконачно мали прираштај већа од посматране старости, добили бисмо континуални аналог d_x колони који се назива функција густине вероватноће старости у тренутку смрти:

$$f(a) = \frac{-dS(a)}{da}$$

где је d у овој формули стандардна математичка ознака за извод функције. Из ове формуле види се да је функција густине вероватноће старости у тренутку смрти једнака негативној вредности⁴⁵ првог извода функције вероватноће преживљавања.

44 Бесконачно мале величине и граничне вредности су концепти из домена математичке анализе функција односно инфинитезималног рачуна. Рачунање извода и интеграла функција базира се на овим појмовима. Довољно је погледати било који уџбеник средњошколске математике (обично за 4. годину гимназије) за упознавање са овим концептима.

45 Функција вероватноће преживљавања је опадајућа (прецизније – нерастућа) функција тако да је њен извод увек негативан (или једнак нули). Пошто је функција густине вероватноће по дефиницији позитивна, онда се испред вредности извода ставља знак минус што у крајњем резултату даје позитивне вредности.

Према математичкој теорији анализе ризика, ове три функције тј. ризик, вероватноћа преживљавања и старост у тренутку смрти су међусобно повезане следећим једначинама (Wood et al. 2002):

$$\mu(a) = \frac{f(a)}{S(a)}$$

$$S(a) = \int_{x=a}^{x=\infty} f(x)dx$$

$$f(a) = \frac{\mu(a)S(a)}{\int_{x=0}^{x=\infty} \mu(x)S(x)dx}$$

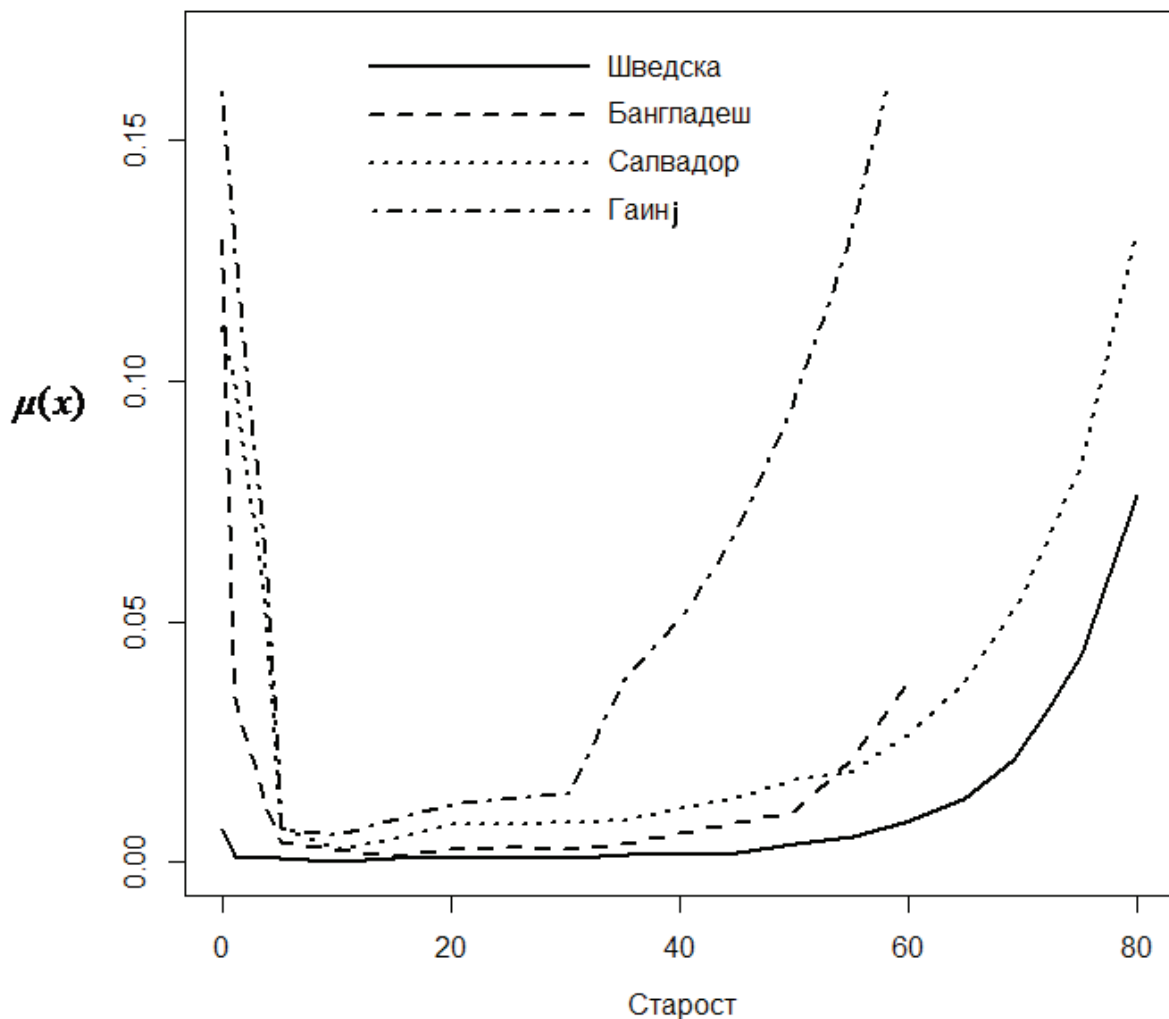
Дакле, сви основни концепти анализе ризика представљају функције које узимају вредности у зависности од аргумента функције односно старости. Да би се израчунала вредност било које од ових величина за одређену старост, потребно је познавати облик функције, односно једначину која нам на основу вредности аргумента функције (x) даје вредност саме функције за то x . На пример, уколико је функција линеарна онда она има општи облик $y(x)=a + bx$, где су a и b параметри функције. Без обзира на конкретне вредности параметара, линеарна функција ће увек имати исти облик (праву), али ће се линеарне функције међусобно разликовати у зависности од конкретних вредности параметара, неке функције ће расти, неке ће опадати, неке ће имати стрмији раст од других итд. Са друге стране, можемо дефинисати и квадратну функцију $y(x) = a + bx^2$. Ова функција је квалитативно другачија од линеарне и имаће увек облик параболе, а појединачне квадратне функције разликоваће се по брзини раста, тачки у којој секу у осу итд.

Модели mortalитета односе се на специфични облик функције који повезује нпр. старост (променљиву x) са ризиком од умирања (променљиву y). Различити модели mortalитета су заправо различите једначине које математички експлицирају везу између тачне (континуалне) старости и различитих демографских величина које се односе на mortalитет. Дакле, математичка једначина која за сваку вредност старости даје вредност ризика умирања јесте математички модел mortalитета. Ове функције садрже апсолутно све информације о режиму mortalитета једне популације. Ако су познати облик ових функција и вредности параметара, могуће је израчунати све релевантне демографске показатеље. На пример, очекивани животни век при рођењу може се израчунати према формули:

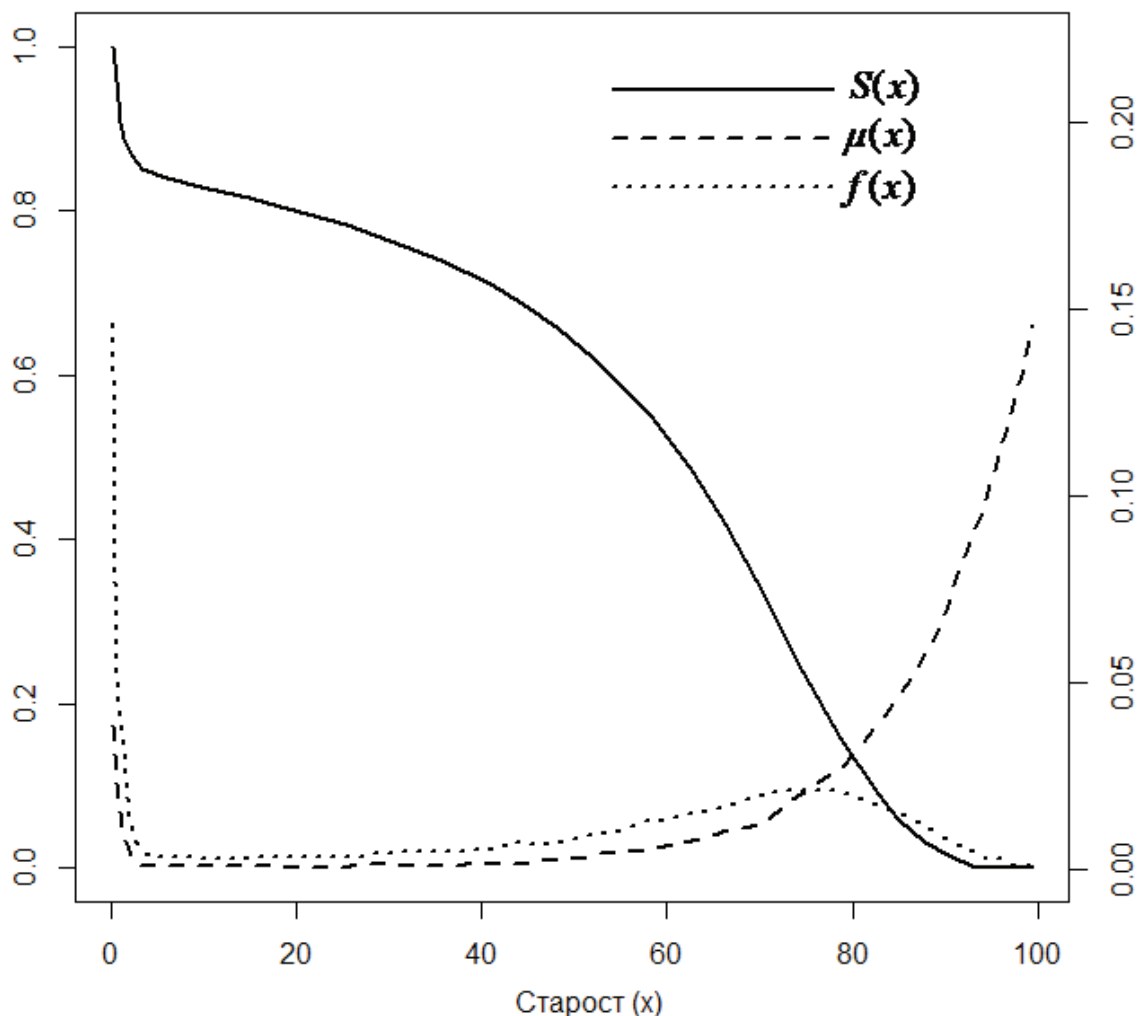
$$e_0 = e(a) = \frac{\int_{x=a}^{x=\infty} S(x)dx}{S(a)}$$

У математици постоји практично бесконачан број функција које се могу конструисати па се поставља питање како изабрати модел mortalитета. У стандардној статистичкој анализи бира се обично неки од стандардних једноставних модела (линеарни, квадратни, логистички), па се онда на основу емпиријских података траже конкретне вредности параметара за тај модел тако да разлике између предвиђања модела и емпиријских података буду најмање могуће. Међутим, у таквом приступу је најчешће циљ да се изабере најједноставнији модел који се добро слаже са подацима без обзира на то да ли сама структура модела може да се интерпретира у терминима етиологије самог феномена. Насупрот томе, у моделовању mortalитета полази

се са друге стране. Уместо да се бира неки од постојећих једноставних модела који најјаче корелира са подацима, у демографском моделовању морталитета полази се од тога да постоји неки општи образац људског морталитета, тј. фамилија кривих, односно скуп функција које имају исти општи облик, али са различитим вредностима параметара које условљавају разлике у облику унутар општег облика у зависности од конкретне популације (Слика 16). Ова општа једначина људског морталитета требало би да одражава најопштији скуп фактора морталитета односно компоненте морталитета које заједно чине режим морталитета људских заједница (Wood et al. 2002, видети следеће поглавље; Gage 1989) (Слика 17). Такође, треба нагласити да модели ризика имају далеко мање параметара од таблице морталитета које треба оценити са истом количином емпиријских података што оцене тих параметара чини поузданијим, а сам метод примене ових модела ефикаснијим начином анализе морталитета малих популација.



Слика 16. Различити емпиријски обрасци коваријације старости и ризика (старосно-специфичне силе морталитета) у различитим популацијама (према Wood et al. 2002:Fig.7.1).



Слика 17. Општи облик кључне функције из домена анализе ризика за људску популацију (према Wood et al. 2002:Fig.7.2.).

Постоји читав низ модела морталитета (за одличан и исцрпан преглед видети Wood et al. 2002; Gage 1989), а овде ће бити представљен *Силеров модел* морталитета са 5 параметара (Siler 1979) који се сматра једним од најбољих модела људског морталитета (Wood et al. 2002), а уједно је пригодан за илустрацију саме логике моделовања. Силеров модел функције ризика односно старосно-специфичне силе морталитета има следећи облик (Siler 1979):

$$\mu(a) = \alpha_1 e^{-\beta_1 a} + \alpha_2 + \alpha_3 e^{\beta_3 a}$$

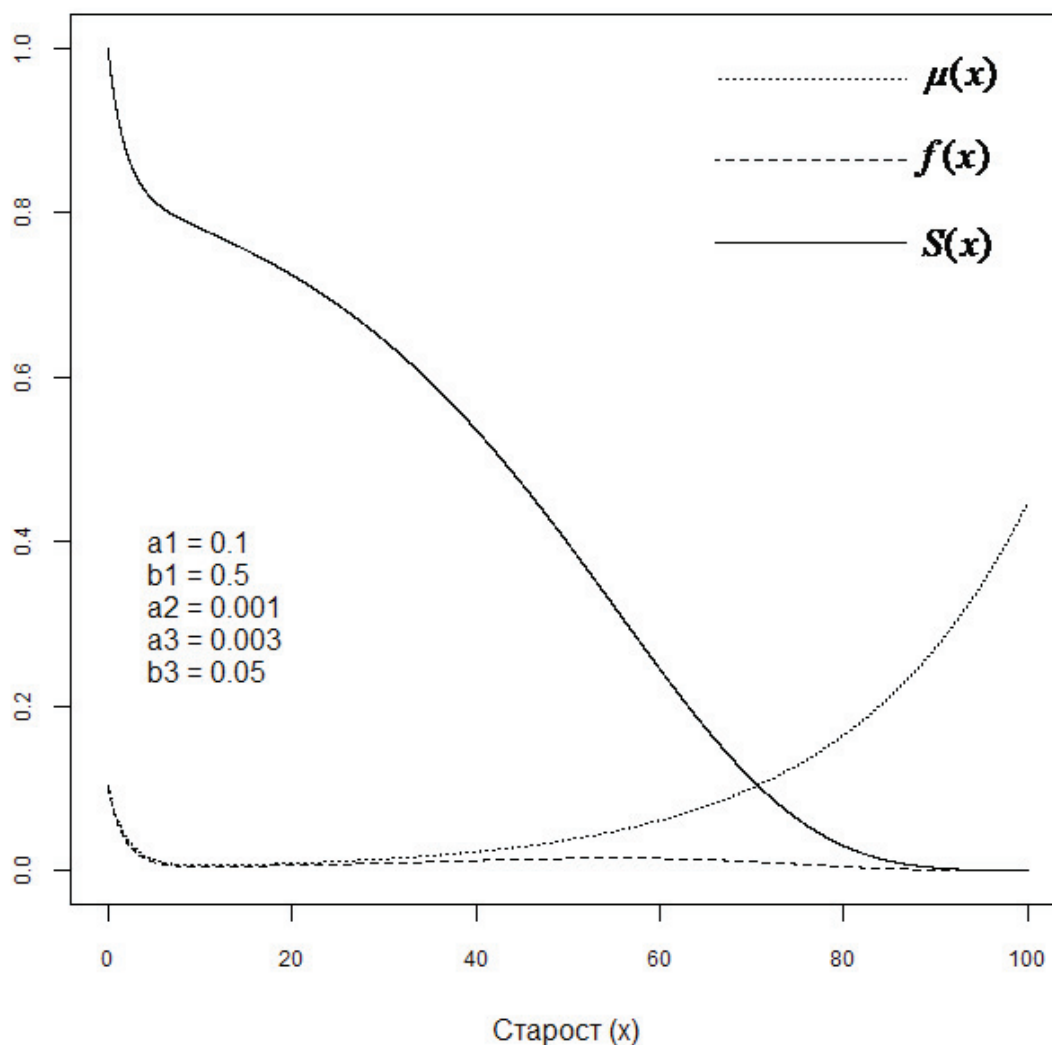
где је a старост, e основа природног логаритма, а α_1 , α_2 , α_3 , β_1 и β_2 су параметри модела. Силеров модел може се интерпретирати на следећи начин, јер он је и конструисан са идејом да моделује стварну динамику људског морталитета и њене компоненте: компонента $\alpha_1 e^{-\beta_1 a}$ представља модел смртности у раном периоду живота (детињству), где параметар α_1 представља базални ниво смртности новорођенчади, а параметар β_1 је стопа опадања морталитета у том периоду живота; α_2 је константа која представља компоненту морталитета независну од старости; трећа компонента моделује промену силе морталитета тј. њено повећавање са старењем⁴⁶. Дакле, Силеров модел ризика може се разложити на три компоненте – ризик

⁴⁶ Трећа компонента Силеровог модела је заправо *Гомперцов (Gompertz) модел* морталитета.

који се највише испољава у раном периоду и затим се нагло смањује са повећаном старошћу (смртност деце), ризик независан од старости (нпр. несреће, болести, ратови) и ризик који се повећава са старошћу:

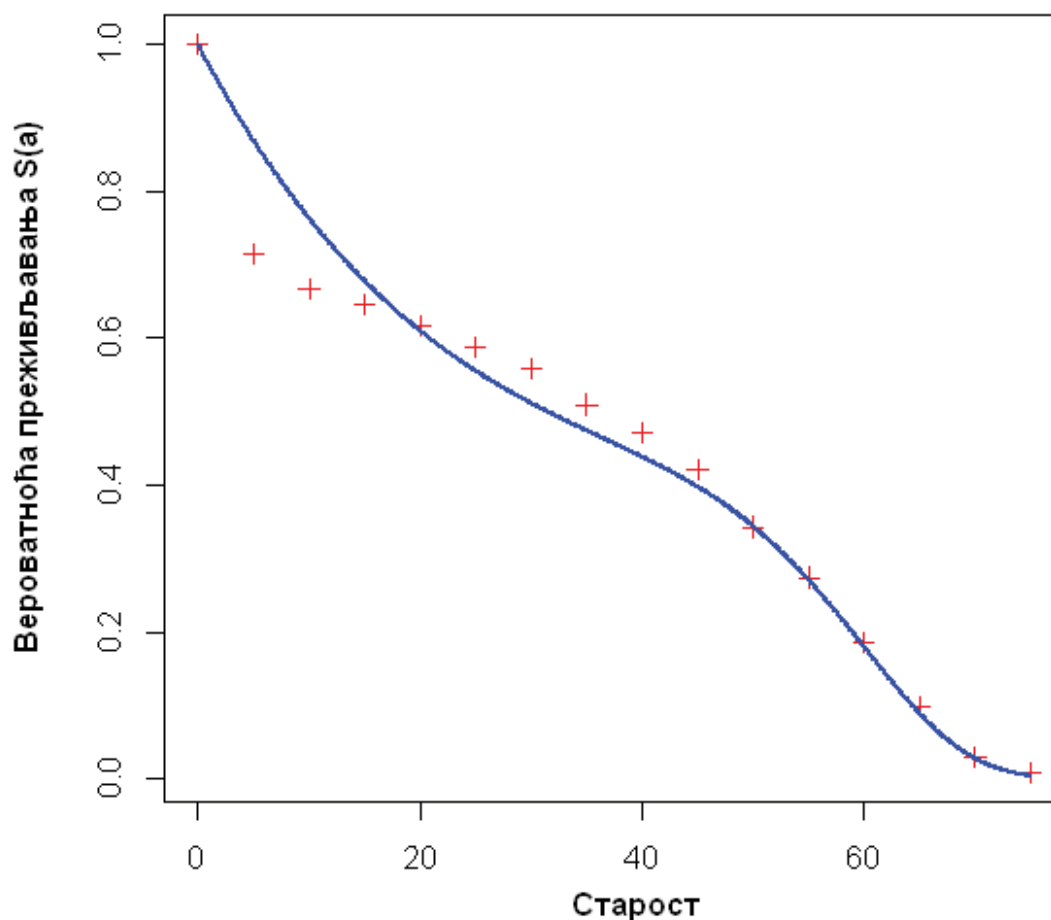
$$\mu(a) = \mu_1(a) + \mu_2 + \mu_3(a)$$

На графикону су приказане криве силе морталитета према Силеровом моделу за различите вредности параметара (Слика 18). Овде се јасно види како Силеров модел са различитим вредностима параметара може да „ухвати” специфична својства различитих режима морталитета у оквиру једног општег обрасца. Вредности параметара Силеровог модела одређују се на основу емпиријских података о старосној структури популације и/или о старосној структури умрлих тако што се математичким путем траже оне вредности параметара за које једначина даје вредности које су најближе емпиријским вредностима. Ова процедура спроводи се обично у неком од специјализованих рачунарских програма за статистичку анализу.



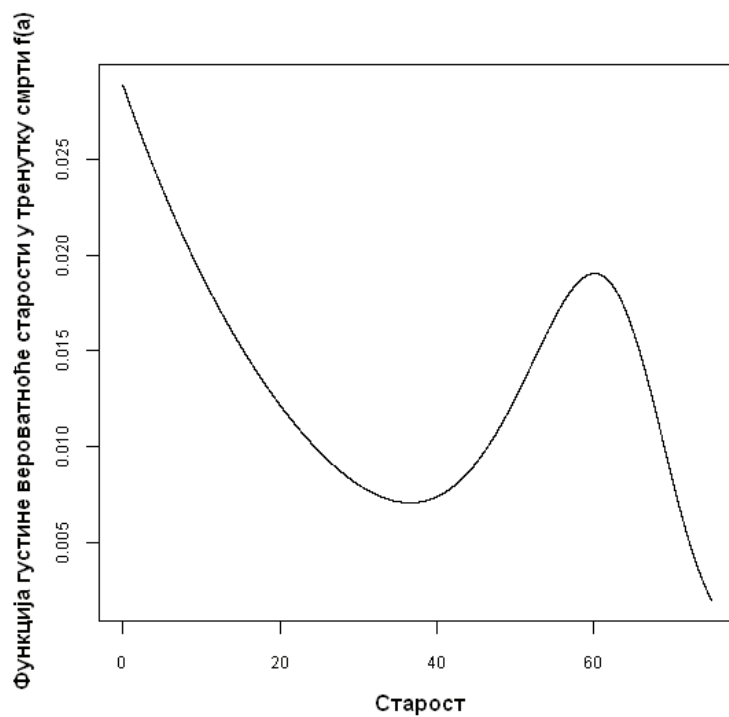
Слика 18. Кључне функције морталитета на основу Силеровог модела (према Wood et al. 2002:Fig.7.4).

Метод оцењивања параметара Силеровог модела као алтернатива рачунању таблице морталитета биће приказан на примеру података о старосној структури хипотетичке преиндустријске популације на основу које је конструисана таблица морталитета из једне од претходних подсекција (Табела 2). Методом максималне вероватности оцењени су параметри Силеровог модела на основу вредности D_x колоне из таблице морталитета⁴⁷. Оцењене вредности параметара су $a_1 = 0.06863007$, $b_1 = -0.06409185$, $a_2 = 0.03689253$, $a_3 = -0.07663029$, $b_3 = 0.06189231$. На графикону су упоређене вредности преживљавања на основу Силеровог модела и таблице морталитета, пошто су оне директно упоредиве (Слика 19). За разлику од таблице морталитета која даје вредности преживљавања само за дискретне старосне интервале, Силеров модел (као и сваки други математички модел ризика морталитета) даје ове вероватноће за сваку тачно одређену вредност старости (тј. за старост мерену на континуалној скали). Облик функције густине вероватноће старости у тренутку смрти и силе морталитета за ове вредности параметара сличне су вредностима d_x и q_x (и m_x) колоне (Слика 20, Слика 21). Очекивани животни век при рођењу израчунат на основу Силеровог модела износи 33.51 годину што је веома блиско вредности од 33.19 која је добијена на основу таблице морталитета. Дакле, модел морталитета даје готово идентичне резултате онима који се добијају из таблице морталитета, али је далеко ефикаснији инструмент анализе, посебно када су у питању подаци који нису комплетни или прецизни када је реч о оцени старости, што је од посебног значаја за скелетну палеодемографију како ће бити показано у Поглављу 5.

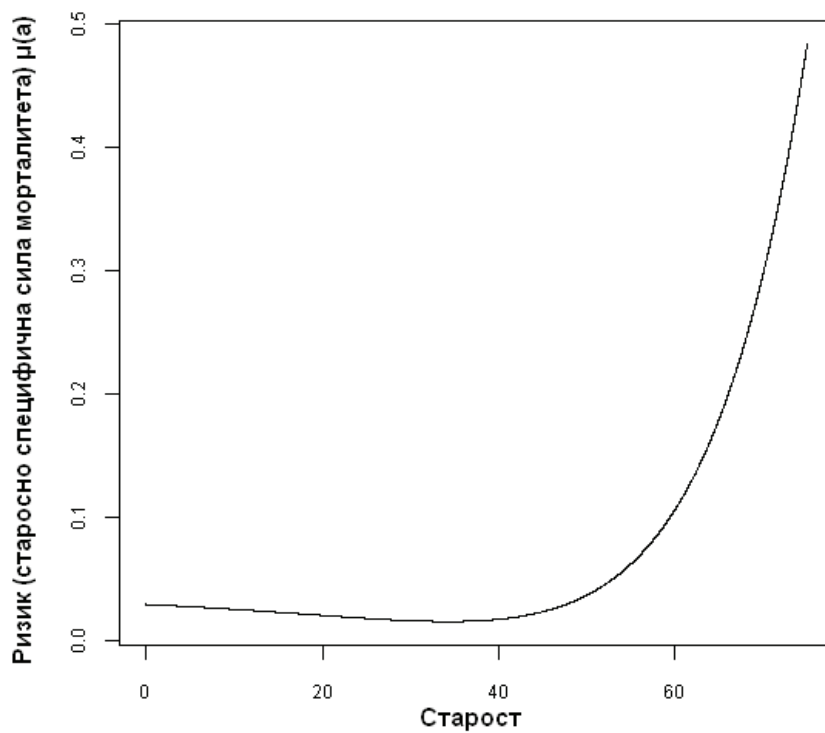


Слика 19. Упоредни графикон вероватноће преживљавања $S(a)$ израчунате на основу Силеровог модела (плава линија) и преживљавања l_x на основу таблице морталитета (црвени крстићи) (Табела 2).

⁴⁷ Прорачун је урађен у статистичком софтверском пакету R (R Development Core Team 2012)



Слика 20. Функција густине вероватноће старости у тренутку смрти израчуната на основу Силеровог модела према подацима из таблице морталитета (Табела 2).



Слика 21. Ризик (старосно специфична сила морталитета) у тренутку смрти израчунат на основу Силеровог модела према подацима из таблице морталитета (Табела 2).

Популациона динамика

Стационарна и стабилна популација

Под термином популациона динамика подразумевају се промене величине и структуре популације у времену и простору. Када се посматра само једна популација на једном простору, онда се популациона динамика своди на промене величине и структуре популације у времену. Две основне компоненте популационе динамике представљају природно и механичко кретање становништва. Као што је већ речено, природно кретање становништва подразумева рађање и умирање, односно улазак нових индивидуа у популацију рођењем и напуштање популације смрћу индивидуа. Под механичким кретањима подразумевају се миграције. Миграције могу бити из неке популације (емиграција) и у неку популацију (имиграција). По аналогији са наталитетом и морталитетом, могуће је дефинисати општу стопу емиграције која се рачуна као број емиграната подељен величином популације на средини посматраног временског интервала помножене дужином трајања тог интервала, $e = \frac{N_e}{P_{t/2} \cdot t}$ где су N_e број емиграната током временског интервала дужине t (обично једне године), $P_{t/2}$ величина популације на средини временског интервала, као и општу стопу имиграције $i = \frac{N_i}{P_{t/2} \cdot t}$ где је у бројиоцу сада број имиграната уместо броја емиграната. Као и остале опште стопе, ови количници множе се често са 1000 да би се добиле стопе емиграције или имиграције на 1000 људи.

Фертилитет и имиграција имају позитиван, а морталитет и емиграција негативан ефекат на величину популације. Популациону динамику одређује нето ефекат односно резултанта стопа фертилитета, морталитета и миграција. Ако су b , m , i и e редом стопа наталитета, стопа морталитета, стопа имиграције и стопа емиграције, онда је *интринзичка стопа раста* популације (r) једнака:

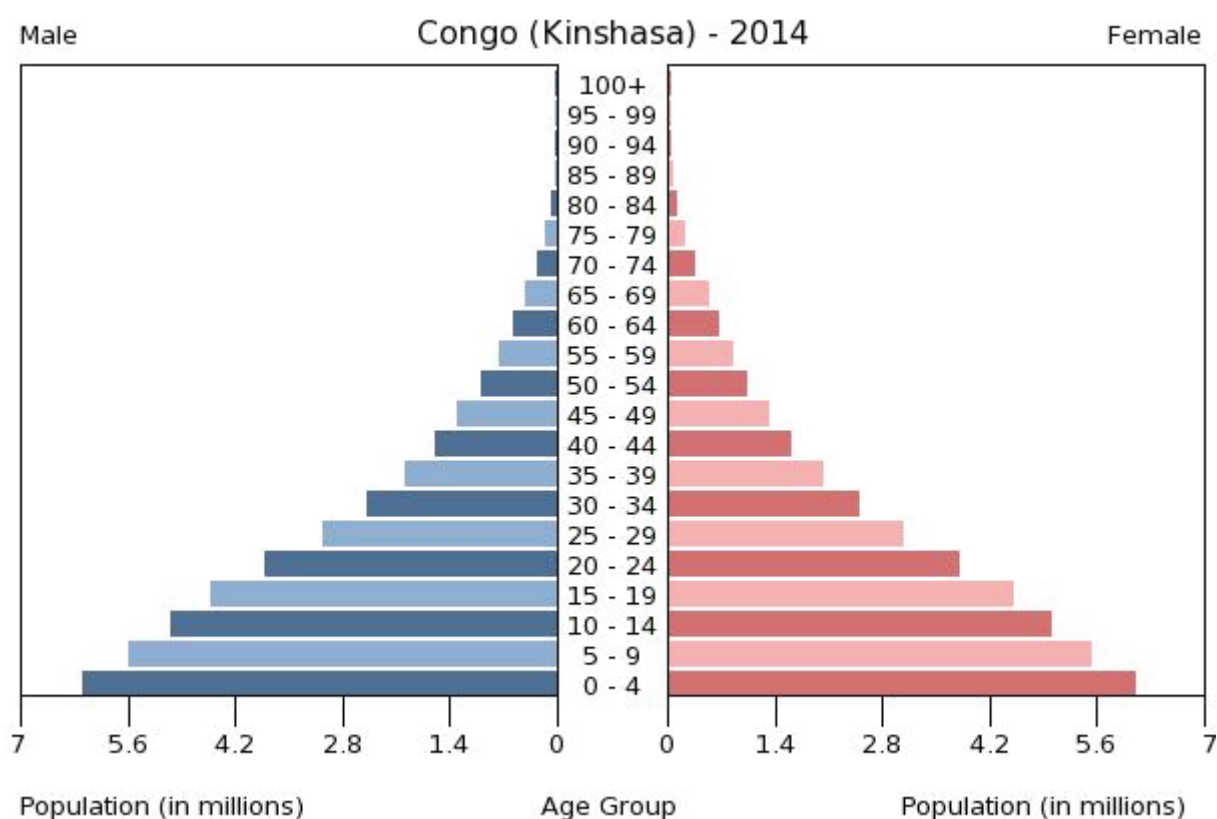
$$r = b - m + i - e$$

Ако је стопа раста једнака нули, популација нити расте нити опада, већ задржава константну величину кроз време. Оваква популација назива се *стационарном популацијом*. У најједноставнијем случају, а то је у одсуству миграција, стационарна популација је она код које је стопа наталитета једнака стопи морталитета, односно ако се у сваком временском интервалу роди исто онолико људи колико и умре (Ryder 1975). Уколико би постојале миграције код популације код које је наталитет једнак морталитету, она би била стационарна уколико би стопа емиграције била једнака стопи имиграције. Такође, уколико наталитет није једнак морталитету, него је нпр. већи, популација може бити стационарна ако је стопа имиграције толико већа од стопе емиграције за колико је стопа наталитета мања од стопе морталитета (Schmertmann 2012). Другим речима, било која комбинација ова четири фактора чији је нето ефекат нула резултираће стационарном популацијом.

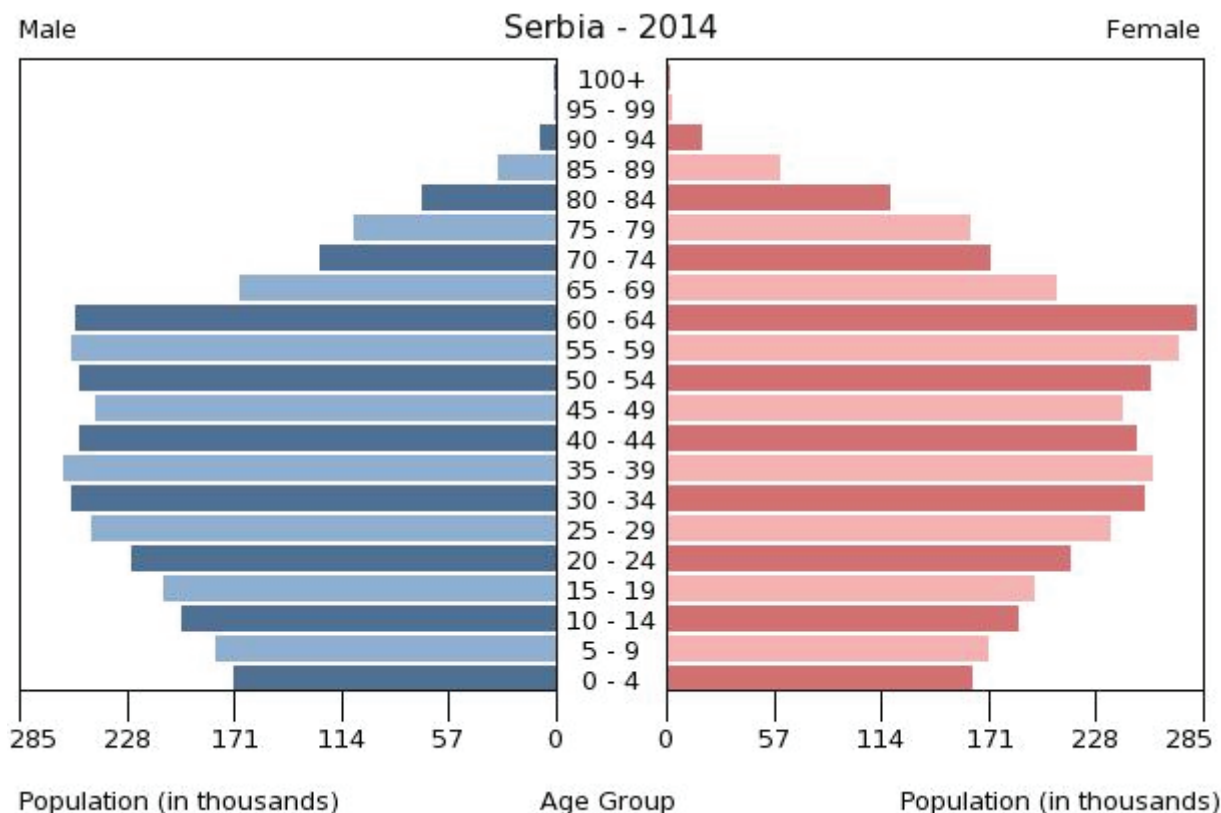
Уколико је нето ефекат ова четири фактора позитиван тј. ако је стопа раста позитивна, популација ће се повећавати, а уколико је негативан тј. ако је стопа раста негативна, популација ће опадати. Популација која у неком временском интервалу расте и има константну вредност интринзичке стопе раста је *стабилна популација*. Ако је та вредност позитивна, онда је то стабилно растућа популација, ако је негативна, то је стабилно опадајућа популација, а ако је стопа раста једнака нули, онда је то стационарна популација тј. стационарна популација је такође стабилна, иако нити расте нити опада, јер је стопа раста константна (нула).

Популациона динамика, осим промене у величини популације, подразумева промене и у старосној структури. У општем случају, популација која расте услед повећаног фертилитета

имаће већи удео млађих индивидуа у популацији него стационарна популација (Слика 22) – популациона пирамида растуће стабилне популације имаће ширу основу од стационарне популације са истим режимом морталитета. Разлог за ово је једноставан – у популацији која расте услед већег фертилитета сваке године рађа се све више и више деце. Растуће популације су зато младе популације (ако је раст узрокован повећањем наталитета). Стабилно опадајућа популација, где је морталитет већи од наталитета, имаће мањи проценат млађих индивидуа у односу на стационарну популацију са истим режимом морталитета (Слика 23) – основа популационе пирамиде ће бити ужа, а за оне популације код којих је опадање (интринзичка стопа раста) изузетно брзо, старосна структура може да поприми облик изврнуте пирамиде. У оваквим популацијама, услед смањеног фертилитета у односу на морталитет, из године у годину рађа се све мање деце, а популација све више стари – опадајуће популације (које опадају из разлога повезаних са природним кретањем) зато су старе популације.



Слика 22. Пример старосне структуре растуће популације: популациона пирамида Конга; стопа раста је 2.5% ($r = 0.025$) (према CIA World Factbook: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>).



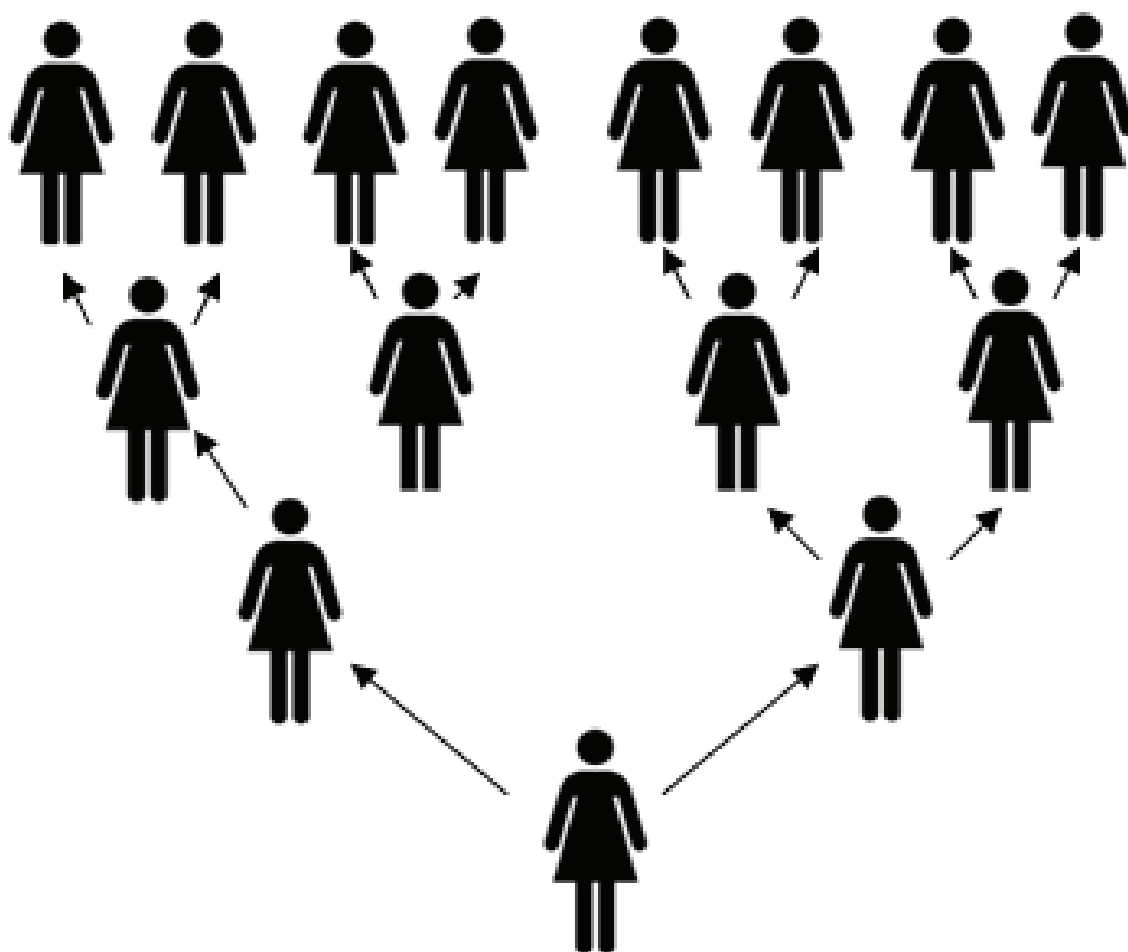
Слика 23. Пример старосне структуре опадајуће популације: популациона пирамида Републике Србије; стопа раста је -0.46% ($r = -0.0046$) (према CIA World Factbook: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>)

Модели популационе динамике

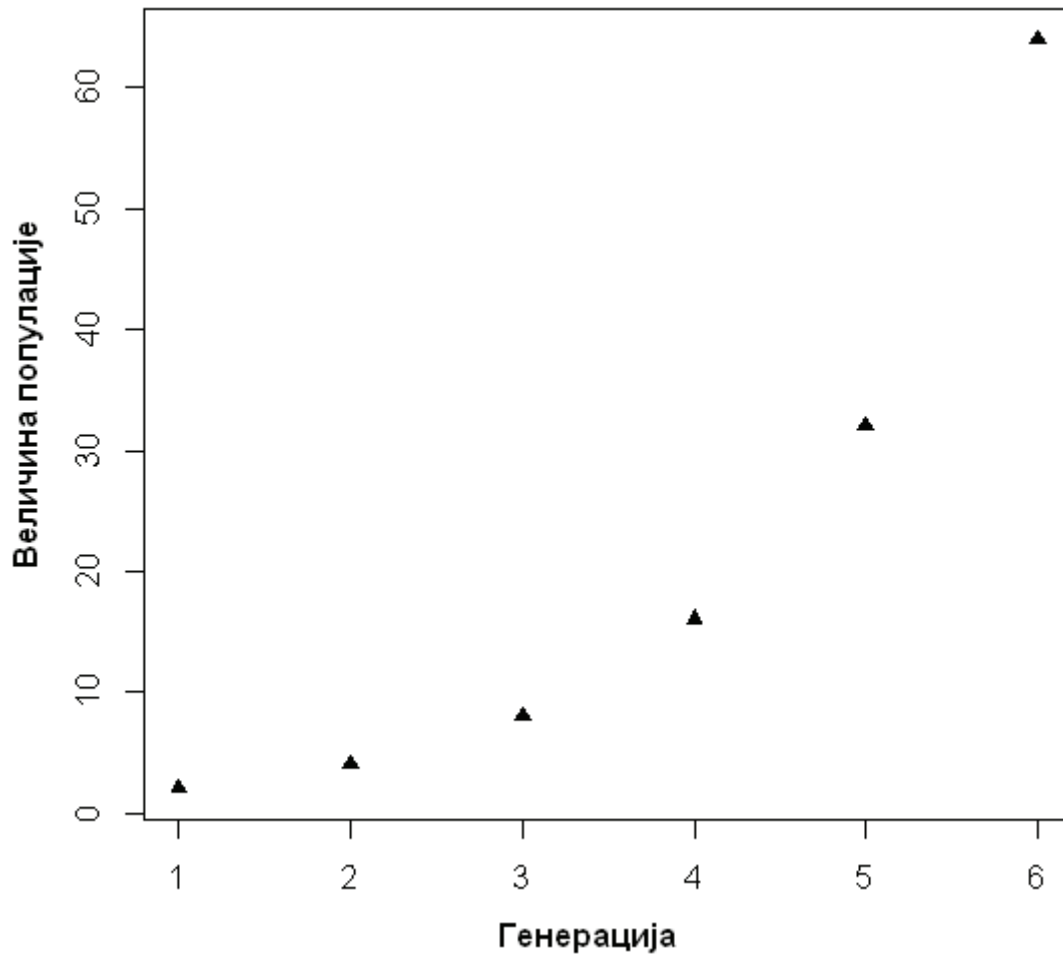
Стабилна популација је веома важна као концепт у демографији јер представља основну претпоставку, односно математичку идеализацију око које је развијена теорија стабилне популације. Теорију стабилне популације развио је амерички математичар Алфред Лотка двадесетих година 20. века (Lotka 1998). Теорија стабилне популације је математички оквир (тј. скуп математичких модела и једначина) који омогућава да, ако су (приближно) испуњене претпоставке о стабилној популацији и ако познајемо почетне услове (нпр. стопу раста, величину популације у неком временском тренутку, режим морталитета и фертилитета), израчунамо величину и структуру (старосну и полну) те популације у било ком тренутку у времену. Дакле, ова теорија нам омогућава да анализирамо популациону динамику било које популације која довољно добро апроксимира стабилну популацију и да вршимо квантитативне предикције и ретродикције (предвиђање уназад) демографских параметара те популације. Стога ова теорија има велики значај у демографији и у популационој екологији.

У основи теорије стабилне популације стоји идеја да се демографска динамика може математички моделовати. То значи да се процес раста или опадања величине популације кроз време може представити једначинама уз помоћ којих се на основу улазних вредности, као што су почетна величина популације и стопа раста у најпростијем случају, може израчунати величина популације у било ком временском тренутку. Другим речима, математички модел раста популације је заправо једначина функције величине популације у зависности од времена.

Како моделовати раст људске популације? Замислимо неку хипотетичку популацију у којој важе следећи услови: популација расте, однос учесталости полова одраслих индивидуа износи тачно 1, свака индивидуа има партнера супротног пола, не постоји никаква варијација у фертилитету између жена у тој популацији тј. све жене рађају исти број деце. Сваки пар има, односно свака жена роди, две ћерке и два сина. Ако у првој генерацији те популације имамо две индивидуе (мушкарац и жена), у следећој генерацији ће бити четири индивидуе, у оној после ње 16, затим 32 итд. (Слика 24). Дакле, популација расте геометријском прогресијом (Слика 25) што је еквивалентно томе да се популација из године у годину за све већи и већи број индивидуа, јер се једнака интринзичка стопа раста (у овом хипотетичком и поједностављеном примеру, стопа раста је изражена кроз фиксирани број деце који има сваки пар) примењује на популацију која је кроз време (у хипотетичком поједностављеном случају мерено дискретним генерацијама, у реалистичном случају генерације се преклапају, а и не рађају се сва деца у исто време) све већа и већа.



Слика 24. Схематски приказ раста женског дела хипотетичке популације у којој сваки пар има две ћерке и два сина.



Слика 25. Графикон раста хипотетичке популације.

У општем случају, уколико бисмо желели да моделујемо популациону динамику тј. величину популације у различитим дискретним временским јединицама, нпр. годинама, могли бисмо да поставимо овакву једначину:

$$P(t) = P(t-1) + r \cdot P(t-1)$$

Ова једначина говори да је популација у временском тренутку t , $P(t)$, једнака збиру величине популација из претходног временског тренутка $P(t-1)$ и производу интринзичке стопе раста r и величине популације из тог претходног временског тренутка $P(t-1)$. Другим речима, тренутна величина популације једнака је претходној величини популације (из претходне године) увећане за онај проценат претходне популације колико износи интринзичка стопа раста. Овако изложен математички модел раста није погодан за анализу, јер је у рекурзивној форми која подразумева да морамо да рачунамо величине популација за сукцесивне године. Математичком индукцијом представљена једначина може се трансформисати у следећу форму која је погоднија за анализу (за извођење видети Mooney and Swift 1999):

$$P_t = P_0(1+r)^t$$

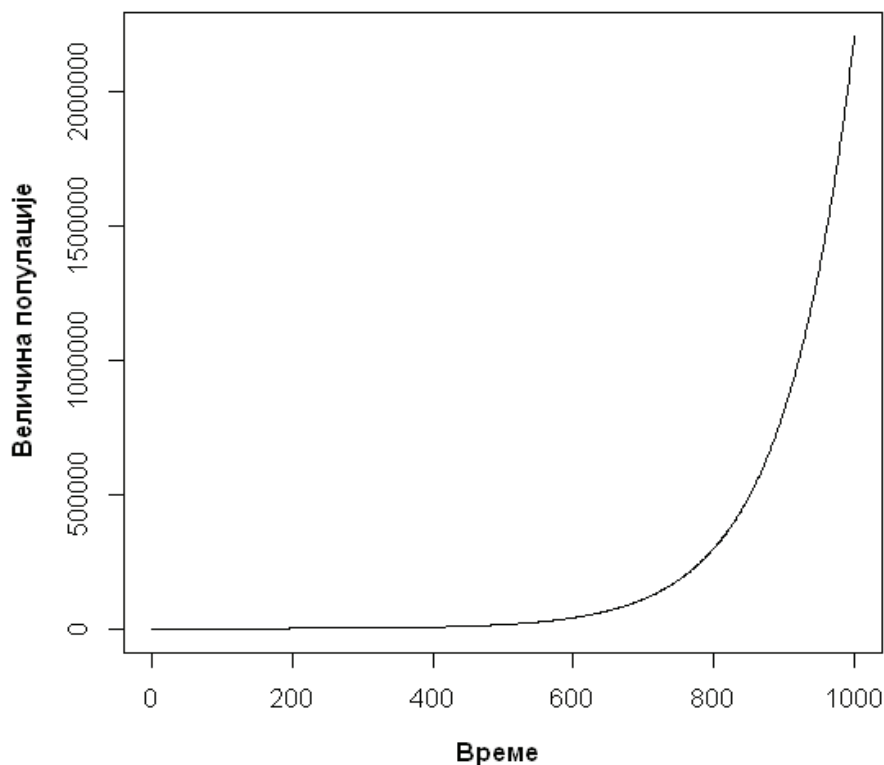
где су P_t величина популације у години t (релативно у односу на неку нулту годину од када се прати процес), P_0 почетна величина популације тј. величина популације у почетном тренутку посматрања ($t = 0$), и r интринзичка стопа раста. У општем случају континуалног времена, овај модел има следећу форму:

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

где је e основа природног логаритма, а остали симболи имају идентично значење. Ове две једначине су једначине *експоненцијалног модела* популационе динамике. Експоненцијални модел је основни модел теорије стабилне популације и представља уједно и најједноставнији модел популационе динамике. Он подразумева да популација расте као експоненцијална функција од времена. Општа брзина раста експоненцијалног модела зависи од вредности интринзичке стопе раста. Са протоком времена брзина раста популације која расте експоненцијално се такође експоненцијално повећава⁴⁸.

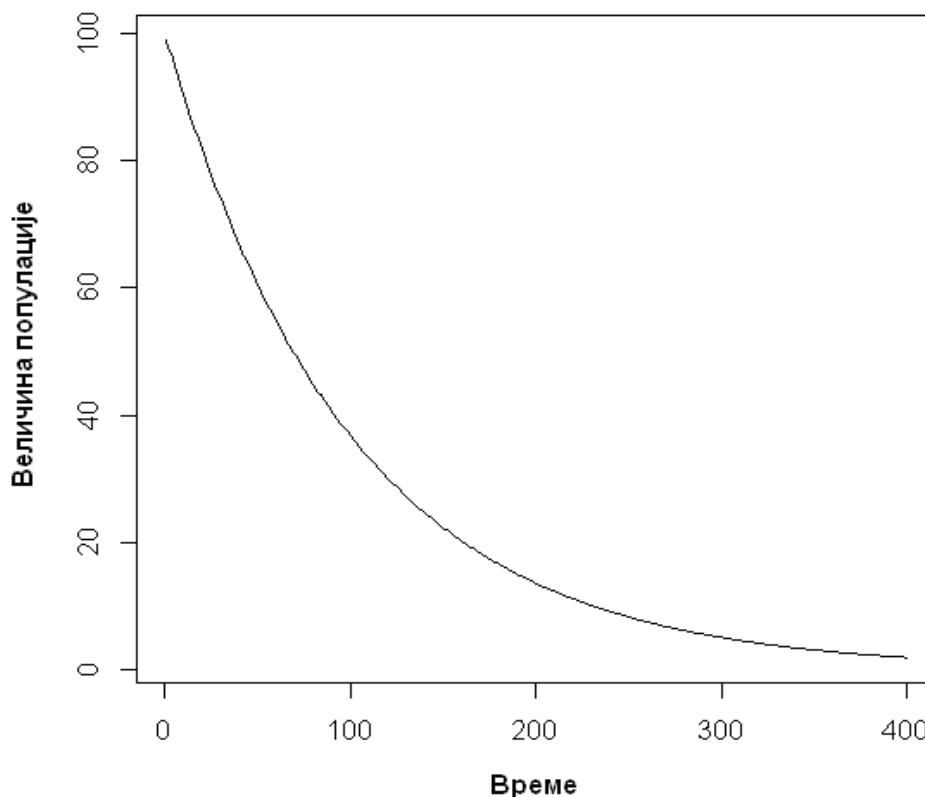
Експоненцијални раст је изузетно брз раст – ако је почетна величина популације 100 индивидуа, а стопа раста износи свега 1% ($r = 0.01$), величина ове популације ће за 200 година износити око 272 индивидуе, а за 1000 година преко два милиона индивидуа (Слика 26).

Слика 26.
Експоненцијални
модел раста са
почетном популацијом
од 100 индивидуа и
интринзичком стопом
раста од 1% ($r = 0.01$).



⁴⁸ На овом месту је корисно указати на разлику између интринзичке стопе раста и тренутне стопе раста популације. Интринзичка стопа раста је параметар модела тј. константа која одређује за који проценат популације из претходног временског тренутка се увећава популација у тренутку посматрања. Тренутна стопа раста величине популације је први извод функције величине популације у зависности од времена и она се мења тј. и она је у функцији од времена. С обзиром на то да експоненцијални модел почива на експоненцијалној функцији величине популације у зависности од времена, први извод те функције је такође експоненцијална функција од времена, што значи да се брзина промене величине популације такође повећава експоненцијално.

Такође, ако је стопа раста негативна, нпр. -1% ($r = -0.01$), популација ће веома брзо опадати, за 100 година смањиће се за више од половину, док ће за 400 година готово нестати (Слика 27).



Слика 27. Експоненцијални модел раста са почетном популацијом од 100 индивидуа и негативном интринзичком стопом раста од -1% ($r = -0.01$).

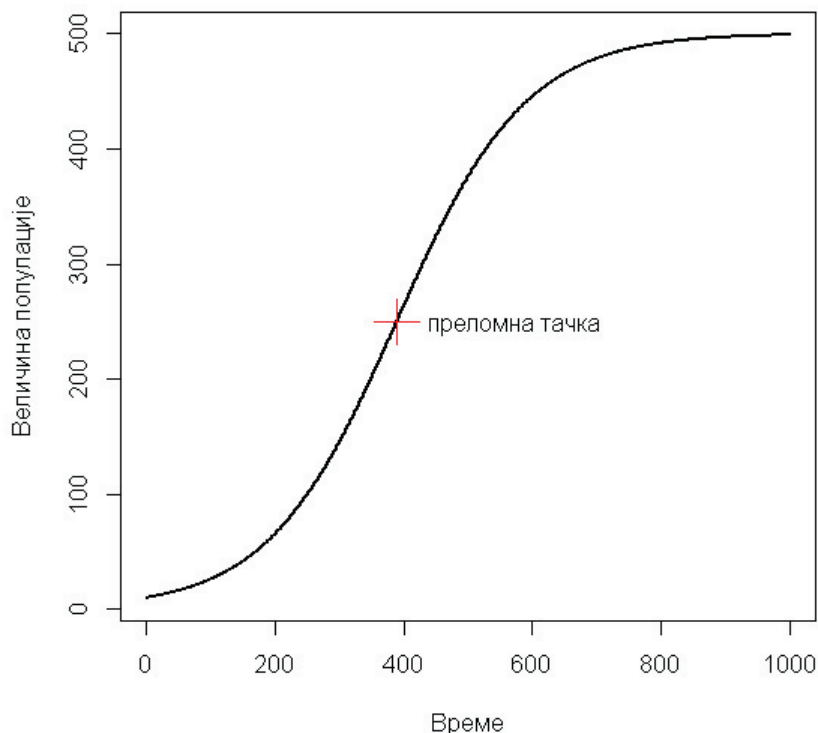
Проблем са експоненцијалним моделом је то што он нема никакво ограничење раста, и ако би нека стварна популација расла према експоненцијалном моделу на дужи временски рок, њен број би се веома брзо толико увећао да физички не би било места на планети за толико људи. На пример, популација од 100 људи која расте стопом од 1% (која је етнографски забележена у многим случајевима) би за само 2000 година нарасла на преко 48 милијарди људи! Очигледно је да се тако нешто није десило тј. да све људске популације у неком тренутку престају да расту или успоравају свој раст, и да до успоравања и престанка раста долази у зависности од тога колико је величина популације блиска некој горњој граници која зависи од технологије, културе и друштва те популације. Пратећи ову логику, првобитни експоненцијални модел раста је могуће модификовати тако да одражава и ту чињеницу да ће у неком тренутку раст популације почети да се успорава и да ће се успоравати све више како се приближава горњој граници популације (која је популационо специфична и представља резултанту свих природних и друштвених фактора) да би се раст потпуно зауставио када се досегне горња граница. Ако у модел уведемо параметар K који представља горњу границу величине популације или максималну величину популације, и ако претпоставимо да се брзина раста популације смањује што је актуелна величина популације ближа максималној, онда би математички модел популационе динамике за време мерено у дискретним јединицама (нпр. годинама) изгледао овако:

$$P(t) = P(t-1) + r \cdot \left(1 - \frac{P(t-1)}{K}\right) \cdot P(t-1)$$

У општем случају, за време мерено на континуалној скали, логистички модел раста популације у нерекурзивној форми изгледа овако:

$$P_t = \frac{KP_0 e^{rt}}{K + P_0(e^{rt} - 1)}$$

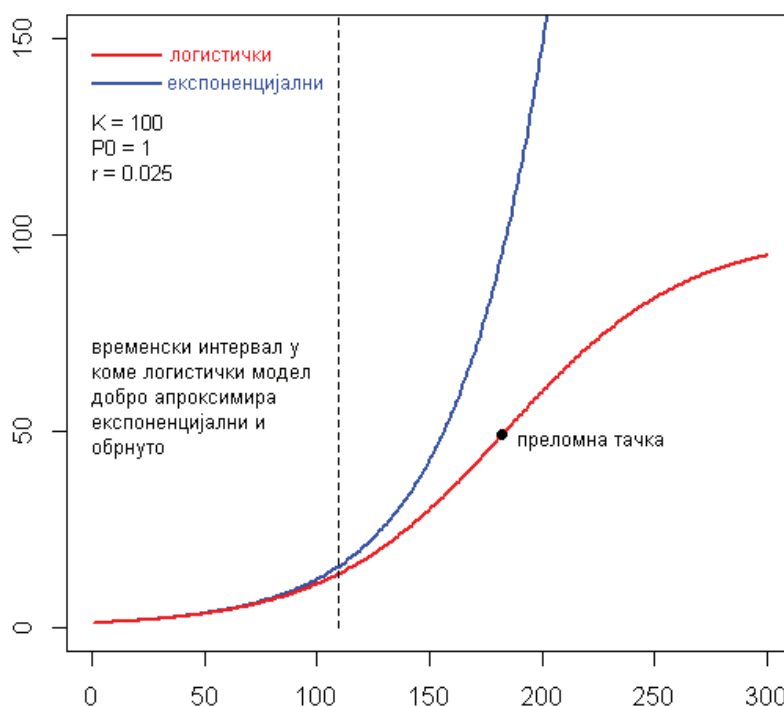
где је P_t величина популације у години t (релативно у односу на неку нулту годину од када се прати процес), P_0 почетна величина популације тј. величина популације у почетном тренутку посматрања ($t = 0$), r интринзичка стопа раста и K максимална величина популације. Ова једначина представља *логистички модел* популационе динамике. Код логистичког модела, тренутна брзина раста популације зависи од тога колико је тренутна величина популације удаљена од максималне величине популације. Уколико је почетна величина популације знатно удаљена од максималне, онда популација прво расте квазиекспоненцијално, јер се брзина раста ове популације повећава са величином популације. Када тренутна величина популације достигне вредност која износи половину максималне величине популације (у тзв. преломној тачки или тачки инфлексције), логистичка крива успорава свој раст, и она наставља да расте асимптотски ка максималној величини популације, али све спорије и спорије, слично логаритамској функцији⁴⁹ (Слика 28). Због чињенице да је у логистички модел уграђено ограничење раста популације, овај модел много боље описује популациону динамику људских заједница на средњем року (на нивоу деценија и векова) од експоненцијалног, који добро описује раст популације у првој фази раста, као и на временској макроскали (видети Поглавље 8).



Слика 28. Логистички модел популационе динамике са почетном величином популације од 10 индивидуа, интринзичком стопом раста од 1% ($r = 0.01$) и максималном величином популације од 500 индивидуа.

⁴⁹ Технички, први извод логистичке функције, који представља брзину раста ове функције, расте све док крива не стигне у преломну тачку после чега почиње да опада.

Експоненцијални и логистички модели популационе динамике имају велики значај и често се користе у антропологији и археологији (Schacht 1981, 1980). Такође, логистички модел раста популације много боље описује Малтусову идеју гледану у целини него експоненцијални модел који је сам Малтус претпоставио као модел раста људске популације, јер је у математику логистичког модела инкорпорирана како идеја да популација у почетку расте веома брзо (експоненцијална компонента, Слика 29), тако и идеја да у једном тренутку раст популације престаје, с тим што се логистичким моделом овај престанак раста моделује као постепени процес, који зависи од удаљености тренутне величине популације од максималне величине популације. Ово успоравање логистичке криве може да се тумачи као деловање ограничавајућих фактора који успоравају раст популације како се она приближава свом максимуму за задате културне, економске и друштвене услове.



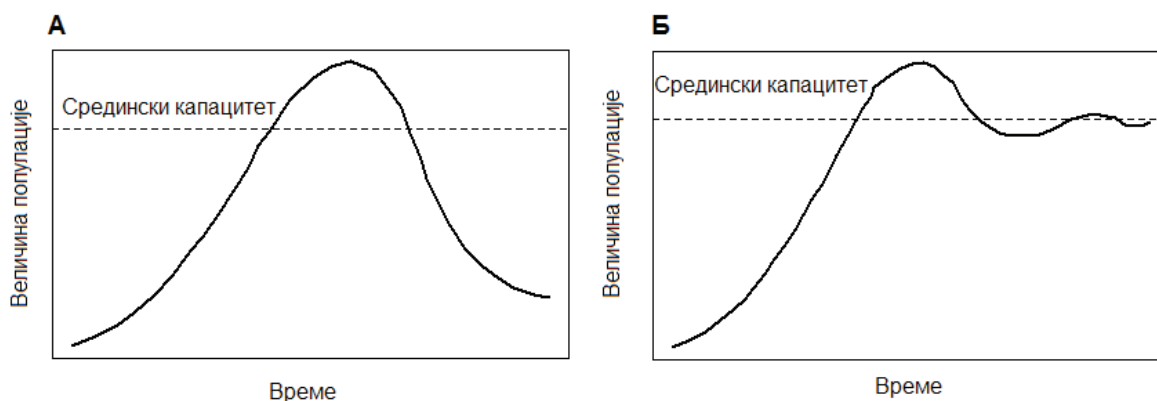
Слика 29. Поређење експоненцијалног и логистичког модела. За исте вредности параметара, експоненцијални и логистички модел су говорно идентични на почетку, а онда у једном тренутку експоненцијални наставља са убрзаним растом, док логистички заостаје и када пређе преломну тачку, почиње да успорава.

Концепт максимума популације или *носећег капацитета* логистичког модела је потребно детаљније објаснити, јер је овај концепт у антропологији и археологији често био погрешно интерпретиран и стварао је велику забуну (Dewar 1984). Параметар K у логистичком моделу односи се на популациони капацитет или максималну величину популације у ситуацији где даљи раст или опадање популације зависе од достигнуте величине (или густине) популације тј. од процеса који су и сами у функцији од величине (густине) популације. На пример, у неком региону може бити довољно потенцијалне хране за регионалну величину популације дупло већу од K , али популација ипак не прелази вредност K , јер када популација незнатно пређе K друштвени систем не може да функционише (нпр. отежано је одлучивање консензусом услед превеликог броја људи), па се онда део популације одсели или дође до насиља, а популација се опет враћа на величину испод или незнатно мању од K , без обзира на то што би теоријски

било довољно ресурса за све. Стога је прецизније параметар K назвати *демографским капацитетом*, како би се разликовао од *срединског капацитета* (Dewar 1984). Демографски капацитет је горња граница величине популације која је последица регулације која зависи од тренутне величине (густине) популације и која је специфична за одређену заједницу која живи у одређеној животној средини (Dewar 1984). Средински капацитет је онај капацитет који не зависи од процеса који модификују популациону динамику у зависности од густине популације. Средински капацитет би, при таквом тумачењу, била теоријски максимална могућа величина популације у некој животној средини за задати (или арбитрарни) ниво технологије. Могућа је и још шира интерпретација срединског капацитета као максималне величине или густине популације која може да опстане на укупном енергетском потенцијалу неке животне средине. Може се заправо рећи да средински капацитет као концепт има углавном теоријски значај, јер остаје нејасно какве су импликације тог капацитета, тј. нема много смисла говорити о неком хипотетичком потенцијалу који постоји као величина израчуната у својеврсном технолошком и социоекономском вакууму (Wilkinson 1981; Winterhalder et al. 1988a; Kelly 2013:184–185). При томе, то никако не значи да је демографски капацитет независан од срединског – напротив, демографски капацитет представља заправо реалистичну оцену срединског капацитета односно капацитет одређене животне средине, ако се узму у обзир сви фактори који делују на популацију. Демографски капацитет је обично мањи од срединског капацитета схваћеног у најширем смислу, јер велики број фактора спречава апсолутну ефикасност у експлоатацији животне средине, укључујући и факторе који делују на величину популације, а који су искључиво социокултурне природе (ратови, идеје о оптималној величини породице, друштвена структура и сл.), али у неким случајевима може бити и већи, нарочито код сложенијих друштава где се недостатак ресурса у оквиру матичне територије може надоместити трговином или пљачком – нпр. процењено је да је популација Атике у 5. веку пре наше ере премашивала средински капацитет, али да се одржавала на датом нивоу захваљујући увозу жита (Bintliff 1997).

Важно је нагласити да логистички модел претпоставља да популациона динамика „као да зна” која је вредност демографског капацитета и раст или опадање популације прилагођава тренутној удаљености од тог капацитета. Ово се може интерпретирати и као доступност информације⁵⁰ о приближавању граници капацитета – уколико систем има информацију о томе колико је удаљен од капацитета, онда ће се раст успоравати како се величина популације приближава срединском капацитету. Али ако те информације нема (нпр. ефекти достигнуте густине популације имају одложено дејство, у том случају би популација у једном тренутку пробила границу срединског капацитета тј. нарасла би изнад оне величине коју ресурси и технологија дозвољавају). Иако би краткорочно могла да остане изнад границе (нпр. ако неко има уштеђевину, може неко време да троши више него што зарађује), у једном тренутку мора да дође до усклађивања величине популације са срединским капацитетом. Једна могућност јесте да дође до наглог тј. катастрофичног пада у величини популације и колапса система (Слика 30А), а друга могућност је да дође до постепене стабилизације кроз осцилације односно да се систем полако прилагођава датом капацитету (Слика 30Б).

50 Информација се овде односи на контекст целог система односно повратне утицаје из животне и културне средине на демографску динамику, а не нужно свесног знања људи у популацији. Информација о томе да се систем приближава граници подразумева или да људи буду свесни тога да се приближавају капацитету, или да се услед повратног дејства животне средине нпр. недовољне количине хране или материјала (нпр. дрва за огрев) повећава морталитет и смањује фертилитет, па на тај начин систем прима информацију о приближавању граници и модификује своју динамику.



Слика 30. Шта се може десити када популација пробије демографски капацитет: А) катастрофични малтузијански сценарио – популација расте експоненцијално, пробија капацитет и онда нагло опада Б) стабилишући малтузијански сценарио – популација расте експоненцијално, пробија капацитет, а онда се полако стабилизује око капацитета (модификовано према Meadows, Randers, and Meadows 2004:Fig.4.3).

Пројекција старосне структуре популације кроз време

Уколико су познате старосно специфичне вероватноће умирања и ако су познате старосно специфичне стопе фертилитета, могуће је моделовати и старосну структуру стабилне популације у времену тј. предвидети каква ће бити старосна структура популације арбитрарне почетне структуре после одређеног временског периода, ако је изложена одређеном режиму фертилитета и морталитета, под претпоставком стабилности популације тј. да су стопе фертилитета и морталитета константне у временском периоду који се разматра. Инструмент који се користи у ове сврхе је **Леслијева матрица** (Leslie 1945). Пре него што се формално представи метод Леслијеве матрице, на поједностављеном примеру биће илустрована логика на којој почива овај метод.

Замислимо неку хипотетичку популацију хипотетичке врсте која се састоји од једнаког броја мушких и женских јединки са односом учесталости полова при рођењу 1, и са истим стопама морталитета мушкараца и жена, подељену у 4 старосне категорије где је дужина старосног интервала 5 година тј. $x=0$, $x=5$, $x=10$, и $x=15$ (максимална старост коју достижу припадници те врсте је 20 година). Нека је у почетном временском тренутку ($t=0$) величина женске популације у све старосне 4 категорије једнака $N_0=N_5=N_{10}=N_{15}$. Нека су познате старосно специфичне стопе фертилитета (за рађање ћерки) за дужину трајања временског интервала (у овом случају за 5 година) $sssf_0$, $sssf_5$, $sssf_{10}$, $sssf_{15}$, као и старосно специфичне вероватноће преживљавања⁵¹ (вероватноћа да ће индивидуа која је ушла у одређену старосну категорију доживети да уђе у наредну старосну категорију) до почетка следећег старосног интервала p_0 , p_5 , p_{10} , p_{15} . Временски корак посматране структуре ове популације једнак је дужини старосних интервала, односно попис броја индивидуа врши се на 5 година тј. време протиче у корацима од по 5 година, тачно колико износи и дужина старосног интервала. Треба нагласити да је нужан услов за примену Леслијеве матрице да сви старосни интервали тј. категорије имају исту дужину и да та дужина буде једнака дужини временског корака.

51 Ово нису вероватноће преживљавања до одређене старости, већ вероватноћа да ће они који су живи у датом старосном интервалу преживети и до следећег. То је заправо пропорција величине популације у једном старосном интервалу која ће доживети следећи. Технички би то било једнако $1 - q_x$ где је q_x вероватноћа умирања у старосном интервалу x .

Како израчунати величину популације у свакој старосној категорији после једног временског корака тј. после 5 година? Када је реч о свим старосним категоријама након прве старосне категорије, ово је релативно једноставно – број јединки које после 5 година улазе у следећу старосну категорију биће једнак броју јединки које су преживеле целу претходну старосну категорију, што је једнако производу вероватноће преживљавања у претходној старосној категорији и броја јединки у претходној старосној категорији:

$$N_5(t=15) = p_0 \cdot N_0(t=0)$$

$$N_{10}(t=15) = p_5 \cdot N_5(t=0)$$

$$N_{15}(t=15) = p_{10} \cdot N_{10}(t=0)$$

или у општем случају

$$N_{x+i}(t) = p_x \cdot N_x(t-i)$$

где је i дужина старосне категорије/временског корака.

Када је реч о првој старосној категорији, у њу индивидуе улазе рађањем, а не преживљавањем из претходних старосних категорија. Број женских индивидуа које ће последњег временског корака, у овом случају 5 година, ући у прву старосну категорију једнак је укупном броју ћерки које су родиле индивидуе у свим осталим старосним категоријама, а које су преживеле цео временски корак. Овај укупни број преживелих ћерки зависи од броја индивидуа у свакој старосној категорији (осим прве), $N_5(t-5)$, $N_{10}(t-5)$, $N_{15}(t-5)$, из претходног временског корака (пре 5 година) и од стопе односно броја преживелих ћерки (до краја временског корака) по јединки из одређене старосне категорије за период у трајању временског корака (тј. за период од 5 година), које се означавају као F_0 , F_5 , F_{10} и F_{15} :

$$N_0(t=5) = F_0 \cdot N_0(t=0) + F_5 \cdot N_5(t=0) + F_{10} \cdot N_{10}(t=0) + F_{15} \cdot N_{15}(t=0)$$

или у општем случају

$$N_0(t) = F_0 \cdot N_0(t-i) + F_i \cdot N_i(t-i) + \dots + F_{n-i} \cdot N_{n-i}(t-i) = \sum_{x=0}^{x=ni} F_x \cdot N_x(t-i)$$

где је i дужина трајања старосног интервала/временског корака, а n је једнако броју старосних категорија минус 1. Оно што чини ситуацију са првом старосном категоријом (од 0 до 4.999 година) сложенијом јесте питање како израчунати F_x . Треба напоменути да у литератури постоји велика забуна око интерпретације F коефицијената односно начина на који се рачунају, а ова забуна настаје због тога што се F коефицијенти различито рачунају у зависности од претпоставки о временском тренутку када се врши попис индивидуа по категоријама и о природи процеса рађања и умирања унутар старосних интервала (нпр. да ли постоји „сезона”

рађања у смислу да је рађање концентрисано у неком ужем временском распону унутар старосне категорије или се дешава у континуитету дуж целог трајања старосне категорије; да ли морталитет делује у континуитету током старосног интервала или је и он ограничен само на ужи период и сл.) (Burgman, Ferson, and Akçakaya 1993:141). На пример, у три археолошке и антрополошке студије као F коефицијенти користе се старосно специфичне стопе фертилитета (на нивоу дужине трајања старосног интервала) (Jones 2010; Chamberlain 2006; Paine 2000), иако Лесли, који је осмислио метод, експлицитно каже да F нису старосно специфичне стопе фертилитета (просечан број ћерки које роди мајка одређене старосне категорије током трајања те старосне категорије) већ број ћерки које роде жене одређене старости током временског корака и које *преживе* до краја временског корака, односно до следећег пописа броја индивидуа по старосним категоријама (Burgman, Ferson, and Akçakaya 1993:141; Leslie 1945:200–201). С обзиром на то да код људске врсте не постоји одређена сезона парења, а самим тим ни сезона рађања, овде ће бити представљена верзија једначине за рачунање F елемената која узима ову чињеницу у обзир (за другачије начине рачунања ових коефицијената погледати Burgman, Ferson, and Akçakaya 1993:127–142) према формули у Keyfitz and Caswell (2005:56):

$$F_x = l_{0.5} \left(\frac{sssf_x + p_x sssf_{x+i}}{2} \right)$$

где су $sssf_x$ старосно специфичне стопе фертилитета на нивоу трајања старосног интервала (нпр. ако интервал траје 5 година, онда је то просечан број ћерки које за 5 година роди једна индивидуа у одређеној старосној категорији), p_x старосно специфична стопа преживљавања, i дужина старосне категорије/временског корака. $l_{0.5}$ представља вероватноћу преживљавања од рођења до половине трајања прве старосне категорије и рачуна се приближно као просек вероватноће преживљавања до почетка прве старосне категорије и вероватноће преживљавања до прве следеће старосне категорије према подацима из таблице морталитета:

$$l_{0.5} \approx \frac{l_0 + l_{0+i}}{2}$$

Као што је већ речено, F коефицијент помножен бројем индивидуа у одговарајућој старосној категорији (N_x) са краја претходног временског корака даје број преживелих ћерки на крају датог временског корака које су родиле мајке из те старосне категорије током трајања временског корака⁵².

Када су дефинисане једначине на основу којих је могуће израчунати тренутну старосну структуру популације на основу претходне старосне структуре популације за задате параметре

52 Ово се може интерпретирати тако да се допринос било које старосне категорије првој старосној категорији састоји од 1) женске деце рођене током те старосне категорије, јер ако претпоставимо униформну дистрибуцију старости мајки унутар категорије, приближно половина мајки ће рађати ћерке током трајања посматраног интервала према стопама фертилитета за тај интервал, 2) и од женске деце коју роде мајке (којих такође приближно има $\frac{1}{2}$) које преживе посматрану старосну категорију и уђу у следећу, када рађају децу према стопама фертилитета из те следеће старосне категорије. Да би допринеле првој старосној категорији, ове ћерке морају у просеку да преживе од рођења до половине трајања временског корака (неке су рођене ближе почетку, а неке ближе крају временског корака, што значи да су у просеку рођене на половини). Пропорција оних које ће преживети половину првог старосног интервала једнака је вероватноћи преживљавања од рођења до половине прве старосне категорије тј. $l_{0.5}$.

фертилитета и морталитета, могуће је рачунати старосну структуру стабилне популације за било који временски тренутак итерацијом ових једначина – израчуната старосна структура за један временски корак представља почетну тачку за рачунање старосне структуре следећег временског корака и тако даље. Леслијева матрица омогућава матрични приказ овог система једначина. Леслијева матрица је квадратна матрица где је број редова и колона једнак броју старосних категорија. У првом реду Леслијеве матрице налазе се вредности F_0 до F_{ni} коефицијената (n – број старосних категорија минус 1, i – дужина старосног интервала). На субдијагонали (дијагонали која иде испод и паралелно са главном дијагоналом матрице која иде од горњег левог ка доњем десном углу матрице) налазе се вредности вероватноће преживљавања до следеће старосне категорије за индивидуе у старосној категорији x , а у осталим ћелијама Леслијеве матрице су нуле. За популацију са 4 старосне категорије дужине од 5 година Леслијева матрица би изгледала овако:

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} F_0 & F_5 & F_{10} & F_{15} \\ p_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{10} & 0 \end{bmatrix}$$

Почетна структура популације у тренутку t може се представити као вектор⁵³:

$$\mathbf{n}_t = (N_0, N_5, N_{10}, N_{15})$$

где су елементи овог вектора број индивидуа по старосним категоријама дужине i , старосна структура популације после једног временског корака (дужина корака мора бити једнака дужини старосних интервала) једнака је матричном производу⁵⁴ Леслијеве матрице и популационог вектора:

$$\mathbf{n}_{t+5} = \mathbf{L}\mathbf{n}_{t+5} = \begin{bmatrix} F_0 & F_5 & F_{10} & F_{15} \\ p_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{10} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N_0(t) \\ N_5(t) \\ N_{10}(t) \\ N_{15}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_0 \cdot N_0(t) + F_5 \cdot N_5(t) + F_{10} \cdot N_{10}(t) + F_{15} \cdot N_{15}(t) \\ p_0 \cdot N_0(t) + 0 \cdot N_5(t) + 0 \cdot N_{10}(t) + 0 \cdot N_{15}(t) \\ 0 \cdot N_0(t) + p_5 \cdot N_5(t) + 0 \cdot N_{10}(t) + 0 \cdot N_{15}(t) \\ 0 \cdot N_0(t) + 0 \cdot N_5(t) + p_{10} \cdot N_{10}(t) + 0 \cdot N_{15}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_0(t+5) \\ N_5(t+5) \\ N_{10}(t+5) \\ N_{15}(t+5) \end{bmatrix}$$

Уколико новодобијени вектор старосне структуре поново помножимо Леслијевом матрицом (матрично множење није комутативно тако да се популациони вектор увек множи матрицом са леве стране), добићемо старосну структуру популације у следећем временском кораку итд. На овај начин може се пројектовати старосна структура стабилне (стационарне, растуће или опадајуће) популације у времену.

⁵³ У математици, вектор представља уређену n -торку бројева која представља математички објекат који има своју величину и правац.

⁵⁴ Множење матрица је једна од основних операција матричне алгебре и сложеније је од обичног множења. За више информација погледати неки од приручника за матричну алгебру.

Пројектовање популације методом Леслијеве матрице илустровано је на примеру Аче ловачко-сакупљачке заједнице, према објављеним подацима о морталитету, фертилитету и старосној структури популације у почетном тренутку (подаци преузети из Chamberlain 2006: Table 2.2, 3.2). Као и у претходном случају, пројекција ће бити ограничена на женски део популације⁵⁵, а ако се жели оценити апсолутна величина популације, како укупна, тако и по старосним категоријама, све вредности добијене за жене треба помножити са 2 (што одражава претпоставку да је жена приближно једнако колико и мушкараца у популацији). На табелама испод приказана је Леслијева матрица формирана на основу података (Табела 3), као и резултати пројекције Леслијевом матрицом (Табела 4). Слика 31 приказује како се мењају величине старосних субпопулација као и старосна структура. Уочљиво је да када старосна структура достигне одређену конфигурацију, она се више не мења, иако апсолутна величина популација расте (Слика 32). То је општа особина стабилних популација – њихова старосна структура конвергира ка равнотежној конфигурацији за задате параметре у једном тренутку, тј. када дође у равнотежну старосну структуру за дати режим морталитета и фертилитета она се више не мења. Равнотежна старосна структура зависи само од фертилитета и морталитета, а не од почетне старосне структуре (за услове када ово важи видети McFarland 1969). Другим речима, без обзира на почетну старосну структуру популације, после одређеног времена онаће конвергирати ка истој равнотежној структури за задате параметре морталитета и фертилитета.

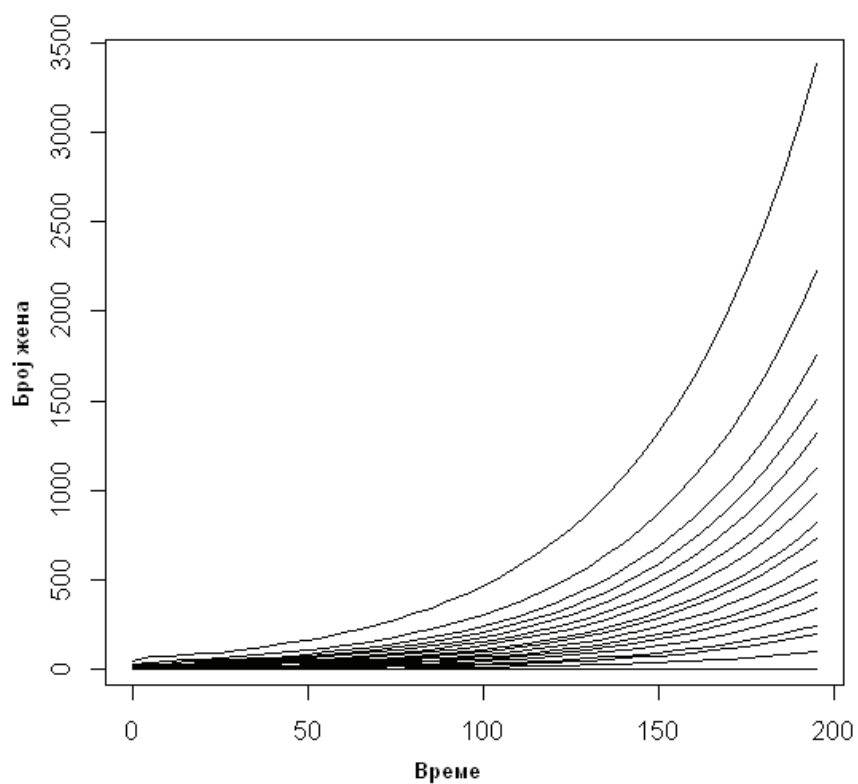
x	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
0	0	0.01	0.16	0.44	0.59	0.64	0.61	0.52	0.30	0.07	0	0	0	0	0	0	0
5	0.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0.96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.91	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.95	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.88	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.80	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.89	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Табела 3. Леслијева матрица за Аче популацију.

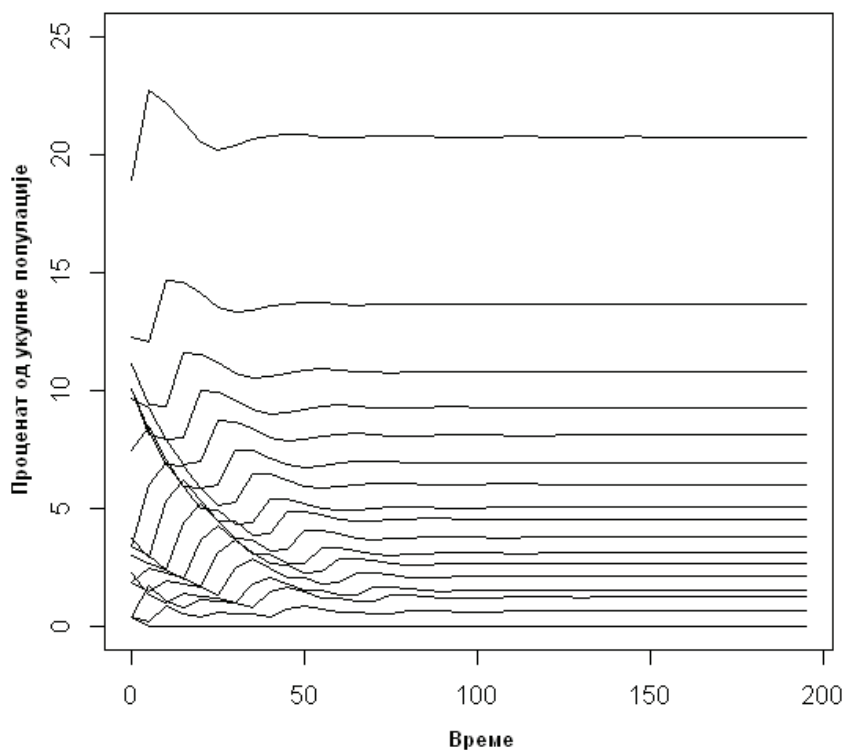
⁵⁵ Чемберлен даје пописне податке о старосној структури целокупне популације. Број индивидуа у свакој старосној категорији подељен је са 2 (и заокружен на мањи број у случају да количник није цео број) како би се приближно оценио број индивидуа женског пола у свакој старосној категорији.

Старост Време	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	Укупно
0	51	33	30	26	27	27	20	9	10	9	8	5	5	6	1	1	1	269
5	70	37	29	29	25	26	26	19	9	9	8	8	4	4	5	1	0	309
10	78	51	33	28	28	24	25	24	19	8	8	8	7	4	4	3	0	349
15	83	57	45	31	27	26	23	23	24	17	8	8	7	5	3	2	0	389
20	88	61	50	43	30	25	25	21	23	22	16	7	7	5	5	2	0	431
25	96	64	53	47	41	29	24	23	21	21	20	15	6	6	5	3	0	476
30	108	70	57	51	46	39	28	23	23	20	19	19	13	5	5	3	0	528
35	121	79	62	54	49	44	38	25	23	22	18	18	17	10	4	3	0	586
40	136	89	69	59	52	47	42	35	25	21	20	17	16	13	9	3	0	652
45	151	99	78	66	57	49	45	39	35	23	19	19	15	13	12	5	0	725
50	167	110	87	74	64	54	48	42	39	32	21	18	16	12	11	7	0	803
55	184	122	97	83	72	60	52	44	42	36	30	20	16	13	11	6	0	887
60	204	134	107	92	80	68	58	48	44	38	33	28	18	13	12	6	0	983
65	226	149	118	102	89	76	65	54	48	41	35	31	25	14	11	7	0	1091
70	252	165	130	112	99	85	73	61	54	44	37	33	27	20	13	6	0	1212
75	280	184	145	124	109	94	82	68	61	50	40	35	29	22	18	7	0	1346
80	311	204	161	138	120	103	90	76	68	56	45	39	31	23	19	10	0	1494
85	344	227	179	154	134	114	99	84	76	62	51	43	34	25	21	11	0	1657
90	382	251	199	171	149	127	110	92	84	70	57	49	38	27	22	12	0	1837
95	423	279	220	189	165	141	122	102	92	77	64	54	42	30	24	12	0	2038
100	470	309	244	210	183	157	136	113	102	85	70	61	48	34	27	13	0	2261
105	521	343	271	233	203	174	151	126	113	94	77	67	53	38	30	15	0	2509
110	578	380	301	258	225	193	168	140	126	104	86	74	59	42	34	17	0	2784
115	642	422	334	286	250	214	186	155	140	116	95	81	64	47	38	19	0	3089
120	712	468	370	318	277	237	206	172	155	129	106	91	71	52	42	21	0	3427
125	790	520	411	353	308	263	228	191	172	143	118	101	79	57	46	23	0	3802
130	876	576	456	391	341	292	254	212	191	158	130	112	88	63	51	26	0	4217
135	972	640	505	434	379	324	281	235	212	175	145	124	98	71	57	29	0	4679
140	1078	710	561	482	420	359	312	261	235	195	160	138	109	78	63	32	0	5192
145	1197	787	622	534	466	399	347	289	261	216	178	153	120	87	70	35	0	5760
150	1328	873	690	593	517	442	384	321	289	240	197	169	134	96	78	39	0	6391
155	1473	969	766	658	573	491	426	356	321	266	219	188	148	107	86	43	0	7090
160	1634	1075	850	730	636	544	473	395	356	295	243	208	164	118	95	48	0	7866
165	1813	1193	943	810	706	604	525	438	395	327	270	231	182	131	106	53	0	8727
170	2011	1323	1046	898	783	670	582	486	438	363	299	257	202	146	117	59	0	9683
175	2232	1468	1160	997	869	743	646	539	486	403	332	285	225	162	130	66	0	10742
180	2476	1629	1287	1106	964	825	717	598	539	447	368	316	249	180	145	73	0	11918
185	2747	1807	1428	1227	1070	915	795	664	598	496	408	350	276	199	160	81	0	13223
190	3047	2005	1585	1361	1187	1015	882	736	664	550	453	389	307	221	178	90	0	14670
195	3381	2225	1758	1510	1317	1126	979	817	736	611	503	431	340	245	197	100	0	16276

Табела 4. Пројекција величине женског дела Аче популације по старосним категоријама.



Слика 31. Промена апсолутне величине популације по старосним категоријама према резултатима добијеним применом метода Леслијеве матрице.



Слика 32. Промена релативне учесталости индивидуа женског пола по старосним категоријама кроз време, категоријама према резултатима добијеним применом метода Леслијеве матрице.

Овде је приказан најједноставнији модел Леслијеве матрице који подразумева експоненцијални раст тј. раст чија брзина не зависи од актуелне величине (густине) популације, већ само од времена. Треба напоменути да је Лесли развио матрични метод пројекције и за популацију чија динамика одговара логистичком моделу, али он овде неће бити представљен већ се читалац упућује на литературу (Leslie 1948).

Леслијева матрица користи се за моделовање у дискретним временским корацима и корисна је за праћење промена у величини и структури популације када се процес прати од арбитрарно структурисане популације (оне која још није достигла равнотежну старосну структуру). У случају времена мереног на континуалној скали, и у случају да су познати параметри попут стопе наталитета, интринзичке стопе раста и функција преживљавања (вероватноће преживљавања до одређене старости), функција густине вероватноће⁵⁶ индивидуалне старости у стабилној популацији која је достигла равнотежну структуру у популацији рачуна се према формули:

$$C(a) = b \cdot e^{-ra} \cdot l(a)$$

Ова формула није директно применљива у пракси, јер да би се од функције густине вероватноће дошло до пропорције индивидуа у старосном интервалу коначне ширине, потребно је извршити интеграцију ове функције у траженом старосном интервалу. За дискретне таблице морталитета, пропорција индивидуа у старосном интервалу x у популацији износиће:

$$C(x) = b \cdot e^{-r\bar{x}} \cdot L(x)$$

где је $\bar{x}$ средина старосног интервала x (нпр.ако је $x = 5$ и ако су интервали дужине од 5 година, онда је $\bar{x} = 7.5$), а $L(x)$ је просечан број година који проживи особа у том старосном интервалу.

Из теорије стабилне популације може се извести важна једначина која повезује дужину трајања генерације са стопом раста и нето стопом репродукције:

$$NSR = e^{rT}$$

где је T дужина трајања генерације, а интринзичка стопа раста стабилне популације. T се може израчунати следећом формулом на основу података из таблице морталитета ако се ради о стабилној популацији са познатом интринзичком стопом раста:

$$T = \frac{\sum_{x=15}^{x=45} \bar{x} L_x b_x}{\sum_{x=15}^{x=45} L_x b_x}$$

где је $\bar{x}$ средина старосног интервала, l_x одговарајућа колона из таблице морталитета, b_x старосно специфична стопа фертилитета.

⁵⁶ Функција густине вероватноће је у неком смислу еквивалентна пропорцији индивидуа у бесконачно уском тј. прецизном старосном интервалу.

Поглавље 4: Антрополошки поглед на људску демографију

Варијација у основним демографским карактеристикама између људских популација може се сагледавати на више нивоа и према више критеријума. Као антрополошки најрелевантније, у овом поглављу ће бити представљене разлике између (пост)индустријских⁵⁷ заједница и преиндустријских заједница, док ће се унутар категорије преиндустријских заједница поредити демографске особине ловаца – сакупљача и земљорадника, као два најопштија типа организације људских заједница (Binford 2001). Под (пост)индустријским заједницама подразумевају се све популације које живе у државама и које користе⁵⁸ научно-технолошка достигнућа модерне западне цивилизације (практично од почетка 20. века). Преиндустријске заједнице су све оне заједнице које су живеле или и даље живе изван система модерних држава, дакле које су оставиле трага у археолошком, историјском или етнографском запису, односно нису интегрисане у друштвени, административни, и што је са демографског становишта важно, здравствени систем државе којој формално припадају живећи на њеној територији. Ово одређење је по дефиницији и хронолошко, те су тако преиндустријске заједнице све оне заједнице које су живеле пре индустријске револуције (крај 18. века), мада је пун замах индустријализација, односно модернизација чак и самих европских народа, нарочито када је реч о развоју медицине, имала у 20. веку, тако да су многе европске заједнице током 19. века имале преиндустријски карактер. Преиндустријске заједнице су у демографском смислу заједнице у којима је присутан режим *природног фертилитета* који је дефинисан као образац фертилитета у одсуству намерне и свесне контроле рађања (коришћењем различитих метода контрацепције или абортуса) у смислу да родитељи одлучују колико деце желе да имају и модификују своје сексуално понашање у складу са том одлуком, односно у складу са тим да ли је тај број достигнут или није⁵⁹ (Wood 1994:6–13).

Када је реч о три најопштије дефинисана типа људских заједница, ловачко-сакупљачким, земљорадничким и (пост)индустријским, уочљиве су велике разлике у густини насељености и величини популације. Код већине ловачко-сакупљачких заједница, густина популације не прелази 0.5 особа по километру квадратном, док земљорадничке заједнице углавном имају густину преко вредности од 1 особе по квадратном километру (Слика 33). Савремене

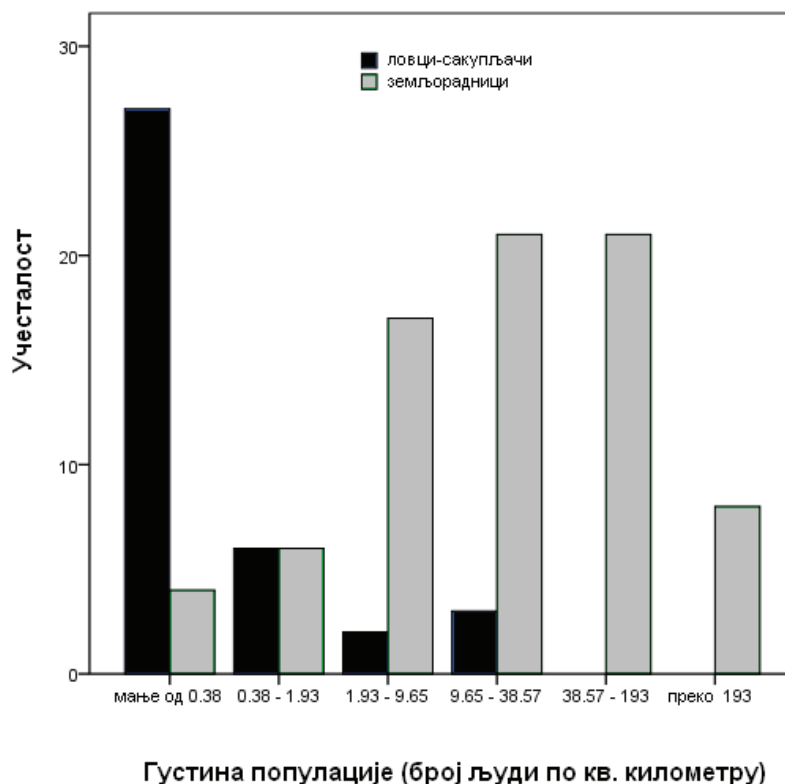
57 Формално прави се разлика између индустријских и постиндустријских заједница, у смислу да постиндустријске заједнице представљају она друштва тј. државе у којима информационе технологије и сектор услуга имају већу улогу од класичне индустријске производње. У контексту ове књиге поменута разлика није толико значајна, тако да су и индустријске и постиндустријске заједнице сврстане у једну категорију.

58 Дакле, није довољно да нека популација живи формално унутар граница неке модерне државе да би се сматрала индустријском, јер данас је тешко наћи територију на Земљи која не припада ниједној држави, а на којој живе људи. Потребно је да та држава има организован систем здравствене заштите и образовања, као и да конкретна популација буде интегрисана у тај систем односно да користи достигнућа савремене цивилизације да би се сматрала индустријском популацијом. На пример, нека заједница која живи у дунглама Бразила неће се сматрати индустријском заједницом, док ће се популација Рио де Жанеира свакако сматрати (пост) индустријском заједницом.

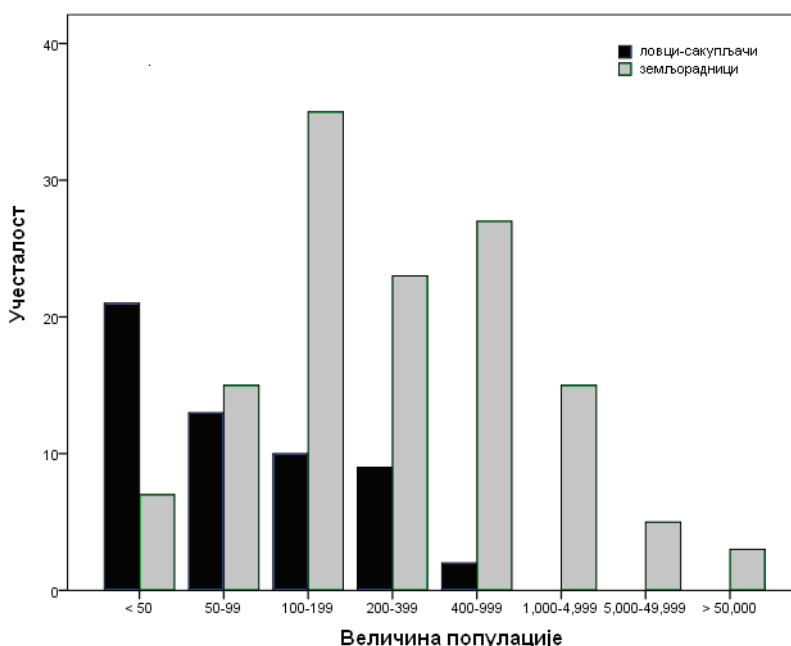
59 У складу са овом дефиницијом, није свако понашање које спречава трудноћу у нескладу са природним фертилитетом, већ само оно које је зависно од броја рођене деце у односу на жељени број. На пример, популација која користи кондоме да би регулисала дужину интервала између два рађања је и даље у режиму природног фертилитета ако то чини са идејом да се заштити здравље мајке, а не да се ограничи број деце (Wood 1990:6–13).

(пост)индустријске нације обично имају вредности густине популације преко 100 особа по километру квадратном (видети статистичке податке Уједињених нација: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/>). Такође, земљорадничке заједнице имају најчешће и већу укупну популацију од ловачко-сакупљачких (хиљаде насупрот стотинама) (Слика 34), а (пост) индустријске заједнице имају већу популацију од преиндустријских земљорадничких (милиони насупрот хиљадама). Ови обрасци указују на дубоке и значајне разлике у демографским особинама између различито организованих људских заједница које ће бити детаљније представљене у овом поглављу.

Слика 33. Густина популације преиндустријских заједница подељених према значају земљорадње у исхрани на чисте ловце – сакупљаче (без земљорадничких производа у исхрани) и земљораднике (преко 50% удела земљорадње у исхрани), према подацима из *Стандардног кроскултурног узорка* (Murdock and White 1969).



Слика 34. Величина популације преиндустријских заједница подељених према значају земљорадње у исхрани на чисте ловце – сакупљаче (без земљорадничких производа у исхрани) и земљораднике (преко 50% удела земљорадње у исхрани), према подацима из *Стандардног кроскултурног узорка* (Murdock and White 1969).



Обрасци варијације фертилитета унутар и између људских популација

Интрапопулациона варијација

Унутар сваке популације постоје варијације у фертилитету, јер неће свака жена у једној популацији родити исти број деце или имати подједнак потенцијал да роди децу, из различитих биолошких, психолошких и социо-економских разлога. Вуд извештава да код неких популација, дистрибуција броја рођене деце прати Поасонову дистрибуцију, а код неких негативну биномијалну дистрибуцију⁶⁰(Wood 1994:35). На истом месту, Вуд објашњава да се негативна биномијална дистрибуција може извести математичким путем ако се претпостави да се популација жена састоји из неколико субпопулација жена код којих број рођене деце прати Поасонову дистрибуцију, али са различитим стопама фертилитета. Дакле, код оних популација код којих би дистрибуција броја деце коју роди жена током репродуктивног периода била статистички блиска Поасоновој дистрибуцији, та чињеница би указивала на хомогеност те популације у погледу фертилитета, јер би индивидуалне варијације у броју деце биле последица стохастичког процеса, док би код оних популација код којих је дистрибуција броја деце блиска негативној биномијалној дистрибуцији то указивало на постојање нехомогености и структурисања женске популације у неколико субпопулација са различитим стопама фертилитета. Емпиријски подаци које је Вуд представио указују на то да преиндустријске заједнице попут *Gainj* и *Kung!* имају дистрибуцију која се не разликује статистички од Поасонове, што је и очекивано за мале преиндустријске заједнице које не користе контрацепцију и у којима нема неког значајног критеријума социјалног раслојавања, док норвешке и амишке популације са почетка 20. века прате дистрибуцију која одговара моделу негативне биномијалне дистрибуције. Како Вуд каже, код норвешке популације је релативно лако објаснити овај податак тиме да то одражава постојање најмање две субпопулације – једне, која користи, и друге, која не користи контрацепцију. За амишке податке, пак, тешко је пронаћи уверљиво објашњење фактора структурисања популације (Wood 1994:35).

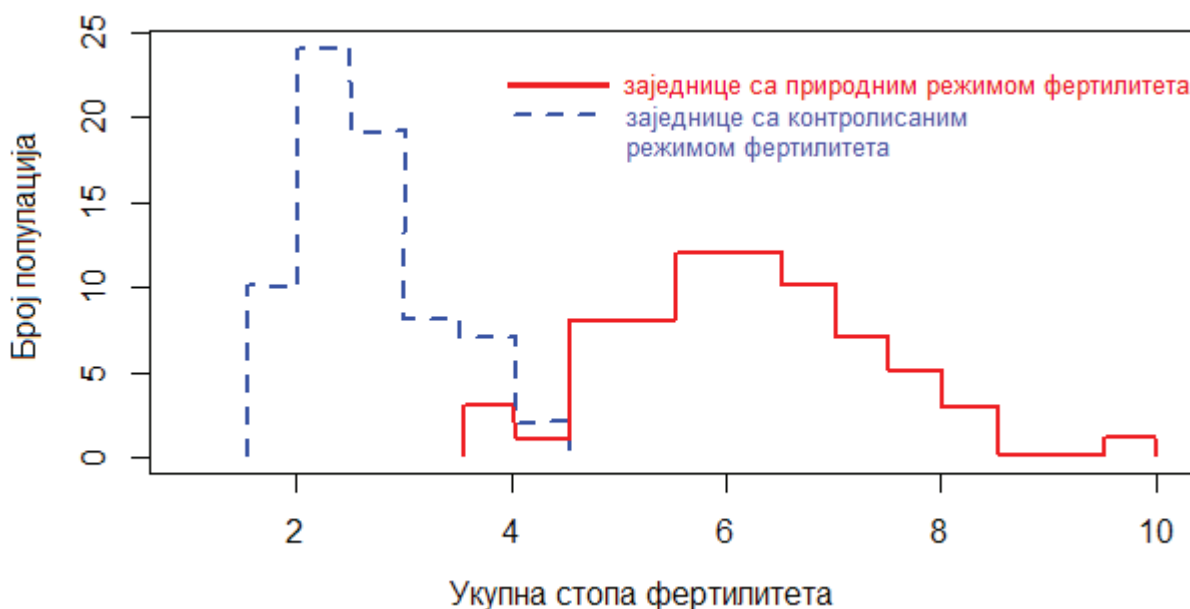
Разлике између индустријских и преиндустријских популација

Са антрополошког аспекта још је занимљивије питање варијације између популација у обрасцима фертилитета. Ако се погледају обрасци варијације фертилитета у различитим људским заједницама, уочљиве су значајне разлике. Ове разлике се статистички најбоље виде као разлике између популација у вредности укупне стопе фертилитета. Укупне стопе фертилитета су збирни показатељ различитих фактора и њихових комбинација које утичу на укупни фертилитет као што су: физиолошка плодност, учесталост полних односа, културне норме о величини породице, коришћење, доступност и ефикасност средстава контрацепције,

60 Поасонова и негативна биномна дистрибуција су посебни типови дистрибуција вероватноће дискретних случајних променљивих (оних које могу узимати само целобројне вредности, као што је број деце који једна жена роди). Дистрибуција вероватноће носи информацију о томе која је вероватноћа да случајна променљива, у овом случају број деце коју једна жена роди, узме неку конкретну вредност. Дистрибуције вероватноћа су заправо идеални математички модели који одражавају неки реални или апстрактни процес. Од облика дистрибуције вероватноће зависиће која је вероватноћа да се добију одређене вредности случајне променљиве. За сваки тип дистрибуције вероватноће, њен конкретан облик и структура зависиће од вредности параметара дистрибуције (најчешће су то параметри аритметичка средина и варијанса). Поасонова дистрибуција је веома значајна у науци, јер она моделује вероватноће конкретног броја јављања неког насумичног догађаја, ако је позната стопа јављања тог догађаја у простору или времену. Нпр. ако телефонски позиви насумично стижу (временски гледано) у неку телефонски централу, а зна се да у просеку буде 0.5 позива по минути, вероватноће да у 5 минута буде тачно 0, 1, 2, 3 итд. позива биће дате Поасоновом дистрибуцијом.

дужина периода дојења итд. Сви ови фактори, па и физиолошка плодност у оној мери у којој је условљена срединским факторима попут исхране, представљају факторе кроскултурног разликовања, јер су последице културних разлика у најопштијем смислу.

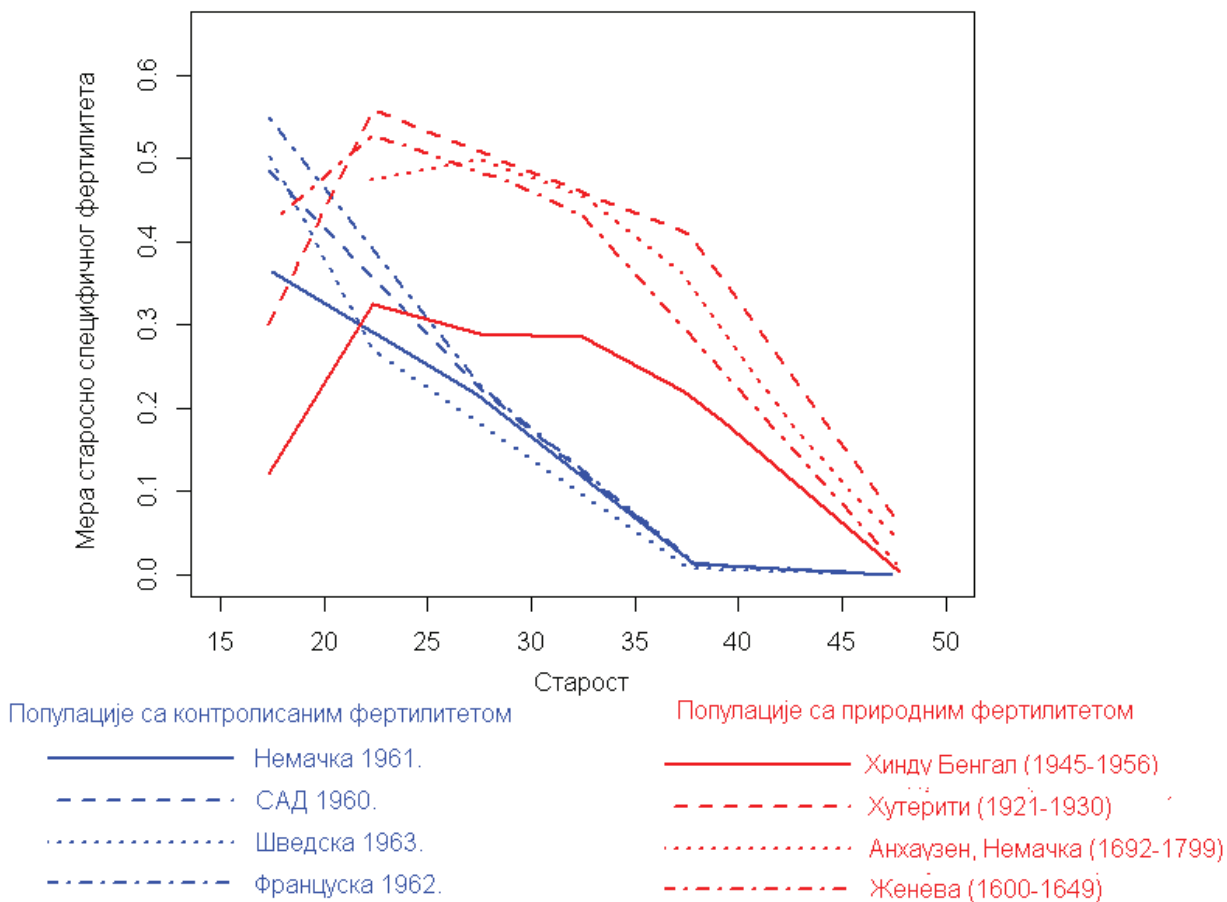
Највећа разлика у фертилитету постоји између преиндустријских и индустријских заједница, односно заједница у режиму природног фертилитета и оних заједница у којима постоји регулација фертилитета. Укупна стопа фертилитета у преиндустријским заједницама у просеку износи 6.1 и далеко је већа у односу на индустријске заједнице где је просечна вредност укупне стопе фертилитета 2.6, а између ове две дистрибуције не постоји готово никакво преклапање (Слика 35) (Wood 1990). Такође, варијације укупне стопе фертилитета код преиндустријских заједница су далеко веће у односу на индустријске – стандардна девијација код прве износи 1.17 док је у потоњој 0.65. Ова разлика последица је тога да се у индустријским заједницама користе ефикасне методе контрацепције, чија је сврха, пре свега, да се ограничи број деце и да тај број буде у просеку веома мали, што је последица великих разлика у култури и животу индустријских и преиндустријских заједница (за сагледавање ове разлике из угла теорије еволуције видети Kaplan 1996, као и последњу подсекцију у овом поглављу). Међутим, занимљиво је да је чак и максимална забележена стопа укупног фертилитета код преиндустријских заједница далеко мања од теоријског максимума до кога је дошао Вуд а који износи 31, под претпоставком да жене не доје децу, да се овулација враћа за месец и по дана, да је просечно чекање до успешног зачећа три месеца, да прва трудноћа почне када и репродуктивни период, а да менопауза наступа са 50 година старости (Wood 1994:64).



Слика 35. Дистрибуција вредности укупне стопе фертилитета код заједница са природним режимом фертилитета и заједница са контролисаним фертилитетом, односно код преиндустријских и (пост) индустријских заједница (према Wood 1990: Figure 1).

Преиндустријске и индустријске заједнице разликују се и по обрасцима везаним за старосно специфичне стопе фертилитета. Иако постоји велика варијација унутар обе групе, јасно се издвајају два различита профила карактеристична за преиндустријски и индустријски режим фертилитета (Слика 36). Преиндустријски образац има приближно облик параболе – фертилитет расте од почетка репродуктивног периода, достиже врхунац између 20 и 30 година старости, а затим опада до нуле у старосној категорији када почиње менопауза. Образац код

(пост)индустријских заједница више личи на негативну експоненцијалну криву – од максимума везаног за ране двадесете године, долази до брзог пада у фертилитету до наступања менопаузе.

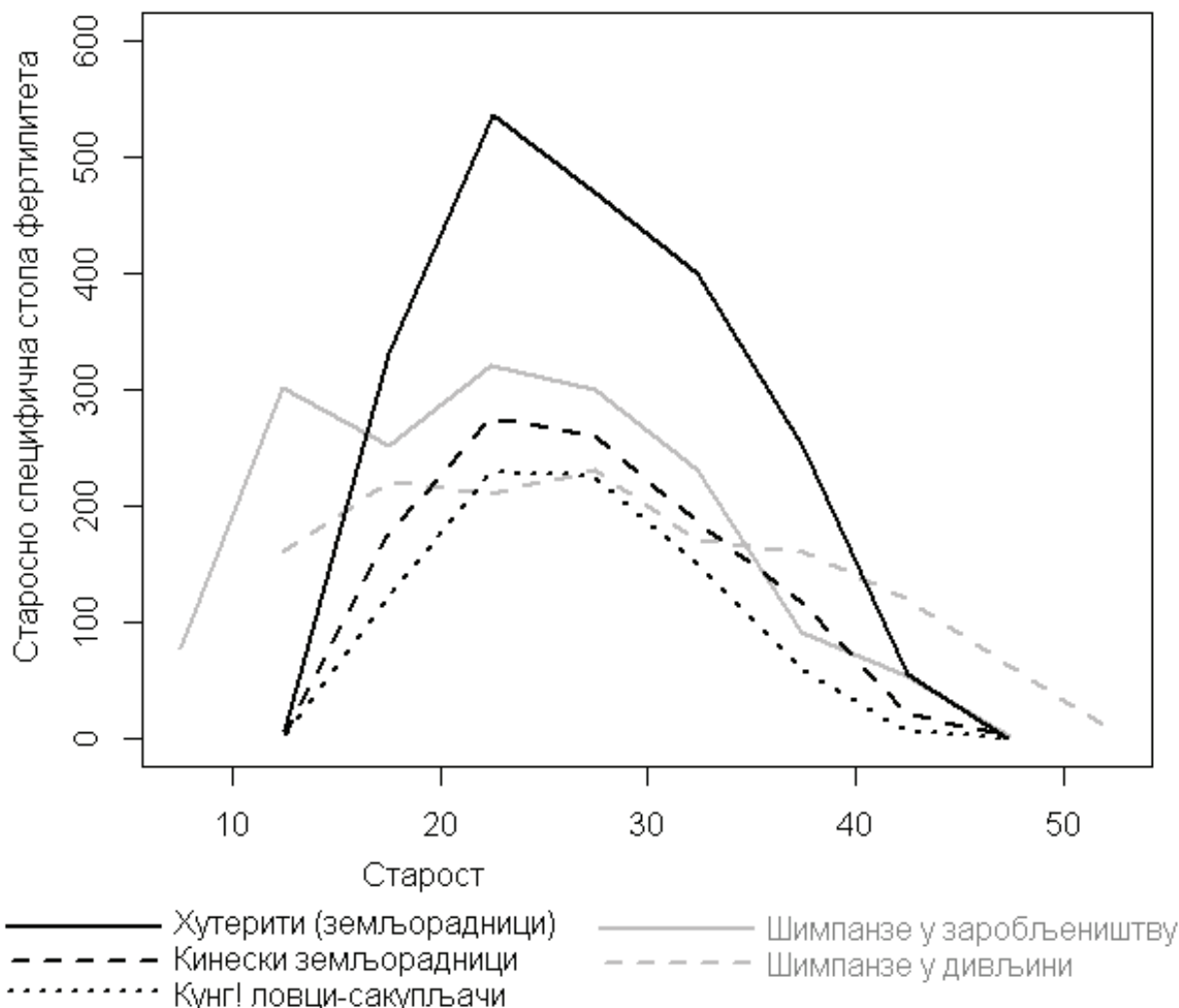


Слика 36. Обрасци старосно специфичних стопа фертилитета код преиндустријских и индустријских популација (модификовано према Handwerker 1983: Fig.2).

Разлике између ловачко-сакупљачких и земљорадничких популација

Занимљиво је и важно питање разлика у фертилитету између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница. Када је реч о облику криве старосно-специфичне стопе фертилитета, он се не разликује између ловаца–сакупљача и земљорадника – обе групе имају сличан образац (налик параболи) који је карактеристичан за преиндустријске заједнице (и неке од примата попут шимпанзе) (Слика 37), али кључно питање је питање апсолутне разлике у фертилитету нпр. у просечној стопи укупног фертилитета. Антрополози и археолози су већински склони идеји да је фертилитет земљорадничких заједница већи него фертилитет ловаца – сакупљача, пре свега вођени чињеницом да се величина људске популације драстично повећала од неолита до данас, за релативно кратки временски рок у поређењу са десетинама хиљада година проведеним на далеко нижем демографском нивоу (видети детаљније о овоме у Поглављу 7 и 8). Као узрок мањег фертилитета код ловаца – сакупљача навођена је велика мобилност ових заједница, односно то што жена није могла да носи више од једног детета услед сталног кретања, па је услед дужег периода дојења (тј. лактације која има контрацептивни ефекат код жена), традиционалних метода контрацепције и других врста понашања која смањују број

деце (нпр. инфантицида) размак између два сукцесивна рађања био неколико година, што је време потребно да дете може самостално да се креће са ловачко-сакупљачком дружином (Sussman and Hall 1972).



Слика 37. Обрасци фертилитета код кинеских земљорадника, Хутерита (такође земљорадника), Кунг ловаца – сакупљача и шимпанзи (према Ellison, Bogin, and O'Rourke 2012: Fig.15.9).

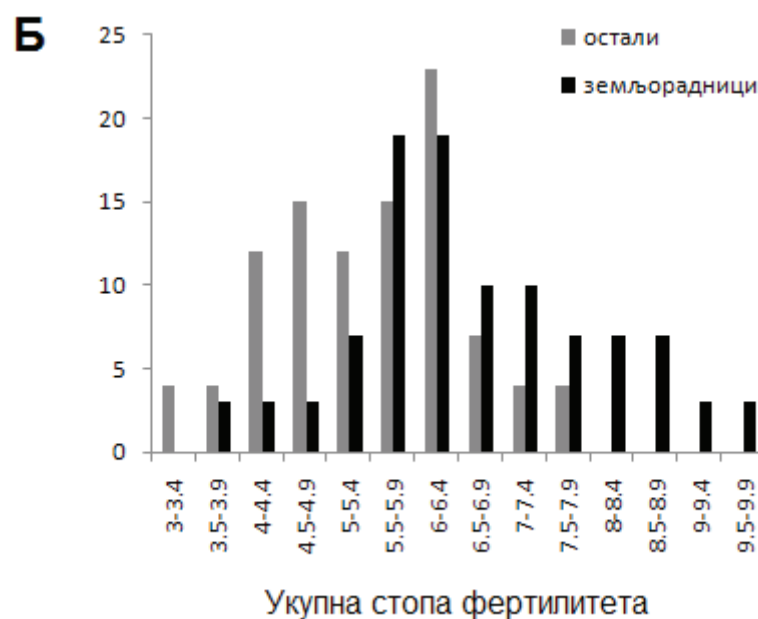
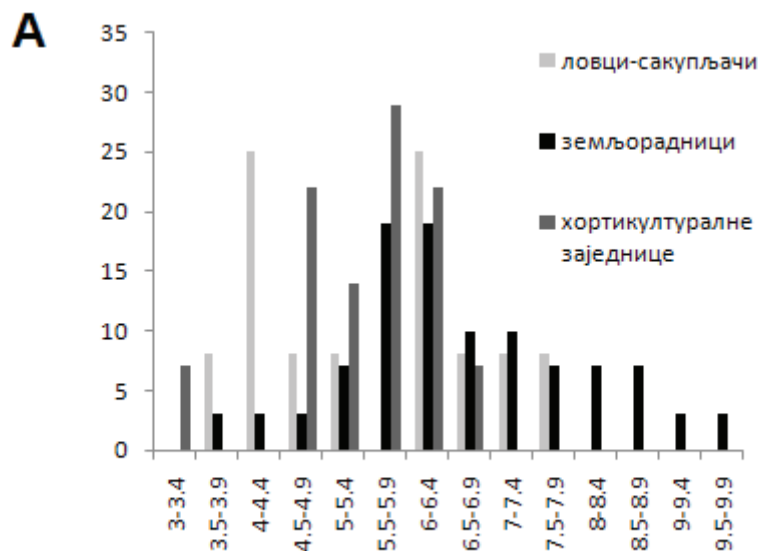
Неколико антрополога је покушало емпиријски да одговори на ово питање кроскултурним истраживањима на основу етнографских података. Студија коју су спровели Кембел и Вуд (Campbell and Wood 1988 према Bentley et al. 1993) дала је негативне резултате – између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница нису пронађене статистички значајне разлике у укупној стопи фертилитета. Хохберг и колеге на далеко мањем узорку од 22 етнографски забележене преиндустријске заједнице нису пронашли статистички значајне разлике у старости при почетку менструалног циклуса и укупној стопи фертилитета између ловаца-сакупљача и земљорадника (Hochberg, Gawlik, and Walker 2011), мада у овој студији није баш најјасније направљено разграничење између ловаца – сакупљача и земљорадника – нпр. Аче су класификовани као сакупљачи и земљорадници, иако представљају готово уџбенички етнографски пример ловаца – сакупљача, тако да је валидност ове студије упитна. Међутим, истраживања која је спровео Бентли са колегама на надограђеном Кемпеловом и Вудовом узорку од преко 50 заједница, са одређеним корекцијама, показало је да, иако постоји знатно преклапање у вредностима укупне стопе фертилитета између земљорадничких и

ловачко-сакупљачких заједница, ипак постоје статистички значајне разлике у укупној стопи фертилитета (Bentley, Jasienska, and Goldberg 1993; Bentley, Goldberg, and Jasienska 1993). Ауториревизионе студије су популације поделили на три групе: интензивне земљораднике (agriculturalists), екстензивне земљораднике⁶¹ (horticulturalists) и ловце – сакупљаче (foragers) (Слика 38). Између интензивних земљорадника и ловаца – сакупљача детектована је маргинално статистички значајна разлика у укупној стопи фертилитета ($p = 0.06$; просечна укупна стопа фертилитета је 6.6 код земљорадничких заједница насупротив 5.4 код ловаца – сакупљача), а када су поређене укупне стопе фертилитета интензивних земљорадника са ловцима – сакупљачима и екстензивним земљорадницима груписаним у једну групу, разлике су биле високо статистички значајне ($p = 0.004$; просечна укупна стопа груписаних неземљорадничких заједница је 5.5) (Bentley, Goldberg, and Jasienska 1993). Између екстензивних земљорадника (просечна укупна стопа фертилитета износи 5.5) и ловаца – сакупљача не постоји статистички значајна разлика у укупним стопама фертилитета ($p = 0.8$) (Bentley, Goldberg, and Jasienska 1993).

Студија коју су спровели Селен и Мејс узимајући у обзир *Галтонов проблем*⁶², статистичком анализом која разматра филогенетске односе међу популацијама у узорку, потврдила је овај налаз – постоји позитивна и статистички значајна корелација између процента хране која долази од земљорадње и укупне стопе фертилитета (Sellen and Mace 1997). На основу приказаних резултата емпиријских истраживања, може се закључити да, макар када је реч о етнографски доступним подацима, постоји блага, али статистички значајна тенденција, да земљорадничке заједнице имају нешто виши фертилитет од ловачко-сакупљачких заједница (највише забележене укупне стопе фертилитета јављају се искључиво код интензивних земљорадника).

61 У ову категорију сврстане су оне заједнице које упражњавају мобилну земљорадњу (попут земљорадње у тропским крајевима која почива на крчењу шума).

62 Галтонов проблем је један од кључних проблема у кроскултурним антрополошким истраживањима (Ember and Ember 2009:107–110) и односи се на чињеницу да опсервације односно заједнице у кроскултурним узорцима често нису независне тј. деле заједничку историју и неке културне атрибуте (нпр. систем сродства), или су, пак, дељени атрибути последица дифузије, а не независне социо-културне еволуције, што утиче на валидност статистичких тестова који почивају на претпоставци независности опсервација и може да створи образац корелације у одсуству независне социо-културне еволуције два културна елемента (где бисмо такође очекивали корелацију). На пример, две заједнице могу имати исте вредности на две културне димензије (нпр. економској организацији и укупној стопи фертилитета) зато што су историјски повезане (нпр. настале су цепањем неке предачке заједнице или су блиске географски па су културни елементи стечени дифузијом), а не зато што постоји аутентична веза (директна узрочно-последична или индиректна веза) између ове две културне димензије (нпр. да када се јави једна, јавља се и друга према неком социо-културном закону). Термин је назван по чувеном статистичару и генетичару Френсису Галтону (Francis Galton) који је ову примедбу упутио „оцу оснивачу” антропологије, Едварду Тајлору (Edward B. Tylor), када је Тајлор представио резултате прве статистичке кроскултурне анализе у Краљевском антрополошком институту 1889. године. Од тада па до данас антрополози су пронашли многа методолошка решења за Галтонов проблем (Ember and Ember 2009: 107–110)



Слика 38. Дистрибуција вредности укупне стопе фертилитета код основних организационих типова преиндустријских заједница: а) поређење између ловаца – сакупљача, екстензивних и интензивних земљорадничких заједница б) поређење између земљорадничких и свих осталих заједница (према Bentley, Goldberg, and Jasienska 1993:Figs.2–3).

Поставља се питање објашњења разлика у просечном фертилиту између земљорадника и ловаца – сакупљача. Француски палеодемограф Жан-Пјер Боке-Апел сматра да *модел релативног метаболичког оптерећења* представља објашњење за разлике у фертилиту између земљорадничких и ловачко-сакупљачких заједница (Vocquet-Appel 2008). У најкраћим цртама, овај модел предвиђа да ће фертилитет зависити од количине материје и енергије која је на располагању за „производњу” деце. Разлике у мобилности и врсти исхране доводе до разлика у метаболичком оптерећењу и самим тим до разлика у фертилиту. Земљорадничке заједнице су претежно седентарне или, ако ништа друго, мање мобилне од ловачко-сакупљачких, тако да је њихова потрошња енергије, самим тим и метаболичко оптерећење, мање. Такође, земљорадничке заједнице користе биљну исхрану богатију угљеним хидратима, у просеку калоричнију од исхране ловаца – сакупљача, што такође повећава метаболички потенцијал. Као последица ова два фактора, очекивано је да фертилитет буде већи код земљорадника него код ловаца – сакупљача. Боке-Апел је ову хипотезу тестирао статистичком анализом на етнографском кроскултурном узорку од 172 заједнице северноамеричких Индијанаца. Боке-

Апелови резултати потврдили су хипотезу – мобилност и степен коришћења земљорадничке исхране су у статистички значајној корелацији са индиректном мером фертилитета (као индиректна мера фертилитета узета је густина популације) (Vocquet-Appel 2008). У прилог тези о промени режима фертилитета услед смањења мобилности и увођења житарица у исхрану, Боке-Апел наводи и дијахроне (лонгитудиналне) етнографске податке, где је фертилитет бележен дужи низ година пре и после промене начина живота заједнице (Vocquet-Appel 2011a). Посебно је упечатљив пример Нунамиут и Атапаскан заједница код којих је до повећања фертилитета дошло током једне генерације после смањења мобилности и/или увођења исхране засноване на житарицама (Roth 1981; Roth 1985; Vocquet-Appel 2011a; Binford and Chasko 1976). Ова сазнања су посебно значајна за проблем *неолитске демографске транзиције* о коме ће детаљније бити речи у Поглављу 7.

Са друге стране, Џејмс Бун сматра да суштински не постоје разлике у фертилитету између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница (Boone 2002). Полазећи од теоријских претпоставки модела ширине исхране, који представља један од основних модела у бихевиоралној екологији, Бун сматра да основни разлог за стационарност тј. нулти или скоро нулти раст ловачко-сакупљачких заједница представљају епизоде катастрофичног морталитета, а не низак фертилитет. Као поткрепљење за ову хипотезу Бун наводи студију Беловског који је уз помоћ компјутерске симулације засноване на моделу ширине исхране⁶³ показао како је очекивани образац популационе динамике ловачко-сакупљачких заједница, која у овом моделу зависи искључиво од фактора одређених густином популације, „тестерасти образац” тј. популација у правилним циклусима расте и нагло опада пошто исрцпи све ресурсе (Belovsky 1988). Ови циклуси настају зато што се са повећањем људске популације смањује количина ресурса и обрнуто – дакле, ни људска популација ни ресурси (животиње и биљке) нису статичне категорије већ су системски повезани повратним спрегама, тако да се популациона динамика људи који лове, нпр. јелене, не може посматрати одвојено од популационе динамике самих јелена и обрнуто. Модел претпоставља да се калоријски вишкови од лова и сакупљања усмеравају у репродукцију, дакле у повећани фертилитет, док се дефицит надокнађује повећаним морталитетом тј. смањењем величине људске популације.

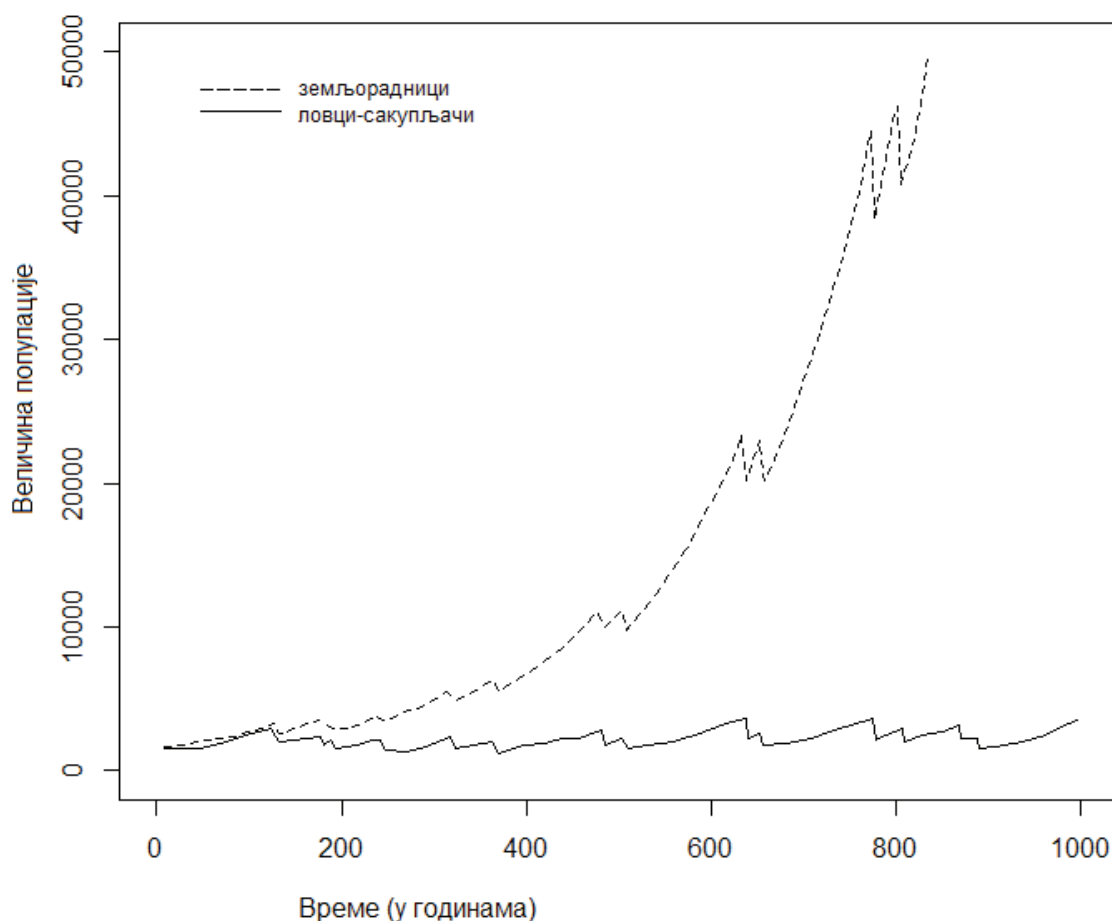
Такође, Бун је показао компјутерском симулацијом како су ловачко-сакупљачке заједнице мање отпорне на катастрофичне депопулационе догађаје за разлику од земљорадничких заједница. Симулирајући две заједнице које имају исту интринзичку стопу раста, јасно се види да разлика у морталитету од само 10%, тј. да ако приликом катастрофичног морталитета једна заједница изгуби 25%, а друга 15% популације, може да резултира драматично различитим обрасцима популационе динамике на дуге стазе – једна популација ће расти, а друга ће остати практично стационарна, односно циклуси раста и краха популације неће довести до нето ефекта повећања величине популације (Слика 39). Ова чињеница омогућава земљорадницима одрживи раст, тј. статистички гледано, они су чешће у фази раста него ловачко-сакупљачке заједнице и као последица тога настаје ситуација да на кроскултурном нивоу постоји блага али статистички значајна тенденција да земљорадници имају у просеку већи фертилитет. Ако се овоме додају и фактори који не зависе од густине, као што је на пример клима или катастрофични догађаји попут ерупција вулкана, земљотреса и поплава, онда људске заједнице постају још осетљивије и подложније катастрофичном морталитету.

Бун нуди два теоријска разлога зашто су земљорадничке заједнице отпорније на епизоде екстремног морталитета. Први је тај што земљорадничке заједнице имају далеко веће могућности складиштења хране. Овоме треба додати и чињеницу да су житарице ресурс са високом стопом обнављања (сваке године) и могућношћу експанзије, за разлику од ресурса

63 Ширина исхране (енг. *diet breadth*) је један од кључних појмова у бихевиоралној екологији људи и односи се на број различитих биљних и животињских врста које нека заједница користи у исхрани.

на које се ослањају ловци и сакупљачи који када се исцрпе, траже далеко више времена да се обнове. Други разлог произлази из чињенице да је друштвена неједнакост израженија код земљорадничких заједница, па демографски гледано постоји структурисање популације по друштвено-економском основу. У случајевима кризе, код егалитарних заједница се ризик морталитета равномерно распоређује, док се код популација где је присутно друштвено рангирање и раслојавање, овај ризик неједнако распоређује и са пристрасношћу ка онима који су у лошијем положају.

Бун уочава да је чињеница да земљорадња подразумева мању енергетску ефикасност од лова и сакупљања односно да захтева веће улагање енергије у нескладу са моделом метаболичког оптерећења као објашњења за повећани фертилитет земљорадника у односу на ловце – сакупљаче, јер ако земљорадници морају да улажу више енергије за добављање хране, онда би на основу модела метаболичког оптерећења импликација била да би они морали имати мањи фертилитет, а не већи, јер им остаје мање енергије која може да се усмери на репродукцију. Он сматра да се овај парадокс разрешава тиме што су мушкарци ти који носе цену повећаног енергетског улагања у производњу хране што је у складу са резултатима кроскултурних истраживања (White, Burton, and Dow 1981; Ember 1983), као и чињеницом да у земљорадничким заједницама деца могу да почну да доприносе производњи хране раније него у ловачко-сакупљачким заједницама (јер је потребно мање времена да савладају неопходне вештине) (Kramer and Boone 2002).



Слика 39. Популациона динамика ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница коју предвиђа Бунова симулација (према Boone 2002: Fig.2).

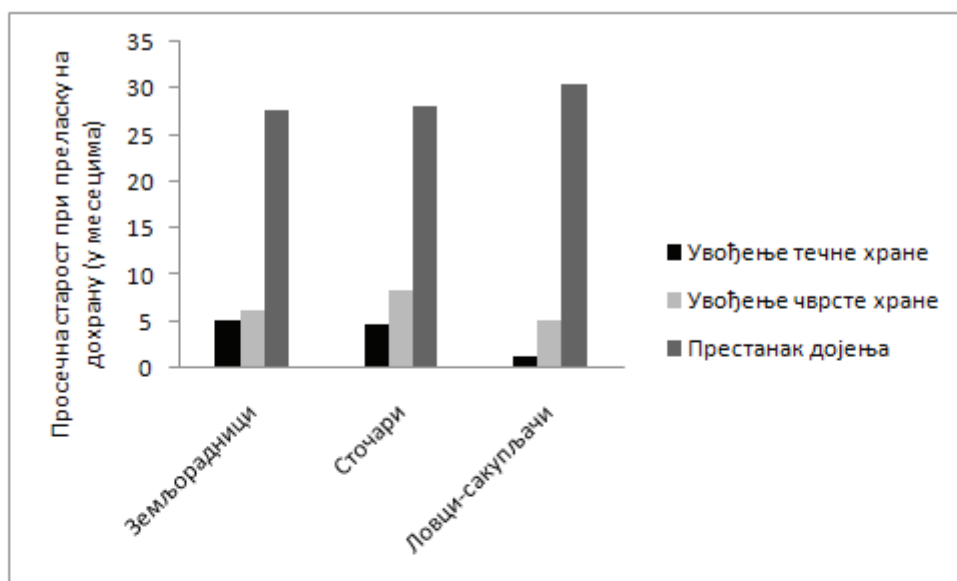
Бун чак иде толико далеко да палеодемографске профиле скелетних збирки тумачи у светлу катастрофичног морталитета – тј. да оно што се понавља као образац код старосних структура скелетних серија и о чему ће детаљно бити речи у Поглављу 5 – повећани морталитет младих одраслих особа и мањак особа старијих од 50 до 60 година – представља последицу катастрофичног морталитета где је старосна структура популације мртвих ближа старосној структури популације живих. Међутим, ово је по мишљењу аутора ове књиге слаб аргумент, јер је убедљиво показано како је пристрасност ка већој учесталости млађих одраслих индивидуа у скелетним збиркама великим делом последица пристрасности уграђене у сам метод одређивања старости у класичном палеодемографском приступу, а што је још важније, овај профил карактеристичан је како за ловачко-сакупљачке, тако и за земљорадничке заједнице (видети Поглавље 5). Такође, сам Бун сматра да су катастрофични догађаји релативно ретки, па онда није јасно како у скелетној серији која се формирала током више од једног века може да доминира сигнал једног ретког катастрофичног догађаја у односу на несразмерно дужи период атриционог морталитета.

Увођење житарица у исхрану (дохрана) представља важну компоненту хипотезе престанка дојења услед доступности алтернативне хране за бебе, која гласи да је фертилитет код земљорадничких заједница већи него код ловачко-сакупљачких зато што, услед доступности житарица, земљорадници могу да нађу адекватну замену за мајчино млеко и да на тај начин скрате период дојења, тј. да беба раније пређе на дохрану (нпр. кашасту храну од биљних производа добијених земљорадњом), а самим тим да скрате и дужину интервала изостанка овулације и менструације након порођаја (Sellen and Smaу 2001). Селен и Смеј тестирали су 4 предвиђања која проистичу из ове хипотезе тј. која треба да буду емпиријски поткрепљена ако је хипотеза тачна (Sellen and Smaу 2001):

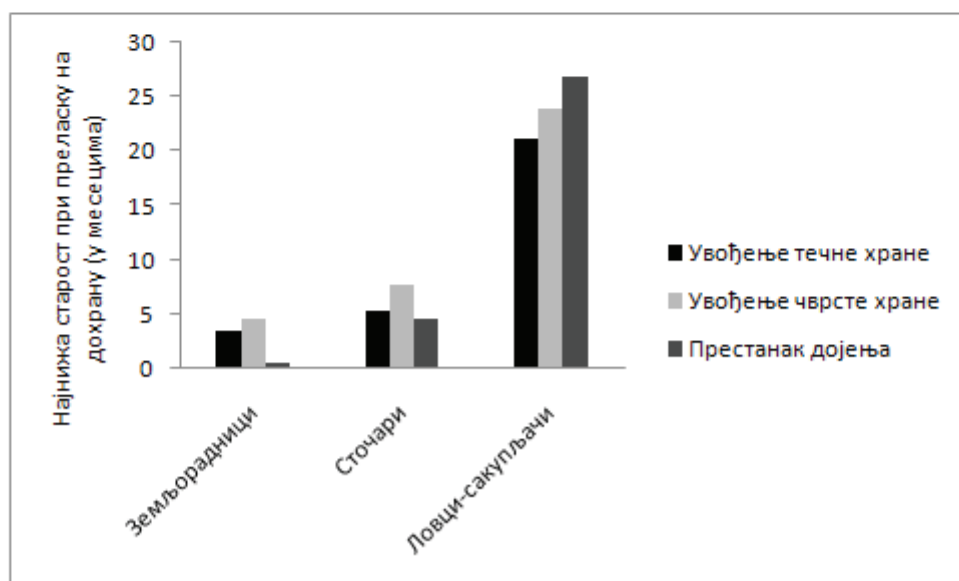
1. Распон и централна тенденција старости у којој долази до увођења додатне течне хране (у односу на мајчино млеко) биће нижи код земљорадничко-сточарских заједница у односу на ловачко-сакупљачке
2. Распон и централна тенденција старости у којој долази до увођења допунске чврсте хране (у односу на мајчино млеко) биће нижи код земљорадничко-сточарских заједница у односу на ловачко-сакупљачке
3. Распон и централна тенденција старости у којој долази до престанка дојења биће нижи код земљорадничко-сточарских заједница у односу на ловачко-сакупљачке
4. Постоје квалитативне разлике у врсти дохране која се даје бебама између земљорадничких, сточарских и ловачко-сакупљачких заједница, и то такве да је храна која је прикладна замена за мајчино млеко доступнија земљорадницима и сточарима него ловцима – сакупљачима.

Резултати ове студије су показали да не постоје статистички значајне разлике између три групе заједница у просечној старости при увођењу дохране (пored мајчиног млека) као и у *просечној* старости при престанку дојења, али постоје статистички значајне разлике у *најранијој забележеној* старости при престанку дојења – земљорадничке заједнице су имале најнижу, а ловачко-сакупљачке највишу најраније забележену старост при престанку дојења, али нису се потврдиле претпоставке да до увођења дохране долази раније код земљорадничких заједница (Sellen and Smaу 2001) (Слика 40). Такође, показало се да постоје и разлике у врсти хране која се користи као допуна или замена код земљорадничко-сточарских у односу на ловачко-сакупљачке заједнице. Аутори су закључили да су разлике, иако постоје, генерално веома мале тј. да је повезаност економског типа заједнице са динамиком престанка дојења и увођења алтернативне хране сувише мала те стога сматрају да хипотеза „престанка дојења” није довољна као објашњење за разлике у фертилитету између земљорадника/сточара и ловаца-сакупљача (Sellen and Smaу 2001).

A



Б

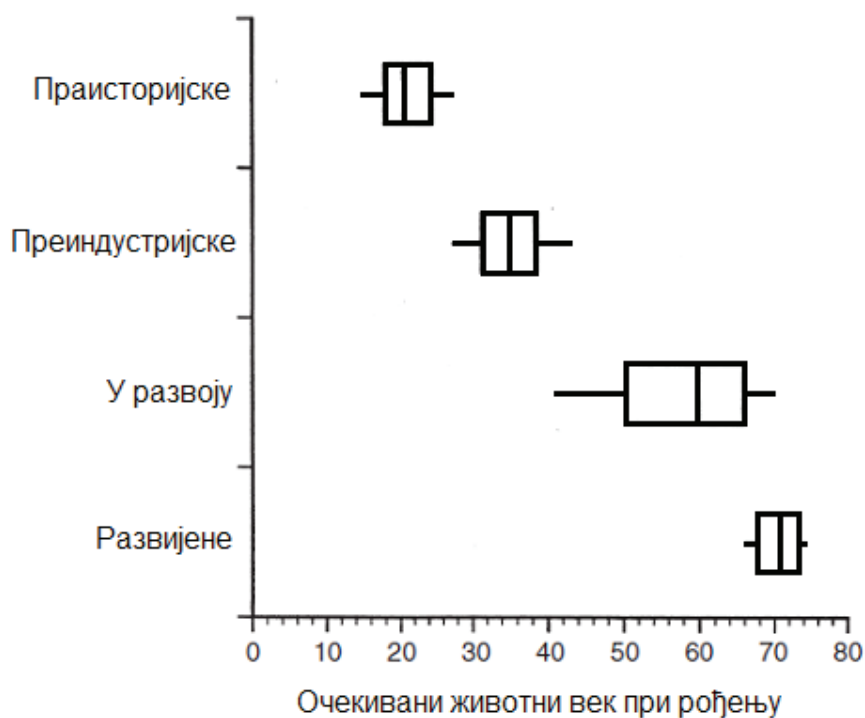


Слика 40. а) Просечна старост при одвикавању од дојења код различитих организационих типова преиндустријских заједница б) Најранија старост при одвикавању од дојења код различитих организационих типова преиндустријских заједница (према Sellen and Smaу 2001: Fig.1–2).

Обрасци варијације морталитета између људских заједница

Разлике између преиндустријских и индустријских популација

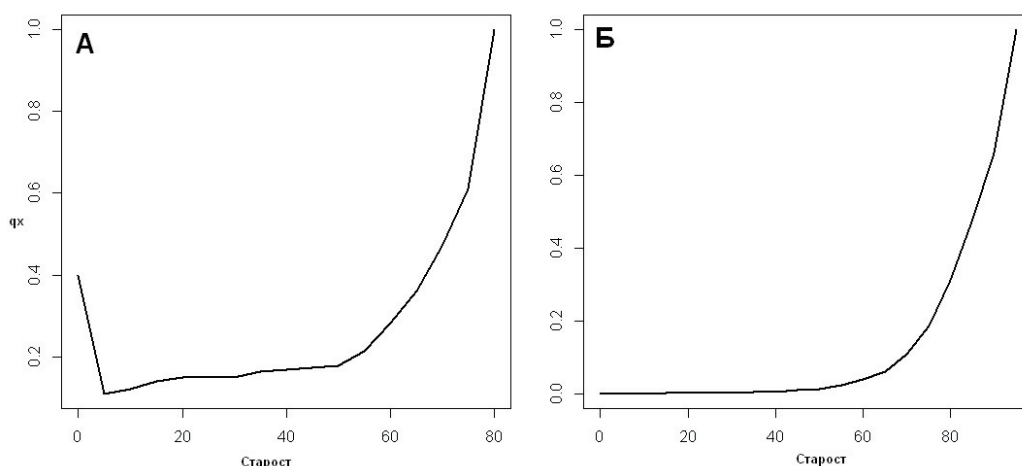
Разлике унутар и између популација у режимима морталитета одражаваће разлике у изложеностима факторима смртности. Све људске заједнице у „нормалном” или *атриционом режиму морталитета*, који подразумева одсуство неких ванредних и необичних околности попут природних катастрофа, епидемија болести и великих сукоба и насиља (у односу на ниво који је уобичајен за неку заједницу), могу се подвести под један општи образац људског морталитета унутар кога постоје варијације (Wood et al. 2002:137; Hawkes 2003). Највећа разлика у оквиру овог општег обрасца постоји између преиндустријских и (пост)индустријских заједница која је видљива у великим разликама у очекиваном животном веку при рођењу. За праисторијске, историјске и савремене преиндустријске популације оцене очекиваног животног века при рођењу крећу се између 20 и 40 година (Weiss 1973; Acsádi and Nemeskéri 1970; Gurven and Kaplan 2007), док је очекивани животни век у (пост)индустријским друштвима обично изнад 70 година, а у најразвијенијим земљама око 80 или више година (Bobić 2007; Ellison, Bogin, and O'Rourke 2012) (Слика 41).



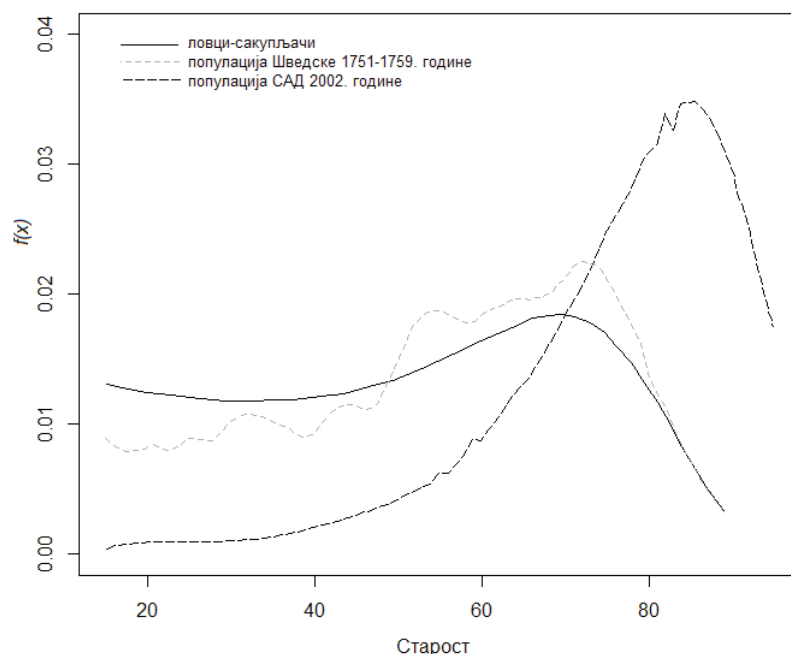
Слика 41. Очекивани животни век у преиндустријским заједницама (праисторијским и историјским) и (пост)индустријским заједницама (развијеним земљама и земљама у развоју) (према Ellison, Bogin, and O'Rourke 2012:Fig.14.2).

Очекивани животни век при рођењу није исто што и просечно максимално трајање живота. Прво је општа мера морталитета која узима у обзир смртност у свим старосним категоријама и представља један сумарни статистички показатељ, док је друга просек максималних досегнутих старости у различитим друштвима. Насупрот увреженом мишљењу да је узрок ових разлика у очекиваном животном веку у томе што су људи у прошлим и савременим преиндустријским заједницама имали драстично краћи животни век од људи који живе у савременим (пост)индустријским друштвима, прави и примарни узрок представља

смањење морталитета у најранијим годинама, смртности новорођенчади, код индустријских заједница. На графикону су упоређени типични профили морталитета индустријских и преиндустријских заједница према вероватноћи умирања у различитим старосним интервалима. За преиндустријске заједнице карактеристичан је профил у облику латиничног слова „U”: вероватноћа умирања је изузетно висока у првом старосном интервалу (нарочито првој години живота) затим нагло пада и остаје мање-више константна до око 40 године када почиње да расте и достиже свој максимум између 70 и 80 године (Слика 42А, Слика 43). Код индустријских заједница је смртност у најмлађој категорији драстично мања, док је образац од 40 година па навише у општим цртама сличан преиндустријском, тако да крива има облик слова „J” (Слика 42Б, Слика 43). Код преиндустријских популација вероватноћа умирања беба у првој години живота је веома висока (20–40%), а у индустријским заједницама је смртност беба услед развоја медицине драстично смањена (често на мање од 1%). С обзиром на то да очекивани животни век при рођењу узима у обзир и смртност у првој години живота, резултат је драстична разлика између индустријских и преиндустријских заједница у очекиваном животном веку – између 20 и 40 година код преиндустријских, насупротив очекиваном животном веку од преко 60 година код индустријских заједница. Наравно, савремена медицина је допринела томе да се морталитет код индустријских заједница смањи и у свим осталим старосним категоријама, али нема доказа да је максимално трајање живота у прошлости или код савремених преиндустријских заједница било значајно мање него што је код савремених индустријских заједница. У свим етнографски забележеним преиндустријским заједницама било је веома старих људи (преко 75 година), а модална тј. најчешћа старост у којој одрасли припадници преиндустријских заједница умиру према кроскултурним подацима о ловцима – сакупљачима је 72 године (Gurven and Kaplan 2007). Ово се посебно добро види ако се погледа очекивани животни век за доживљену 45 годину старости: очекивани животни век за доживљену 45 годину код ловаца – сакупљача креће се између 14 и 24 године (Gurven and Kaplan 2007) што није драстично мање од вредности овог параметра за неке индустријске заједнице – нпр. очекивани животни век за жене које су напуниле 45 година старости у Србији је, према подацима Светске здравствене организације из 2013. године, износио 33.6 година (<http://www.who.int/countries/srb/en/>). Дакле, животни век одраслих људи у прошлости или у савременим преиндустријским заједницама није био драстично мањи у односу на савремене популације. Ипак, упркос овим значајним разликама између преиндустријских и индустријских заједница, може се говорити о једном, најопштијем људском обрасцу морталитета, посебно у поређењу са нашим најближим рођацима шимпанзама (Слика 44).

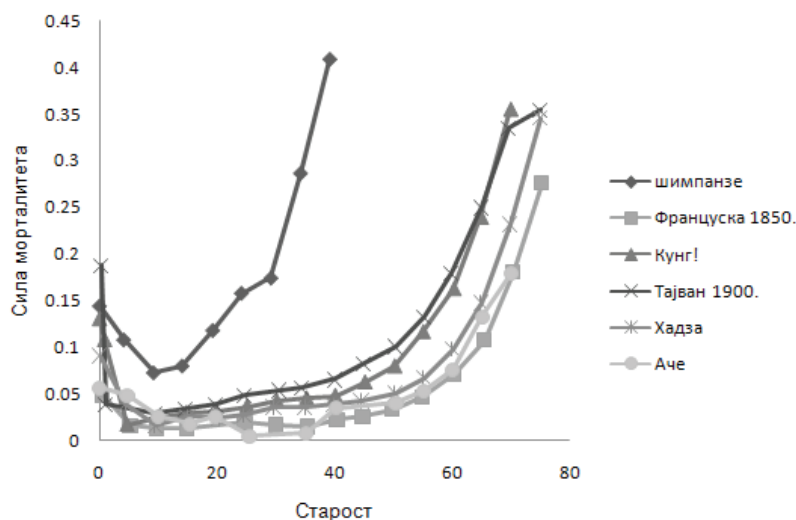


Слика 42. Схематски приказан образац старосно специфичне вероватноће умирања код А) преиндустријских популација Б) индустријских популација.



Слика 43. Обрасци морталитета (старосна структура умрлих) код различитих типова људских заједница. Уочљива је разлика између преиндустријских заједница (ловци – сакупљачи и становништво Шведске у преиндустријском периоду) у односу на индустријску заједницу (популација САД из 2002. године)(према Gurven and Kaplan 2007: Figure 4).

С обзиром на то да представља сумарну меру морталитета односно агрегатни утицај свих фактора на смртност у једној заједници, очекивани животни век може да се интерпретира и као општа мера квалитета живота у (пост)индустријским заједницама. Као што је поменуто, земље са највишим очекиваним животним веком при рођењу су земље Запада и Јапан (нпр. у скандинавским земљама и Јапану очекивани животни век при рођењу је обично већи од 80 година). Поређења ради, према подацима Републичког завода за статистику из 2011. године, очекивани животни век у Србији износи 72.61 годину за мушкарце и 77.69 година за жене (www.stat.gov.rs).



Слика 44. Обрасци морталитета различитих људских заједница у поређењу са обрасцем морталитета код шимпанзи (према Hawkes 2003: Fig. 3).

Још једна разлика између преиндустријских и индустријских заједница огледа се у обрасцима разлика у морталитету мушкараца и жена. Код преиндустријских заједница, како савремених тако и оних из прошлости, морталитет код жена, мерен очекиваним животним веком при рођењу, у највећем броју случајева већи је од морталитета код мушкараца, тј. жене у преиндустријским заједницама у просеку живе краће од мушкараца (Acsádi and Nemeskéri 1970), мада новија истраживања средњовековне популације на подручју Лондона показала су да ово није увек био случај (DeWitte 2010b). То се најчешће објашњава чињеницом да опасности и психофизичка оптерећења које носе трудноћа, порођај и одгајање деце повећавају вероватноћу умирања код жена у преиндустријским заједницама у односу на мушкарце истих година (за другачије објашњење в. Gage, Dewitte, and Wood 2012:726).

Ситуација у индустријским заједницама је супротна – жене у просеку живе дуже од мушкараца. Као узроци веће смртности мушкараца у односу на жене у савременом добу наводе се саобраћајне несреће, кардиоваскуларна обољења и неоплазме (канцери), као и мања склоност мушкараца да користе медицинске услуге (Bobić 2007:93). Савремена демографска истраживања показују да постоји тренд смањења разлика у смртности између мушкараца и жена (Bobić 2007:90).

Разлике између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница

Када је реч о разликама у морталитету између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница, утврђено је да разлике дефинитивно постоје када је у питању смртност деце. Селен и Мејс су утврдили да постоје статистички значајне разлике између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница када се посматра вероватноћа умирања деце старости до 15 година, али не и разлике у смртности беба старих до годину дана (Sellen and Mace 1999). Аутори поменутог истраживања тумаче ово као резултат чињенице да ће се разлике у начину живота (које зависе од организације производње у најширем смислу) одразити пре у дужем временском периоду (до петнаесте године) у поређењу са првом годином живота где је варијација у родитељском старању вероватно мања на кроскултурном нивоу. Чемберлен такође наводи да се чини да не постоје значајне разлике у општем морталитету између ловаца – сакупљача и земљорадника (Chamberlain 2006:67), мада постоје и супротна мишљења (Handwerker 1983).

Људска демографија из еволуционе перспективе

Теорија животне историје

Теорија животне историје (енг. *life-history theory*) је теорија развијена у оквиру биолошке теорије еволуције која објашњава како су неке карактеристике организама, односно врста, као што су нпр. динамика раста, полног сазревања, почетак и крај репродуктивног периода, динамика старења и време смрти, обликоване природном селекцијом у зависности од различитих фактора животне средине (Roff 1992; Hill and Kaplan 1999; Hill 1993). Профил врсте одређен просечним вредностима наведених карактеристика представља животну историју те врсте. На пример, пацове као врсту карактерише мала телесна маса, кратак животни век са веома кратким периодом развоја и полног сазревања и високом стопом репродукције (великим бројем потомака у кратком временском распону). Слонови, пак, као врста имају велику телесну масу, дугачак животни век, дугачак период развоја и сазревања, мали број потомака и ниску стопу репродукције.

Основни проблем који се разрешава одређеном животном историјом јесте проблем са којим се сваки живи организам суочава, а то је проблемалокације материје и енергије између различитих потреба, раста и одржавања живота са једне стране, насупротив размножавању са друге стране, тако да се максимизира еволутивна прилагођеност, односно број потомака (Kirkwood and Rose 1991). Количина ресурса (материје, енергије, времена) је коначна и мора се некако расподелити на различите потребе организма. Природна селекција обликовала је ову расподелу кроз различите режиме животних историја код различитих врста у зависности од њихове животне средине.

Биолози разликују такозване K и r селектоване врсте, односно K и r селекцију, у зависности од животних историја (Pianka 1970). Треба нагласити да су и K и r селекција теоријски конструкти – у стварности ниједан организам није у потпуности K или r селектован, већ се налази негде на континууму, често ближе једном него другом крају. На r крају континуума треба замислити перфектни еколошки вакуум, дакле животну средину у којој нема конкуритивних врста и популација се може повећавати бесконачно (нема ограничења која потичу од густине популације). У оваквој ситуацији организмима који живе у задатој хипотетичкој средини би се, са еволутивне тачке гледишта, највише исплатило да улажу сву расположиву материју и енергију у размножавање са никаквим или минималним улагањем у одгој (и квалитет) потомака, те би стога природна селекција у оваквим условима фаворизовала управо врсте које имају описану животну историју (Pianka 1970). То би била идеалнотипска r селектована врста која би имала веома висок фертилитет и стопу раста популације, као и малу величину тела. Такође, још један фактор који фаворизује r селекцију насупрот K селекцији је велика варијабилност услова животне средине (нпр. климе) – r селектовани организми ће се брзо размножавати у повољним условима, али биће изложени великом морталитету у неповољним условима. Из овог разлога, развој и сазревање код поменутих врста су веома брзи, како би што пре могло доћи до репродукције у повољним условимаодносно да би се предупредио изостанак репродукције услед смрти коју може да донесе нагла промена услова у варијабилној животној средини.

На другом, односно K крају овог континуума, треба замислити средину са максималном густином различитих популација, оштром конкуренцијом за ресурсе тј. веома ограничене могућности за раст популације. Ова врста селекције је управо и добила име по K параметру тј. демографском капацитету животне средине (видети Поглавље 3, секцију о популационој динамици), јер величина популација ових врста је блиска максималној, или тачније, њихова величина не мења се значајно кроз време (Pianka 1970). За овакве услове је еволутивно исплативо улагати највећи део енергије на одржавање живота и одгој малобројних, али изузетно добро прилагођених потомака, те је стопа раста K селектованих популација обично једнака или блиска нули. K селектоване врсте имају животне историје које подразумевају ниске стопе раста популације, спорији развој и полно сазревање, веће улагање у малобројније потомство као и већу величину тела.

Пианка наглашава да ове идеално-типске ситуације не постоје, јер чим постоји више од једне јединке, долази до конкуренције, то значи да ће природна селекција фаворизовати макар мали помак према K крају скале, чак иако се креће од идеално-типског r организма (Pianka 1970).

Посебно је занимљива чињеница да људска врста има далеко већи фертилитет од осталих примата. Људи као да су успели да помире, са становишта теорије животне историје, два тешко помирљива циља – да имају дугачак животни век са великим улагањем у потомство са једне стране, а релативно високи фертилитет и могућност брзе популационе експанзије са друге стране (Kuzawa and Bragg 2012). Другим речима, људи имају карактеристике и K и r селектованих врста. Такође, оно што је за људе карактеристично је изражена фенотипска

пластичност у различитим аспектима животне историје (Kuzawa and Bragg 2012). Фенотипска пластичност, пре свега развојна пластичност, омогућава људима да живе у широком спектру еколошких ниша тј. да им се успешно прилагоде. На пример, особе које су рођене и одрастају на вишим надморским висинама где је концентрација кисеоника у ваздуху смањена, прилагођавају се таквим условима тиме што ће у просеку имати већа плућа. При томе, ово прилагођавање не дешава се на нивоу генотипа, већ гени дозвољавају одређен степен флексибилности у фенотипском испољавању неке особине (у поменутом случају величине плућа) у односу на услове животне средине. Као што је поменуто у претходним секцијама, варијације између људских друштава у демографски релевантним параметрима као што су стопе фертилитета, као и почетак менструалног циклуса код жена, представљају примере фенотипске пластичности, с тим што је у неким случајевима вероватна и генотипска стабилизација ових образаца путем природне селекције (Kuzawa and Bragg 2012) или дрифта.⁶⁴ Фенотипска пластичност такође резултира тиме да се људска врста, у зависности од околности, може понашати и као *K* и као *r* селектована врста.

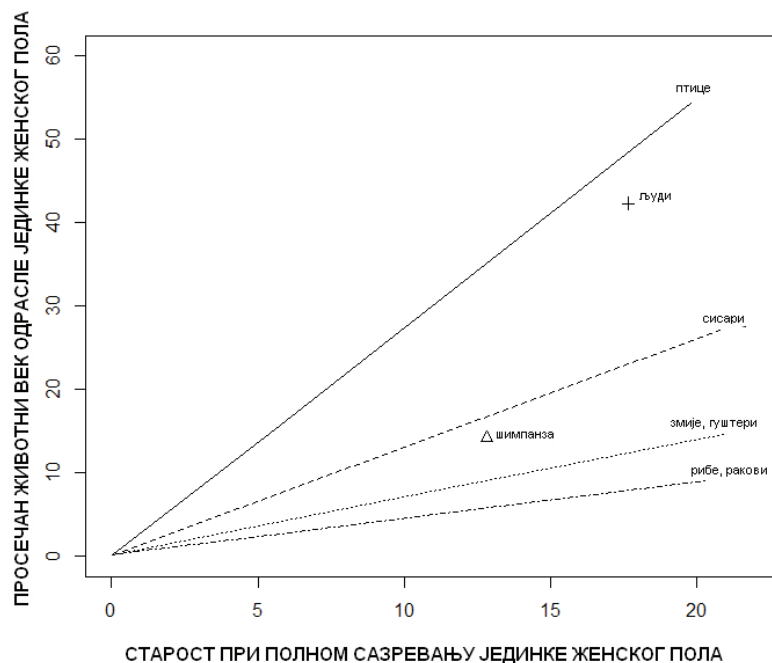
Животна историја људске врсте

С обзиром на то да демографија у својој основи има биологију тј. репродукцију, теорија животне историје значајна је за разумевање људске демографије, јер су фундаменталне демографске карактеристике људи морале бити обликоване биолошком еволуцијом. Људе као врсту карактерише животна историја која подразумева дуг период раста (скелетни развој завршава се тек са око 25 година старости), рани престанак дојења праћен релативно дугим периодом зависности деце од родитељског прехранивања и старања, релативно касно полно сазревање, прекид репродукције негде на половини животног века код жена, и дугачак животни век (Kuzawa and Bragg 2012; Alvarez 2000; Hawkes 2003; Hawkes et al. 1998; Hill and Kaplan 1999; Hill 1993).

Када је реч о карактеристикама животне историје људске врсте, менопауза, односно просечна старост жена при преласку из репродуктивног у пострепродуктивни период живота, представља занимљив научни проблем. Поставља се питање: зашто менопауза код жена наступа тако рано у поређењу, на пример, са осталим приматима? Са становишта еволуције ово, на први поглед, не може никако бити исплативо, јер природна селекција по дефиницији фаворизује оне карактеристике које доводе до већег броја потомака, тако да није јасно како би овај образац животне историје био природно одабран. Међутим, како је Хокс приметила, овај проблем може се још боље формулисати: не ради се о томе да менопауза наступа релативно рано код жена, подаци показују да до ње долази у приближно исто време као и код наших најближих рођака шимпанзи, већ о томе да жене живе знатно дуже по наступању менопаузе од осталих сисара и примата (Hawkes et al. 1998; Hawkes 2003). На пример, просечни животни век жене након полног сазревања код Аче ловаца – сакупљача износи око 42 године док код шимпанзе износи свега 12 година (Hill 1993:79). Штавише, када се посматра линеарна функција која повезује старост при полном сазревању са просечним животним веком одраслих особа,

⁶⁴ Природна селекција представља промену у учесталости неких варијанти гена услед диференцијалног размножавања као последице фенотипског испољавања датих варијанти гена. Учесталост гена који генеришу фенотип што повећава вероватноћу репликације тих истих гена (нпр. стварајући карактеристике организама које смањују морталитет и/или повећавају вероватноћу репродукције) повећаваће се у популацији, а овај механизам назива се природна селекција. Учесталост варијанте одређеног гена може да се повећа у популацији чак иако тај ген нема фенотипске последице које повећавају вероватноћу репродукције организма који носи тај ген у односу на организме који носе друге варијанте тог гена. То може да се деси насумично када су популације изузетно мале па су стохастички ефекти приликом репродукције изражени – неке варијанте ће се повећати или смањити услед случајности. Овај процес назива се дрифт или неутрална еволуција.

може се приметити да вредности ове две карактеристике за човека падају ближе линији⁶⁵ која је дефинисана за птице него оној која одговара сисарима (Слика 45). Стога право питање није зашто код људске врсте менопауза почиње знатно пре краја живота, већ је право питање зашто жене живе релативно дуго пошто изгубе могућност размножавања (Hawkes et al. 1998; Hawkes 2003). Како се таква животна историја исплати, када су, са еволутивног становишта, ресурси потрошени на одржавање живота јединке која не може да производи потомке „узалуд потрошени”, а природна селекција би требало да ради против генотипа који производи такав образац (Kirkwood and Rose 1991; Hill and Kaplan 1999; Hill 1993)? У општем еволутивном контексту, није питање зашто људи старе, већ зашто уопште живе толико дуго колико живе (Hawkes 2003).



Слика 45. Однос између старости при сазревању и просечног животног века одраслих индивидуа за различите групе животиња (према Hill 1993: Figure 2).

Првобитно објашњење за ову чињеницу у блиској вези је са „хипотезом лова” која је својевремено представљала озбиљан покушај дарвинистичког објашњења еволутивног порекла људске врсте (Hawkes 2003:381). Према овој хипотези, коју је формулисао Вошбурн (Washburn), карактеристике животне историје људи еволуирале су зато што је лов на крупне животиње омогућио еволуцију мозга (Hawkes 2003:381–382): сувља клима на крају терцијара смањила је обим шума што је повећало предност оних организама који су могли да пређу на друге ресурсе (нпр. месну исхрану); успех у лову био је повећан ако су коришћене алатке, а коришћење алатки фаворизовало је бипедализам (биле су потребне слободне руке) и развој мозга (за развијање ефективнијих алатки); механичка ограничења која проистичу из бипедалног хода су ограничила величину главе при рођењу, што је значило да се мозак морао дуже развијати у постнаталном периоду, и све је резултирало дужим периодом сазревања код људи. Пошто је неко морао бринути о деци којој су потребне године да се развију, дошло је

⁶⁵ Једначина праве линије је $y = a + bx$ то је једначина која за сваку вредност x даје вредност променљиве y . Коефицијенти a и b за различите групе животиња су одређени методом линеарне регресије – овим методом је могуће на основу емпиријских података, тј. вредности старости при полној сазревању и просечног животног века одраслих јединки, за различите врсте унутар једне групе пронаћи једначину праве за коју су одступања емпиријских тачака од те праве најмања.

до полне поделе рада. Мајке су бринуле о деци, што их је спречавало да лове, а мушкарци су ловили како би обезбедили храну за децу. У ширем контексту ове хипотезе, престанак менопаузе код жена је морао бити еволутивно фаворизован да би се смањио ризик за дете које би родила веома стара мајка – вероватноћа смрти мајке би била велика па онда не би имао ко да се стара о детету. Међутим, ово би могло да објасни зашто жене живе после менопаузе неколико година док дете не може само стално да се храни, али не и далеко дужи период пострепродуктивног живота који је присутан код жена (Shanley et al. 2007). Такође, „хипотеза лова” као целина је застарела јер не издржава емпиријски тест из неколико разлога (Hawkes 2003:183): 1) нема археолошких доказа да су касноплиоценски и раноплеистоценски хоминини били ловци, већ је вероватније да су били лешинари (Binford 1981b) 2) како показују подаци физичке антропологије, нема доказа о вези између повећања кранијалног капацитета код раних хоминина и бипедализма – лобање су по запремини блиске лобањама шимпанзи, а све ове врсте (нпр. *Australopithecus afarensis*) имају бипедални ход; значајно повећање лобање јавља се тек код врсте *H. ergaster/erectus* 3) недвосмислени и систематски археолошки докази о лову на крупну дивљач присутни су тек у средњем и горњем палеолиту.

Хипотеза која има највише изгледа да објасни дугачак пострепродуктивни живот жена као и читав низ других повезаних карактеристика животне историје људи јесте *хипотеза бабе*. Према овој хипотези, еволуција је фаворизовала жене са дугачким животним веком после менопаузе, јер су те жене значајно допринеле одгајању деце својих ћерки, односно својих унука, и тиме повећале вероватноћу њиховог преживљавања. Престанак репродукције је женама омогућио да ресурсе које би улагале у одгој својих директних потомака усмере ка потомцима својих потомака што доприноси вероватноћи преживљавања унука, а будући да они носе гене својих баба, селекција фаворизује те гене, ако је корист од помоћи баба већа од губитака услед престанка репродукције. Етнографски подаци код народа Хадза показују како жене у пострепродуктивном периоду значајно доприносе исхрани својих унука, посебно када се узме у обзир да мајке имају смањену могућност сакупљања хране када одгајају сасвим малу децу (Hawkes 2003).

Значајна емпиријска потпора овој хипотези дошла је из области истраживања животне историје примата (Hawkes et al. 1998; Alvarez 2000; Shanley et al. 2007). Карактеристике животне историје су међусобно повезане: нпр. дужи период развоја подразумева и дужи животни век, а врсте које имају дужи животни век требало би да имају ниже стопе фертилитета у односу на оне које имају краћи животни век, управо због дугачког периода сазревања односно чињенице да мајке морају да улажу више ресурса у појединачне потомке што им ограничава добијање нових (Hawkes et al. 1998). Хипотеза бабе има три кључна предвиђања када је реч о утицају присуства бабе на друге карактеристике животне историје:

1. ако је цео животни век људи у функцији стварања потомства (директно или индиректно) онда ће период сазревања бити сразмерно дужи код људи услед повећаног животног века;
2. ако присуство бабе омогућава додатну „помоћ” мајци у одгоју детета, онда би људи требало да имају већи фертилитет у односу на онај који би био очекиван за њихов животни век⁶⁶;
3. с обзиром на то да људске мајке имају помоћ својих мајки, дојење може да престане раније што значи да би људске бебе при престанку дојења требало да имају мању релативну масу (у односу на просечну одраслу особу) у односу на бебе других врста (нпр. примата).

Емпиријски подаци (Табела 5) су у складу са овим предвиђањима (Hawkes et al. 1998; Hawkes 2003; Alvarez 2000).

⁶⁶ Под претпоставком да је животни век приближно једнак репродуктивном веку.

Врста	Просечни животни век одраслих јединки	Старост при преласку у статус одрасле јединке	Старост при престанку дојења	Количник просечне масе јединки које се одвикавају од дојења према просечној маси одраслих	Број рођених ћерки на годишњем нивоу
Орангутан	17.9	14.3	6	0.28	0.063
Горила	13.9	9.3	3	0.21	0.126
Шимпанза	17.9	13	4.8	0.27	0.087
Човек	32.9	17.3	2.8	0.21	0.142

Табела 5. Упоредни подаци за карактеристике животне историје које су релевантне за хипотезу бабе (према Hawkes et al. 1998: Table 1).

Међутим, неки аутори доводе у питање поједине аргументе и предвиђања хипотезе бабе. Пецеи истиче да докази о значајном доприносу баба долазе само из Хадза популације, док етнографски подаци из других ловачко-сакупљачких заједница не показују да жене у пострепродуктивном периоду доприносе исхрани тј. да не производе калоријске вишкове (често ни себе не могу да прехране) (Рессеи 2001). Он такође сматра да су разлике у морталитету мајки приликом порођаја у различитим старосним категоријама сувише мале, као и да је генерално вероватноћа умирања приликом порођаја веома мала без обзира на разлике у старости, да би из тога проистекао велики адаптивни добитак за жене које раније престају са рађањем тј. за њихову децу, јер сматра се пре свега да смрт мајке угрожава шансе за опстанак детета (што се такође показало као нетачно) (Рессеи 2001). Упркос томе што верује да су емпиријски докази за хипотезу да је еволуција менопаузе некако повезана са улагањем мајке или бабе у потомство упитни, Пецеи сматра да се не може занемарити чињеница да жене које престану да рађају између 40 и 45 године морају да брину о деци још око 20 година, што значи да се не мора нужно позивати на допринос бабе, већ је селекција могла фаворизовати дуг животни век да би, пре свега, мајка могла да заврши своју родитељску улогу до краја (Рессеи 2001).

Гурвен и Каплан ову идеју проширују на оба пола, пошто су људи специфични по томе што њихово дуго телесно сазревање иде паралелно са дугачким периодом учења (а у преношењу знања учествују и мушкарци) па се тако објашњава и дуговечност мушкараца (Gurven and Kaplan 2007). Код људи, старосно специфичне стопе морталитета и вероватноћа умирања почињу убрзано да расту после 60 година старости што се одлично уклапа у ову хипотезу (Gurven and Kaplan 2007).

Такође, Пецеи сматра да је менопауза односно наставак живота у пострепродуктивном добу последица селекције која фаворизује рани фертилитет, и да је то специфично за људску врсту. Занимљиво је да је количина овоцита која остане до 40 године заправо довољна да репродуктивни период жене траје до 70 година, уколико би стопа атрезије (видети Поглавље 3, подсекцију *Физиологија људске репродукције*) остала иста као у претходном периоду, међутим после 40 године стопа умирања овоцита расте и залихе се истроше негде до 50 године (Рессеи 2001). Пецеи сматра да је управо ова чињеница наговештај неког селективног притиска који је релативно нов у еволуционој историји и да је специфичан за људе – фертилитет у раном добу је селектован путем модификације физиологије одумирања овоцита (Рессеи 2001).

Однос учесталости полова при рођењу

Однос учесталости полова при рођењу представља количник броја новорођене мушке и броја новорођене женске деце у некој популацији. Класично еволутивно објашњење за однос учесталости полова дао је чувни британски генетичар сер Роналд Фишер. Ако мушке и женске индивидуе имају подједнаку репродуктивну вредност, природна селекција би требало да однос полова подеси тако да нето трошкови одгајања мушке и женске деце буду једнаки (Fisher 1930:142). У случају када су трошкови родитељског улагања у одгој деце оба пола једнаки, однос учесталости полова при рођењу требало би да има вредност 1, односно да однос полова буде 50:50. Објашњење за ово је једноставно (Hamilton 1967): уколико би у некој хипотетичкој популацији било мање мушкараца него жена, новорођени мушкарац би у тој популацији имао већу вероватноћу репродукције од новорођене жене⁶⁷ тј. имао би више потомака, што значи да би родитељи који су генетски условљени да имају више мушке деце имали више унука (који би услед поменуте генетске пристрасности већином били мушког пола) тако да би се број мушкараца у популацији повећавао кроз време све док однос полова не би износио 1, јер тада нестаје селективна предност прављења детета мушког пола⁶⁸.

Фишер је нагласио да нето „трошкови” производње полова морају бити једнаки, а да разлике у компонентама ових трошкова могу довести до одступања односа учесталости полова од вредности 1 (Fisher 1930:143). Однос учесталости полова при рођењу код људи је управо такав случај. Као што је већ поменуто, однос учесталости полова код људских популација у просеку износи приближно 1.05, а варира од популације до популације (може бити мањи од 1, а може бити и преко 1.071) (Mace and Jordan 2005; Mace, Jordan, and Holden 2003). Ово одступање се обично објашњава управо на начин на који је Фишер предложио: с обзиром на то да мушка деца имају нешто већу смртност у неонаталном и непосредном постнаталном периоду у односу на женску децу, нето трошкови одгајања мушког детета били би мањи када би се рађао подједнак број мушке и женске деце⁶⁹, па је зато однос броја мушке и женске деце при рођењу нешто већи од 1 како би се компензовала ова разлика, јер природна селекција тежи да изједначи нето трошкове производње индивидуа различитих полова (Mace, Jordan, and Holden 2003; Mace and Jordan 2005; Fisher 1930:143).

Рут Мејс, Фиона Џордан и Клер Холден покушали су да емпиријски одговоре на питање шта је то што узрокује варијације између људских популација у односу броја мушкараца и жена при рођењу тако што су испитали корелације између овог количника (према подацима из модерних држава) са једне стране, са скупом демографских и културних димензија са друге стране, контролишући при томе факторе заједничког генетског порекла популација у узорку (Mace, Jordan, and Holden 2003; Mace and Jordan 2005).

Када је реч о демографским димензијама, испоставило се да је однос учесталости полова при рођењу у значајној позитивној корелацији са односом учесталости полова у старосним категоријама од рођења до 15 године, што је у супротности са класичним Фишеровим објашњењем да однос учесталости полова при рођењу одступа од 1 како би се компензовао диференцијални морталитет полова, јер како Мејс и колегинице наглашавају,

67 Пошто има мање мушкараца од жена, за сваког мушкарца постоји макар једна потенцијална жена као репродуктивни партнер, док обрнуто не важи.

68 Исти принцип би важио и за популацију у којој на почетку по броју доминирају мушкарци.

69 Пошто се просечни трошкови рачунају тако што се укупно трошкови поделе на број рођене деце, деца која су умрла при рођењу или непосредно после су захтевала далеко мање улагања, тако да би у популацији у којој би се родио исти број дечака и девојчица, просечни трошкови одгајања мушке деце били мањи, јер је већи број мушке деце умро одмах по рођењу па је просек улагања за мушку децу аутоматски мањи, јер се *de facto* мање улагање у преживелу мушку децу (ако претпоставимо да мушка и женска индивидуа траже исто улагање) дели са укупним бројем рођене деце без обзира на то да ли су она умрла у перинаталном периоду.

уколико би то објашњење било тачно, очекиван резултат би била негативна корелација или одсуство корелације између односа учесталости полова при рођењу и од рођења до 15 година старости (Mace, Jordan, and Holden 2003; Mace and Jordan 2005). Такође, не постоји корелација између односа учесталости полова при рођењу и односа у одраслој популацији. Резултати ове студије даље показују да постоји значајна негативна корелација између односа учесталости полова при рођењу са једне, и укупне стопе фертилитета и морталитета мајки са друге стране: у земљама у којима је фертилитет висок, рађа се релативно више девојчица што се може објаснити Фишеровим принципом, јер је познато да су физиолошки трошкови и ризици изношења трудноће већи за мушкарце него за девојчице (Mace, Jordan, and Holden 2003; Mace and Jordan 2005).

Резултати корелационе анализе са културним димензијама су такође занимљиви: не постоји корелација између односа учесталости полова при рођењу са присуством институције мираза или куповања невесте, тако да у овом конкретном случају није дошло до коеволуције гена и културе, али зато постоји позитивна корелација између односа учесталости полова у одраслој популацији са присуством куповине невесте. У популацијама где има више мушкараца него жена у одраслој популацији већа је вероватноћа да постоји институција куповине невесте. Ни у овом случају не ради се о коеволуцији гена и културе (мада овај резултат представља одличну илустрацију утицаја демографских аспеката популације на културу), јер је повећани или смањени однос у одраслој популацији одраз диференцијалног морталитета, а не односа при рођењу како су резултати анализе показали (Mace, Jordan, and Holden 2003; Mace and Jordan 2005).

Најновија клиничка истраживања су показала да, насупрот важећем мишљењу које проистиче још из Фишерове формулације, однос учесталости полова при зачећу није значајно различит од 1, а пристрасност ка већем броју мушкараца при рођењу је, изгледа, последица већег морталитета женских фетуса током трудноће (Orzack et al. 2015).

Обрасци фертилитета у (пост)индустријским друштвима

У преиндустријским друштвима постоји позитивна корелација између фертилитета и социоекономског статуса – богатији имају више деце од сиромашнијих, јер имају више ресурса које могу да усмере у репродукцију. Код друштава која су прошла савремену демографску транзицију, коју дефинише смањење и фертилитета и морталитета у последњих двеста година (видети Поглавље 8 за детаљнији опис савремене демографске транзиције), корелација између фертилитета и социоекономског статуса је нестала, знатно ослабила или је често и негативна (богатији и образованији имају мање деце), а и просечни ниво фертилитета се знатно смањио, чак у неким случајевима испод нивоа потребног за просто обнављање популације, што је својеврсни парадокс, јер је у просеку количина ресурса којима располажу људи у (пост)индустријским друштвима знатно већа, те би било очекивано да укупна стопа фертилитета порасте. Такође, није јасно зашто су разлике у фертилитету нестале или су драстично смањене када је неједнакост између људи иста или чак и повећана у овим друштвима. Еволутивно гледано, очекивали бисмо да фертилитет буде највећи у оним заједницама у којима је благостање највеће, али то очигледно није случај и поставља се питање зашто је то тако (за преглед хипотеза видети Lawson and Mace 2010).

Неки истраживачи сматрају да је узрок овоме чињеница да се адаптивни пејзаж савремених људи знатно променио у односу на време када је природна селекција обликовала физиолошке и психолошке механизме који су у датим околностима максимизирали адаптивност. (Пост)индустријски свет је драстично различит и физички и економски и социјално у односу

на свет ловаца – сакупљача који представља средински контекст у коме се одвијала биолошка еволуција наше врсте. У овом контексту се често прибегава аргументу да су успешни методи контрацепције довели до тога да учесталост копулације не буде у корелацији са фертилитетом, међутим, како Лосон и Мејс примећују, пад фертилитета који је везан за савремену демографску транзицију крајем 19. века постигнут је првенствено техником *прекинутог сношаја* (*coitus interruptus*) која је била једнако доступна и људима у преиндустријском периоду (Lawson and Mace 2010).

Теорија коеволуције гена и културе објашњава преференцију за мањи фертилитет културном трансмисијом. Преференција ка мањем броју деце шири се културним путем – угледањем на културне моделе у окружењу и идеје о величини породице које доминирају као пожељне у неком друштву (Richerson and Boyd 2005:169–182). С обзиром на то да мања величина породице (мањи број деце), води ка већој успешности деце из тих породица⁷⁰ (нпр. јер је више уложено у њихово школовање и посвећено им је више времена), већа је и вероватноћа да ће та деца касније имати успеха у својој професији па ће служити као културни модели следећој генерацији што значи да ће идеја о оптималном броју деце бити преузета од припадника ове групе.

Предложена је и хипотеза да је мањи број деце адаптиван у односу на једну породичну линију, јер висока улагања у мали број потомака може бити исплативо на дуге стазе, гледано из перспективе једне породичне линије на временској скали од више генерација. Међутим, резултати лонгитудиналних емпиријских истраживања на примеру богатих и сиромашних мушкараца из Албукеркија у Новом Мексику нису била у складу са предвиђањима ове хипотезе, јер нису пронађене разлике у броју унука између богатијих и сиромашних⁷¹ (Kaplan et al. 1995).

Хилард Каплан је, да би објаснио феномен смањеног фертилитета у савременој демографској транзицији, изнео хипотезу која почива на синтези теорије животне историје са економском теоријом капитала (Kaplan 1996). Полазна тачка Капланове хипотезе је постулат да основни проблем који природна селекција треба да реши јесте како у одређеним еколошким условима алоцирати енергију у одржавање животних функција, број и квалитет потомства како би се постигла максимална адаптивност (максимални број потомака на дуге стазе). Ниво фертилитета, као један од атрибута животне историје, биће резултат еволутивног процеса. Бихевиорална екологија људских заједница, као једна варијанта еволуционистичке антрополошке теорије, добро објашњава варијације у фертилитету између и унутар различитих преиндустријских заједница. На пример, у готово свим преиндустријским заједницама постоји корелација између богатства и броја потомака (Mace 1998; Mulder 1987; Lawson and Mace 2010). Ова корелација међутим изостаје код постиндустријских популација савременог света и Каплан се пита зашто је то тако, односно на који начин су механизми обликовани природном селекцијом у контексту ловачко-сакупљачких заједница у новонасталим околностима, прилично удаљеним од света ловаца и сакупљача, произвели овакав неадаптивни резултат (Kaplan 1996). Каплан сматра да су услови постиндустријског тржишта рада које се заснива на вештинама узрок ове појаве – проксимални психолошки механизми који одмеравају исплативост „инвестиције” у већ рођену децу у односу на стварање нове деце су такви да фаворизују веће инвестиције, јер се у условима постиндустријског друштва таква улагања очигледније исплате, јер исплативост улагања више не зависи од опадајућих добитака, као што је то у случају примарне производње хране, већ од закона понуде и потражње – ако је велика

70 Ричерсон и Бојд наводе резултате истраживања која су показала како је величина породице у негативној корелацији са интелектуалним постигнућем, што значи да деца из мањих породица имају веће интелектуално постигнуће у просеку од деце из већих породица (Richerson and Boyd 2005:178).

71 Додуше, можда интервал који покрива три генерације и даље није довољно дугачак да би ефекти постали уочљиви.

потражња за пословима који захтевају високо образовање и вештине, онда се више исплати улагати у мањи број деце који ће имати ове вештине, не из еволутивних разлога, већ из разлога што механизми који су еволуирали природном селекцијом у тренутним околностима ово виде као исплативије – ови механизми нису еволуирали да директно оцењују адаптивност неког понашања, већ индиректно, на основу информације из животне средине. Услови модерног тржишта радне снаге су такви да информације које долазе више нису у директној корелацији са преживљавањем и адаптивношћу.

Рут Мејс је показала, анализирајући динамички модел фертилитета базиран на етнографском примеру, да повећање „цене” детета има највећи утицај на просечну вредност укупне стопе фертилитета. (Масе 1998). Мејс наводи како би повећање трошкова рађања детета могло да буде узроковано потребом за школовањем, мада запажа да би посебно питање, са еволутивне тачке гледишта, било зашто родитељи уопште хоће да школују децу. Одговор на то питање даје Капланова теорија (Kaplan 1996). Међутим, и модел који нуди Мејс предвиђа да ће између богатства и фертилитета постојати позитивна корелација, што није у складу са емпиријским обрасцима у (пост)индустријским друштвима.

Мејс такође доводи у питање реалност негативне или нулте корелације између фертилитета и богатства, претпостављајући да нехомогеност популације по различитим друштвеним димензијама ствара лажан образац негативне корелације јер се истраживања углавном заснивају на агрегатним подацима тј. националним статистикама где су субпопулације у којима се одвијају различити процеси вештачки обједињене. Код хомогених субпопулација, када су таква истраживања спровођена, резултати су указивали на позитивну корелацију баш као што модел заснован на принципима еволутивне екологије предвиђа (Масе 1998). Лосон и Мејс су спровели истраживање на узорку британских жена са циљем да се тестира сложена хипотеза о односу између фертилитета и богатства која је веома блиска Каплановој теорији (Lawson and Mace 2010). Лосон и Мејс су претпоставили да ће негативна корелација између фертилитета и богатства бити присутна код богатијих жена јер су у тој социо-економској класи далеко већи трошкови одгајања деце (у односу на потенцијалне и прихватљиве добитке у виду будуће зараде и животног стандарда детета). Резултати овог истраживања су углавном били у складу са поменутом хипотезом.

Антрополошка демографија – кључна питања и улога археологије у њиховом разрешавању

У овом поглављу представљена су демографска знања о преиндустријским и (пост)индустријским заједницама из компаративне антрополошке перспективе. Демографске информације које служе као полазна тачка за антрополошку демографију преиндустријских заједница долазе углавном из етнографије и историјске демографије, док подаци о (пост)индустријским заједницама долазе из оквира модерне демографије која почива на националним статистичким службама. Такође, у овом поглављу је, осим описа емпиријског стања на основу свих поменутих извора података, представљен и низ хипотеза и теорија чији је циљ да објасне емпиријске обрасце. Ове хипотезе и теорије заправо представљају срж антрополошке демографије и њену суштину, јер изградња теорије представља примарни циљ сваке науке. Из представљеног се могу издвојити нека кључна питања:

1. Како је еволуирао специфични образац животне историје људског рода?
2. Да ли постоје и шта су узроци разлика у демографским карактеристикама између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница тј. на који начин транзиција од ловачко-сакупљачког ка земљорадничком животу утиче на демографију људи?
3. Како објаснити демографске обрасце (пост)индустријских заједница у савременом свету?

На општијем нивоу поставља се питање да ли је могуће објединити друштвене, економске, културне, биолошке и срединске факторе у једну теорију која би уједно објашњавала праисторијске, историјске и савремене демографске процесе? Еволуционистичке теорије културе, попут еволуционе екологије или теорије двојног наслеђивања тренутно представљају најозбиљније кандидате за овај подухват.

Да ли археологија и палеодемографија имају своје место у тражењу одговора на ова питања? Када је реч о прва два питања која су овде издвојена, дакле питању еволуције људске животне историје и разлике између ловаца – сакупљача и земљорадника, одговор је очигледно позитиван. Штавише, без археолошке перспективе тешко је да се на ова питања уопште може и одговорити и то из најмање два разлога. Први разлог односи се на обим и релевантност емпиријских података – етнографија, историја и савремена национална статистика обухватају веома мали део универзума информација о људској демографији, посебно када је реч о временској дубини. Питање је колико су етнографски или историјски забележене демографске карактеристике малобројних преиндустријских заједница репрезентативне за праисторијске заједнице, посебно за временске периоде када се одвијала еволуција анатомски савремених људи. Други разлог лежи у већ поменутој јединственој могућности археологије у односу на друге науке о прошлости да прати процесе на крупним временским скалама, укључујући и оне на којима се одвија биолошка еволуција. Ово је посебно од значаја када је реч о демографским разликама између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница, јер се прелаз са ловачко-сакупљачког на земљораднички начин живота одиграо независно неколико пута током холоцена, што омогућава јединствени увид у карактеристике овог процеса и његове демографске последице (и узроке?). Када је реч о трећем питању, тј. проблему савремене демографске транзиције, улога археологије није директна, али јесте индиректна кроз општи допринос антрополошкој теорији, конкретно теорији антрополошке демографије. Из свих ових разлога, палеодемографија и знања која она производи чине саставни део антрополошке демографије, баш као што и археологија представља саставни део антропологије као науке о човеку.

Поглавље 5: Скелетна палеодемографија

Трансформације: од популације живих до популације скелета

Археолози су најближи људима из прошлости које проучавају када се баве њиховим скелетима, јер су то директни физички остаци људи чији живот, историја, култура и друштво занимају научнике. Ова чињеница би могла да наведе на помисао да скелетни остаци пружају директан увид у демографију популација из прошлости, с обзиром на то да се демографија бави популацијом, а скуп скелета управо представља директне остатке популације. Међутим, ова мисао је веома наивна, и представља палеодемографску варијанту „Помпеја премисе” тј. концептуализације археолошког записа као директног одраза прошлих догађаја и социокултурних система (Schiffer 1985; Binford 1981a). Скелетни остаци свакако пружају могућности за палеодемографску анализу какве не пружа ниједна друга класа археолошког материјала, али скелетна палеодемографска анализа је, као што ће у овом поглављу бити показано, скуп сложених метода који почивају на одређеним претпоставкама, са резултатима који суштински нису поузданији од резултата неких других метода, како палеодемографских, тако и генерално археолошких, јер скелетне збирке не представљају директан одраз, већ као и друге класе археолошког материјала и записа, трансформацију динамичког система у статичне остатке археолошког записа (Binford 1983, 1977; Schiffer 1987, 1976, 1972). Ако узмемо као задате податке о полу и старости, мада се, као што ће бити показано, чак ни одређивање индивидуалног пола и старости, као методолошки корак стварања примарних података, теоријски и методолошки не може потпуно одвојити од демографске анализе на нивоу популације, постоје најмање два разлога зашто једна скелетна збирка, чак и са некрополе истражене у потпуности, не пружа директан увид у демографију дате популације.

Први разлог је то што скелетна популација у већини случајева⁷² није синхрони пресек популације живих већ кумулативни резултат деловања морталитета током дужег временског периода, обично једног или више векова. Дакле, оно што археолози виде као једну скелетну популацију, у стварности није била једна синхрона популација, што значи да се животи многих људи који су заједно сахрањени на једној некрополи нису хронолошки преклапали (нпр. особа је сахрањена на истом гробљу на коме је и чукумбаба те особе сахрањена, а чукумбаба је умрла пре него што је особа и рођена). Кумулативност није нешто што је специфично само за скелетне збирке, већ за археолошки запис уопште (Bailey 2007; Schiffer 1987, 1976). Археолошки запис на нивоу локалитета или дела локалитета готово никада не одражава један тренутак у времену већ је настао акумулацијом остатака из неког дужег или краћег временског интервала. Ова чињеница може да има значајне последице на вредности и структуру односа између атрибута археолошког записа. Када је реч о палеодемографији, овај ефекат је најочигледнији у случају оцене величине популације – уколико је на некрополи која је коришћена два века пронађено 500 скелета, сигурно је да је величина те популације

⁷² Потенцијални изузетак биле би скелетне збирке, односно људски остаци попут оних у Помпеји, мада се вероватно ни ту не може говорити о непристрасном пресеку популације, јер није обухваћена цела популација, а вероватно су постојале различите вероватноће за различите субпопулације да се затекну у својим кућама у време ерупције (нпр. сувише стари и сувише млади који нису стигли да побегну из Помпеје).

у било ком тренутку морала бити мања (и то знатно) од 500 људи (под претпоставком да су сви чланови заједнице сахрањени на тој некрополи).

Други разлог зашто скелетне збирке не дају директан увид у демографске аспекте је то што величина и структура популације мртвих није директан одраз величине и структуре популације живих већ се може посматрати као резултат низа сукцесивних трансформација (Milner, Wood, and Boldsen 2008) (Слика 46):



Слика 46. Низ трансформација од популације живих до популације мртвих.

1. Од популације живих до популације мртвих. Старосно специфичне стопе морталитета и вероватноће умирања драстично се разликују између старосних категорија (видети Поглавља 3 и 4) тако да је старосна и полна структура популације умрлих различита у односу на старосну структуру популације живих у условима атриционог (нормалног) режима морталитета. Такође, популација умрлих унутар старосних категорија није репрезентативан узорак популације живих унутар одговарајућих старосних категорија, јер и ту делују одређене пристрасности: нпр. у оквиру једне старосне категорије су под већим ризиком од смрти они који су неухрањени или гојазни или људи са одређеним генетским предиспозицијама. Такође, пристрасност унутар старосних категорија може имати и чисто бихевиоралну и друштвену основу – онај ко пије, узима дроге, склон је насиљу, неопрезно вози и сл., под већим је ризиком од некога у истој старосној категорији ко то не ради. За палеопатологију и палеоепидемиологију је од посебног значаја хетерогеност у вероватноћама смрти тј. чињеница да су неки људи

унутар исте старосне категорије рањивији од других – тј. да постоји пристрасност у умирању – умреће они који су најболеснији.

Ова пристрасност за последицу има оно што се у литератури назива *остеолошким парадоксом* (Wood, Milner, et al. 1992). Остеолошки парадокс састоји се у томе да учесталост трагова болести на костима не може недвосмислено да се тумачи као мера здравља једне популације. Услед хетерогене подложности морталитету, релативна учесталост неке коштане патологије (нпр. лезије) у скелетној популацији није исто што и преваленца болести у живој популацији. Ако постоје две групе скелета, они са лезијама и они без, за ове прве се може рећи да су преживели довољно дуго да би болест оставила трага на костима, што указује на већу отпорност тих људи, док индивидуе у другој групи или нису имале болест или су биле лошијег општег здравственог статуса па су умрле пре него што је болест и успела да се развије. Остеолошки парадокс може да представља проблем за палеодемографију, палеопатологију и палеоепидемиологију, јер указује на то да не постоји једноставна веза између учесталости патологија на костима и општег здравља, морбидитета⁷³ или квалитета живота једне популације тј. да већа учесталост патолошких стања на костима код једне популације у односу на другу не значи аутоматски да је она била мање здрава од друге, а и да је сам концепт здравља популације далеко сложенији и двосмисленији него што се на први поглед чини (Wood, Milner, et al. 1992; Wood and Milner 1994).

Иако постоји консензус око тога да су пристрасности услед селективног морталитета који проистиче из индивидуалних разлика стварне, истраживачи се не слажу око тога колико је ефекат ових разлика изражен. На пример, Коен сматра да је у већини случајева ова пристрасност мала и да учесталост патологија у скелетним збиркама можемо користити као релативни показатељ интензитета патологија и морбидитета у живој популацији (Cohen 2008, 1994). На пример, Коен наводи како је емпиријски показано да је просечна висина већа, а учесталост коштаних патологија мања код особа вишег социјалног статуса из различитих археолошких и културних контекста, што јасно указује на то да скелетни индикатори патолошких промена ипак рефлектују у значајној мери морбидитет живе популације (Cohen 2008:495–497), јер је алтернативно објашњење да су припадници виших класа били лошије ухрањени и изложенији болестима од припадника нижих класа, што би било у супротности са свиме што знамо о људским културама и друштвима. Солтисијак је теоријски показао када ће остеолошки парадокс бити изражен, а када не (Sołtysiak 2015). Под претпоставком да је ризик од развијања индикатора већи од ризика од општег умирања који је опет већи од ризика од рапидног морталитета (нпр. нека смртоносна заразна болест), и да су ова три ризика у функцији од јачине општег стреса коме је популација изложена, учесталост индивидуа са патолошким променама на костима биће релативно ниска када је општи стрес низак и када је општи стрес изузетно висок што значи да ће остеолошки парадокс бити присутан само онда када општи стрес постане довољно јак да ризик од рапидног морталитета у комбинацији са ризиком општег морталитета надјачају ризик од развијања патолошких промена на костима. На пример, то би се очекивало ако би популација оболела од изузетно смртоносне и преносиве заразне болести која брзо убија. Међутим, чак и у том случају би пропорција активних лезија (које нису залечене пре смрти) била већа код оне популације која је под већим здравственим стресом у односу на популацију под мањим стресом, јер је пропорција активних лезија у неоппадајућој функцији од јачине здравственог стреса. Солтисијак управо наглашава сазнајни потенцијал посматрања и поређења учесталости активних и неактивних (залечених) лезија као кључ за решавање остеолошког парадокса.

⁷³ Морбидитет представља релативни или апсолутни број особа оболелих од неке болести у неком временском периоду.

2. Од популације мртвих до популације сахрањених. Чињеница да је неко умро не значи аутоматски да ће бити сахрањен (на начин који подразумева откривање те сахране у археолошком запису – нпр. ако је покојник бачен у реку, мала је вероватноћа да ће његови остаци бити пронађени). У многим преиндустријским заједницама новорођене бебе не препознају се као особе нити као чланови друштва у пуном смислу, па се онда не сахрањују уопште или се сахрањују на потпуно другачији начин или на другом месту у односу на остатак популације. Такође, околности смрти (нпр. ако неко погине завејан на планини или се удави у реци, или буде убијен у рату па остављен) могу да доведу до тога да нека особа не уђе у популацију сахрањених. Трансформације које на овом нивоу утичу на прелазак из популације мртвих у популацију сахрањених су претежно културне трансформације према Шиферовој терминологији формационих процеса (Schiffer 1987, 1976).

3. Од сахрањених до очуваних. Овај прелазак може да буде условљен и културним и природним (тафономским) трансформацијама. Пљачкање гробова или раскопавање гробова, као културне трансформације, могу да униште и практично избришу из археолошког записа индивидуе које су сахрањене у тим гробовима. Тафономски фактори, пре свега физичко-хемијске карактеристике слоја у коме се скелет налази, утичу на то да ли ће неко ко је сахрањен бити очуван. Када је реч и скелетним сахранама, киселост средине (рН вредност) има највећи значај, јер у киселим срединама (ниске рН вредности) долази до изразитог и често потпуног разлагања и нестајања костију. При томе јачина деловања тафономских фактора разликује се између индивидуа (нпр. кости изузетно младих или старих индивидуа су подложније распадању и нестајању од костију одраслих индивидуа) и унутар самих индивидуа (кости код којих је удео сунђерастог ткива већи у односу на компактно кортикално ткиво ће се пре распасти и нестати).

4. Од очуваних до пронађених. Обим (која површина се ископава) и квалитет археолошких истраживања копања (да ли се копа мистријама или будацима, да ли се ископана земља просејава на ситу, да ли се узимају узорци за флотацију) утичу на то колико ће индивидуа чији су остаци физички очувани бити археолошки откривени и документовани. Пажљиво ископавање и просејавање земље су посебно значајни за откривање скелетних остатака новорођенчади и беба који лако могу да промакну истраживачима.

5. Од пронађених до сачуваних. Музејски и лабораторијски протоколи утичу на то да ли ће људски остаци који су пронађени током археолошких истраживања бити очувани за будуће истраживаче у зависности од услова складиштења, уредности инвентара и постојања или непостојања поновног закопавања скелета.

Дакле, скелетна збирка која служи као основа за палеодемографско проучавање је веома пристрасан узорак некадашње живе популације и потребна је веома сложена методологија да би се на основу тог узорка дошло до релевантних демографских података и закључака. У овом поглављу биће представљени методи скелетне палеодемографије са критичким освртом на проблеме и дилеме које су везане за сваки метод, укључујући и сугестије за превазилажење тих проблема.

Класична скелетна палеодемографија

Може се рећи да историја скелетне палеодемографије почиње са Хутоном (Earnest A. Hooton) и његовим учеником Ејнцелом (John Lawrence Angel) који су први почели да користе податке о полу и старости скелета у циљу реконструкције демографских параметара (Frankenberg and Konigsberg 2006). Они су поставили основе онога што ће овде бити означено као *класична палеодемографска анализа*. Класична палеодемографска анализа подразумева

скуп аналитичких корака који су постали стандардни метод у скелетној палеодемографији током седамдесетих година 20. века и користе се и данас. Методи класичне демографије систематизовани су у монографији мађарских палеодемографа Ачадија и Немешкерија под именом *Историја људског животног века и морталитета* (енг. *History of Human Life Span and Mortality*) (Acsádi and Nemeskéri 1970). Одредница „класична” употребљена је како би се направила разлика у односу на методолошке промене које су започеле почетком овог века и које су формулисане тзв. *Манифестом из Ростока* где су постављени темељи савремене скелетне палеодемографије (Норра and Vaupel 2002a), која због своје сложености није још заживела у већини академских средина.

Класична палеодемографска анализа подразумева два основна корака:

1. Одређивање пола и старости појединачних скелета. Одређивање индивидуалног пола и старости представља фундаментални поступак у физичкој антропологији јер се на тај начин стварају *примарни палеодемографски подаци* за класичну скелетну палеодемографску анализу. Прецизније је рећи да се заправо не ради о одређивању, већ о оцењивању пола и старости појединачних скелета, јер не постоји ниједан макроскопски физичко-антрополошки метод или техника којим се могу са стопроцентном сигурношћу утврдити пол и старост индивидуе. Најопштији принцип оцењивања пола и старости почива на чињеници да индивидуе различитог пола и старости имају различите морфолошке и метричке карактеристике одређених делова скелета. Карактеристике које су у корелацији са полом називају се индикатори пола, а карактеристике које су у корелацији са старошћу називају се индикатори индивидуалне старости (колико је живела особа пре смрти, тј. колико је имала година у тренутку смрти).

2. Реконструисање таблице морталитета и пратећих демографских параметара на основу полне и старосне структуре скелетне популације, као и оцена величине популације живих на основу величине скелетне популације.

Референтне збирке и њихов значај за палеодемографску анализу

Скелетне збирке које чине остаци скелетних остатака људи чији су пол и старост у тренутку смрти познати (нпр. форензички случајеви где је идентитет скелета познат, завештана тела науци, људи које није имао ко да сахрани и сл.) називају се *референтне скелетне збирке*. Постоји неколико таквих збирки које су коришћене и користе се и даље за развој и тестирање метода и техника одређивања пола и индивидуалне старости скелета (за детаљан преглед видети Usher 2002). Референтне збирке су кључне за успостављање релација између пола и старости и морфолошких и метричких особина скелета. Код индивидуа у референтним збиркама познати су пол и старост, тако да се онда може утврдити који су то делови скелета у корелацији са полом и старошћу односно које особине скелета и појединачних костију представљају релативно поуздане индикаторе пола и старости. Такође, пошто ниједна морфолошка и метричка карактеристика не може савршено да дискриминише између полова или старосних категорија, на основу референтне збирке добија се и оцена грешке приликом одређења пола и старости на основу конкретних индикатора. Дакле, референтне збирке служе томе да би се успоставила кореспонденција између морфолошких и метричких особина скелета (индикатора) са једне стране, и пола и старости, са друге, и да би се тако утврђена кореспонденција применила на случај археолошких скелетних збирки (*циљних збирки*).

На који начин антрополози успостављају кореспонденцију између вредности нпр. скелетног индикатора старости и индивидуалне старости уз помоћ референтне скелетне серије? У најједноставнијем случају то се ради тако што се за сваку вредност индикатора

израчунају просечна старост скелета (познате старости) који имају дату вредност индикатора из референтне збирке, као и мере варијације као што су распон или стандардна девијација. Затим се у археолошкој ситуацији, где је позната само вредност индикатора (ако је део скелета на коме се индикатор налази очуван), индивидуа сврстава у старосну категорију која одговара распону старости утврђеном на основу референтне збирке за дату вредност индикатора. Нпр. ако у референтној збирци све особе које имају затворене лобањске шавове имају преко 50 година, онда се индивидуална старост скелета из археолошког контекста на чијој су лобањи сви шавови затворени одређује у старосну категорију од преко 50 година. Као што ће се видети, ова процедура има значајније импликације по палеодемографске реконструкције него што је то у почетку било препознато.

Методи и технике одређивања пола скелета

Ова књига није замишљена као уџбеник нити приручник из физичке антропологије (за детаљан опис метода и техника видети Buikstra and Ubelaker 1994; Brooks and Suchey 1990; Acsádi and Nemeskéri 1970; Miladinović 2006; Ђурић–Срејић 1995; Mays 1998; Bass 1995; White and Folkens 2005), већ као преглед метода који подразумевају да су примарни палеодемографски подаци тј. оцене индивидуалног пола и старости већ доступне. Ипак, нужно је направити кратак осврт на метод оцењивања пола и старости, не на нивоу детаља и конкретних протокола, већ на нивоу принципа услед поменутих импликација за целокупан скелетни палеодемографски метод.

Код популације људске врсте постоји полни диморфизам, што значи мање или више изражене разлике у анатомији између мушких и женских индивидуа, које су условљене, пре свега, различитом репродуктивном улогом мушкараца и жена. Оцењивање пола заснива се управо на овим разликама, односно морфолошким и метричким карактеристикама скелета које су у корелацији са полом. Најпоузданије и најизраженије разлике између половоодраслих индивидуа су разлике у морфологији карлице тј. карличних костију (*Os pubis*, *Os illium*, *Os ischium*), јер је карлица жене прилагођена рађању за разлику од карлице мушкараца. На основу морфологије карличних костију могуће је са великом поузданошћу (преко 95% тачно класификованих) оценити пол скелета (Meindl et al. 1985:398; White and Folkens 2005). У одсуству карличних костију могуће је оценити пол, али са нешто мањом поузданошћу (око 90%), на основу карактеристика лобање, јер у просеку, мушкарци имају робусније лобање и робусније и израженије специфичне делове лобање од жена, или на основу метричких карактеристика лобање, зуба и посткранијалног скелета, где по правилу, мушкарци имају веће вредности од жена (White and Folkens 2005). Док је код одраслих особа релативно лако одредити пол ако су очуване карлица или лобања, код деце и адолесцената (испод 18–20 година) то је знатно теже, јер се скелет још увек није довољно развио да би полне разлике постале уочљиве, мада постоје појединачне технике за оцењивање пола чак и јединки у феталном периоду. Високопоуздан метод за оцењивање пола јесте метод заснован на анализи ДНК којим може да се одреди пол особе било ког узраста (под условом да је очувана ДНК и да нема контаминације) (Stone et al. 1996), али се овај метод ретко када примењује у пракси зато што захтева велика финансијска средства.

Оцењивање индивидуалне старости

Скелет сваког живог човека пролази кроз одређени след морфолошких, биолошких и хемијских промена као последица општег процеса старења тј. кроз различите фазе које смењују једна другу. Степен ових промена представља *биолошку старост*. Иако је редослед ових промена увек исти за сваког човека, стопа промене, односно брзина којом се пролази кроз фазе у односу на *хронолошку старост* индивидуе изражену у годинама од рођења може се разликовати између индивидуа. Тако скелети две особе које су рођене истог дана исте године (имају исту хронолошку старост) могу имати различиту биолошку старост, тј. имати различити ниво морфолошких и метричких промена, (нпр. код једне особе пубичне симфизе или зуби могу показивати веће знаке истрошености у односу на другу) у зависности од гена које носе и услова живота у најопштијем смислу. Такође, две особе различите хронолошке старости могу имати скелете исте биолошке старости, опет као последица различитог генотипа и срединских услова. Физички антрополози у већини случајева директно мере биолошку старост скелета, а индиректно и хронолошку, пошто између њих постоји корелација.

Када је реч о оцењивању индивидуалне старости, постоји велики број индикатора старости тј. морфолошких и метричких карактеристика које су у корелацији са индивидуалном хронолошком старошћу (Kemkes-Grottenthaler 2002). За оцењивање старости деце и адолесцената (субадулта) користе се индикатори који почивају на расту тј. развојним процесима људског тела. Карактеристике попут избијања млечних зуба, редослед замене млечних зуба сталним, временски распоред раста сталних зуба и срастање епифиза са дијафизом код дугих костију су у највећој мери под генетском контролом и дешавају се у релативно уским временским интервалима везаним за одређену старост детета.

За оцењивање старости одраслих индивидуа најчешће се користе морфолошке промене на пубичним симфизама и аурикуларној површи (трошење ових површина са годинама), затим срастање лобањских шавова, истрошеност зуба, промене на стерналном крајку четвртог ребра или удео сунђерастог ткива у костима (обично у проксималним крајцима хумеруса или фемура). Пубичне симфизе и аурикуларна површ су зглобне површине. Пубичне симфизе чине непокретни зглоб леве и десне пубичне кости, а аурикуларна површ представља место где се кичмени стуб (прецизније *Os sacrum*) спаја са карлицом (*Os illium*). Пошто се скелетни развој завршава до 25. године, како индивидуа даље стари, морфологија ових површина се мења пролазећи кроз препознатљиве фазе (промене у рељефности и грануларности површине) које одговарају одређеном распону хронолошке старости. Лобањски шавови представљају непокретне зглобове између лобањских костију⁷⁴ (паријеталних, темпоралних, фронталне, сфеноидне и окципиталне кости). Стернални крајци ребара представљају крајеве ребара којима се (преко хрскавице) ребра везују за грудну кост (стернум). Морфологија стерналних крајева се мења кроз време па може да служи као индикатор старости (Işcan, Loth, and Wright 1984). Оклузалне површине зуба се употребом (која је у корелацији са старошћу, јер што је особа старија дуже је употребљавала зубе) троше – прво се стањује и нестаје глеђ да би се у једном тренутку почео трошити и дентин. Како индивидуа стари, ови шавови се полако затварају односно замењује их компактна кост да би код већине индивидуа старијих од 50 година потпуно нестали трагови лобањских шавова тј. долази до потпуног срастања.

Све ове промене, осим срастања лобањских шавова, су дегенеративног типа у смислу да представљају последицу „трошења” односно ремоделовања коштаног ткива услед механике скелета. Дакле, оне нису последица протока времена *per se* већ чињенице да се временом акумулирају последице свеопштег понашања и физиолошког искуства особе. Стога ове промене

⁷⁴ Овде су поменути само егзокранијални шавови као најочљивији; постоје и шавови који спајају максиларне и кости непца.

нису толико прецизни показатељи индивидуалне старости као развојне карактеристике, јер су под знатним утицајем животне средине у најопштијем смислу и животних околности, за разлику од индикатора који почивају на развојним карактеристикама који су под чвршћом генетском контролом (мада и њихово испољавање зависи у некој мери од срединских услова, пре свега од квалитета и квантитета исхране). Зато индикатори субадултне старости у просеку дају прецизније оцене хронолошке старости од индикатора старости одраслих индивидуа, што се види и у различитој ширини старосних интервала у које се опредељују субадулти и адулти у класичној палеодемографској анализи (видети даље у тексту, Табела 6).

Најпрецизнији метод оцењивања индивидуалне старости представља анализа анулације зубног цемента (Wittwer-Backofen and Buba 2002; Radović 2012). Зубни цемент се налази на врату зуба и представља везивни елемент који спаја зуб са алвеолом. Својство које омогућава истраживачима да користе зубни цемент као показатељ индивидуалне старости јесте то што се зубни цемент, попут година на дрвету, сваке године проширује таложењем нове материје за једну инкременталну линију (која се састоји од једне тамне и једне светле линије). Када се направи танки пресек зуба и припреми као микроскопски препарат, истраживачи пребројавају инкременталне линије и на овај број додају просечну старост када избија посматрани зуб, а као резултат добија се оцена индивидуалне старости, са веома малом грешком, у просеку 3–5 година. Такође, треба нагласити да овај метод не зависи уопште од референтне збирке већ је заснован директно на физиологији формирања зубног цемента, тако да проблеми везани за развијање метода оцењивања старости заснованих на референтној збирци, о којима ће бити речи у једној од секција даље у поглављу, углавном не постоје. Међутим, овај метод још увек није потпуно заживео као део стандардне праксе јер су прелиминарне валидационе студије рађене на клиничком материјалу (зубима које је извадио зубар), што значи да на испитиване зубе нису уопште утицали тафономски процеси. Прелиминарне студије на зубима археолошке провенијенције су показале да ће примењивост метода управо зависити од специфичних физичко-хемијских услова средине у којој се скелет налази пре ископавања који утичу на степен дијагенезе и самим тим читљивости инкременталних линија (Radović 2012). Тако, постоје скелетне збирке на којима је овај метод примењив (Radović 2012), и оне код којих је услед лошијих услова очувања метод непримењив (Roksandić et al. 2009). Такође, још увек није јасно у којој мери различита патолошка стања могу да утичу на број ових линија (Radović 2012), јер прелиминарни резултати указују на то да, иако је таложење зубног цемента под генетском контролом, средински фактори могу да доведу до дуплирања линија током једне године (Wittwer-Backofen and Buba 2002). Такође, за примену ове методологије потребна је специфично опремљена лабораторија, са развијеним протоколима припреме и анализе препарата као и посебно специјализованим кадром. Ова методологија је и даље у развоју, али досадашњи резултати су охрабрујући.

Таблице морталитета на основу скелетних података

Претпоставке за састављање таблице морталитета

Када се оцени пол и старост свих појединачних скелета, кључни корак у класичној палеодемографској анализи јесте анализа морталитета на основу старосне структуре скелетне серије, односно састављање таблице морталитета на основу добијених примарних података. Као што је речено, основна претпоставка за састављање таблице морталитета јесте стационарност популације. Ово доводи палеодемографе у незгодну позицију, јер је стопа раста популације најчешће непозната. Стационарност популације не може се једноставно претпоставити већ се мора аргументовати зашто се очекује да ова претпоставка важи. У

класичној палеодемографској анализи, стандардни аргумент за постављање ове претпоставке је следећи (Milner, Wood, and Boldsen 2008): будући да већина скелетних узорака долази са некропола које су трајале и по неколико стотина година, основано је претпоставити да, иако је сигурно да је, ако ништа друго из стохастичких разлога, долазило до флуктуација у величини популације краткорочно гледано (на нивоу година или деценија), а да је у просеку на скали од једног века, или два и више векова стопа раста била једнака нули (нпр. некад је популација расла, некад је опадала, па је у просеку била константне величине), јер према свему што се зна (или се макар мисли да се зна) већина преиндустријских популација је средњорочно била стационарна, упркос краткорочним осцилацијама. Такође, претпоставка је и да скелетна збирка представља непристрасан узорак укупне скелетне популације (да су се у принципу сви чланови заједнице сахрањивали на истом месту) и да је популација настала као последица атриционог режима морталитета. Претпоставка о стационарности може да буде ублажена претпоставком о стабилности популације, јер ако су познате стопе раста, онда је могуће извршити корекцију (видети даље у поглављу), али у општем случају, када су стопе раста непознате, мора се претпоставити стационарност да би се оправдало конструисање таблице морталитета.

Од примарних података до старосне и полне структуре

Примарни подаци за састављање таблице морталитета су оцене индивидуалне старости и пола. У зависности од величине узорка, могу се правити одвојене таблице морталитета за мушки и женски пол, што је пожељно ако је узорак релативно велики, или да се направи једна заједничка таблица за мушкарце и жене (ако је узорак релативно мали). Нема строго прописаног правила о томе колико треба да буде велика скелетна популација за састављање таблице морталитета, али би се могло оријентационо рећи да би доња граница била око 50 скелета, мада је и овај број вероватно превише мали за доношење поузданих закључака.

Први корак јесте да се сирови подаци претворе у форму погодну за састављање таблице морталитета, што значи да се појединачни скелети групишу у полне и старосне категорије тј. да се одреди колико мушких или женских скелета има у свакој од старосних категорија (Табела 6). Уколико се ови апсолутни бројеви претворе у пропорције или проценте, добија се увид у старосну структуру скелетне серије.

	Женски	Мушки
Infans I (0–6 година)	20	15
Infans II (7–14 година)	16	18
Juvenilis (15–20 година)	10	12
Adultus (21–40 година)	50	49
Maturus (41–60 година)	30	27
Senilis (61–70+ година)	7	6

Табела 6. Старосна структура хипотетичке скелетне збирке са старосним интервалима који се обично користе у палеодемографској анализи.

Међутим, ретко када је случај да су старосна и полна одређења недвосмислена као што је то случај у приказаној табели. Честа је ситуација да је старост одређена на граници између две категорије – нпр. старост индивидуе је оцењена као *Adultus/Maturus* што може да значи да је или тешко одредити тачно да ли је индивидуа испод или изнад границе две категорије или може да значи да је старост посматране индивидуе могуће одредити само у шири интервал са доњом границом прве (*Adultus*), а горњом друге категорије (*Maturus*). Слично важи и за оцену пола, јер је за неке индивидуе, а пре свега за децу, тешко утврдити полну припадност, па се онда те индивидуе воде као скелети неодређеног пола.

Шта радити са оваквим случајевима? Једно решење јесте да се овакви случајеви потпуно искључе из анализе, али се на тај начин смањује величина узорка, а самим тим и поузданост закључака, с обзиром на то да су археолошки узорци иначе релативно мали.

Могуће решење је да се ове индивидуе „вештачки” сврстају у категорије пола и/или старости на основу унапред утврђеног критеријума. Најједноставнији критеријум јесте да се неодређене индивидуе распореде у категорије пола и старости према пропорцијама одређених индивидуа у тим категоријама⁷⁵. Ово је најбоље илустровати на примеру. Замислимо да имамо ситуацију приказану у табели (Табела 7). Циљ нам је да старосно и/или полно неодређене индивидуе расподелимо по дефинисаним категоријама⁷⁶, како бисмо добили форму без преклапајућих или сувише широких старосних категорија (Табела 6).

	Женски	Мушки	Неодређени пол
Infans I (0–6 година)	20	15	
Infans II (7–14 година)	16	18	3
Juvenilis (15–20 година)	10	12	
Adultus (21–40 година)	50	49	
Maturus (41–60 година)	30	27	2
Senilis (61+ година)	7	6	

Табела 7. Полно-старосна структура хипотетичке скелетне збирке са индивидуама неодређеног пола.

Почнимо са распоређивањем индивидуа чија је старост одређена, али пол није. Ове индивидуе можемо полно одредити тако што ћемо за старосне категорије којима индивидуе припадају одредити пропорцију полова на основу одређених индивидуа. У *Infans II* категорији имамо 3 полно неодређене индивидуе. Пропорција мушких индивидуа у тој категорији је $18/(18+16) = 18/34 = 0.529$, а пропорција *Infans II* женских је $1 - 0.529 = 0.471$. Ове три индивидуе ћемо расподелити управо према тој пропорцији – мушком полу ће ићи $0.529 * 3 = 1.587$ индивидуа, а женском $0.471 * 3 = 1.413$. Аналогно овоме расподелили бисмо две полно неодређене индивидуе из категорије *Maturus*. Коригована табела полне и старосне структуре, која је спремна за састављање таблице морталитета изгледала би овако (Табела 8):

⁷⁵ Мада могу постојати и други критеријуми као што је принцип „минимизирања аномалија” који подразумева да се проблематични скелети одреде у оне старосне групе тако да се минимизира одступање старосне структуре у односу на распон варијације у преиндустријским заједницама (Sellier 1995).

⁷⁶ Овде се нереалистично претпоставља да је у већини случајева могуће одредити и пол деце и адолесцената. Наравно, ово је у принципу могуће анализом ДНК, али то није толико чест случај из практичних разлога (висока цена анализа и опасност од контаминације узорка).

	Женски	Мушки
Infans I (0–6 година)	20	15
Infans II (7–14 година)	17.413	19.587
Juvenilis (15–20 година)	10	12
Adultus (21–40 година)	50	49
Maturus (41–60 година)	31.053	27.947
Senilis (61–70+ година)	7	6

Табела 8. Коригована Табела 7, са индивидуама неодређеног пола пропорционално распоређеним по полно-старосним категоријама.

Не треба да буни контраинтуитивна ситуација да су присутни разломци индивидуа, јер је сврха ове процедуре да обезбеди полазну основу за рачунање таблице морталитета која барата вероватноћама и пропорцијама, тако да нумеричке вредности у ћелијама табеле представљају само аспект стварности који се односи на пропорције старосних и полних категорија, а не стварни број индивидуа (јер је очигледно немогуће имати парцијалне индивидуе).

Следећа ситуација која може да се деси јесте да имамо скелете чији је пол познат, али је старост дата или на граници између два интервала или у ширем распону (Табела 9):

	Женски	Мушки
Infans I (0–6 година)	20	15
Infans II (7–14 година)	16	18
Juvenilis (15–20 година)	10	12
Adultus (21–40 година)	50	49
Maturus (41–60 година)	30	27
Senilis (61–70+ година)	7	6
Adultus/ Maturus	2	
Максимално Maturus	3	
Минимално Adultus		1

Табела 9. Полно-старосна структура хипотетичке скелетне збирке са преклапајућим старосним категоријама.

Како расподелити две женске *Adultus/Maturus* индивидуе? Први корак јесте рачунање пропорционалне заступљености старосне категорије *Adultus* и старосне категорије *Maturus* у женском подзору који чине индивидуе из ове две старосне категорије. Укупно *Adultus* и *Maturus* женских индивидуа има $50 + 30 = 80$. Пропорција *Adultus* је 0.625, а *Maturus* је

0.375. Управо по тим пропорцијама распоредићемо ове две индивидуе, тако да ћемо у *Adultus* категорију додати 1.25, а у *Maturus* 0.75 индивидуа. Коригована табела, ако бисмо само ове две индивидуе хтели да распоредимо, изгледала би овако (Табела 10):

	Женски	Мушки
Infans I (0–6 година)	20	15
Infans II (7–14 година)	16	18
Juvenilis (15–20 година)	10	12
Adultus (21–40 година)	51.25	49
Maturus (41–60 година)	30.75	27
Senilis (61–70+ година)	7	6

Табела 10. Коригована Табела 9 са индивидуама у преклапајућим старосним категоријама пропорционално распоређеним у непреклапајуће категорије.

Остале старосно неопредељене скелете из Табеле 4 бисмо аналогно расподелили. На пример, три индивидуе за које знамо да су максимално *Maturus* старости бисмо пропорционално расподелили по свим категоријама млађим од *Maturus* категорије и укључујући њу. Пропорције би биле израчунате на основу подузорка женских индивидуа од најмлађе до *Maturus* категорије. Сличан поступак би био примењен и за индивидуу опредељену као минимално *Adultus* старости.

Коначно шта радити са индивидуама непознатог пола и старости, као у табели испод (Табела 11). Ове индивидуе је најбоље искључити из анализе, јер бисмо могли само пропорционално да их распоредимо у постојеће категорије, а то не би донело никакву нову информацију.

	Женски	Мушки	Неопредељени пол
Infans I (0–6 година)	20	15	
Infans II (7–14 година)	16	18	
Juvenilis (15–20 година)	10	12	
Adultus (21–40 година)	50	49	
Maturus (41–60 година)	30	27	
Senilis (61–70+ година)	7	6	
Неодређена старост			10

Табела 11. Полно-старосна структура са индивидуама непознатог пола и старости.

Трансформисање старосних категорија

Таблице морталитета могу се саставити и израчунати за било како дефинисане старосне категорије, док год су те категорије монотono растуће (да свака обухвата веће старости од претходне) и непреклапајуће. Старосне категорије које се користе у физичкој антропологији тј. старосни интервали у које се индивидуални скелетикласификују су обично шири него у савременим демографским студијама. Старосни интервали физичко-антрополошке анализе су у просеку 10–15 година дугачки (нпр. *Adultus* интервал је дугачак 20 година), док су интервали који се у демографији користе обично дужине од једне или пет година. Како би се могла вршити поређења археолошке серије са моделским демографским таблицама морталитета, обично се археолошке старосне категорије уситњавају.

У претходном делу је приказано како се решава проблем преклапајућих старосних категорија. У овом делу ће бити приказана процедура распоређивања индивидуа из ширих и неједнаких у уже и једнаке старосне категорије где је дужина интервала 5 година.

Претпоставимо да располажемо подацима из табеле испод (Табела 12). Једноставности ради, приказана је само старосна структура, без поделе на полове, а процедура која ће бити описана може да се примени посебно на мушки и женски подузорок.

	Број индивидуа
Infans I (0–6 година)	20
Infans II (7–14 година)	16
Juvenilis (15–20 година)	10

Табела 12. Старосна структура хипотетичке скелетне збирке која се састоји само од деце и адолесцената.

Проблем који треба решити јесте како распоредити индивидуе из овако дефинисаних старосних интервала у интервале дужине од 5 година? Конвенционално се примењује принцип униформног распоређивања – претпоставља се да су индивидуе распоређене униформно у оквиру старосног интервала – нпр. ако интервал траје 7 година (нпр. старосна категорија од 0 до 6 година), а 14 индивидуа је сврстано у ову категорију, претпоставља се да две индивидуе имају између 0 и једне године, две индивидуе имају између 1 и 2 године, две индивидуе имају између 2 и 3 године и тако даље до 7. Дакле, ако бисмо хтели да трансформишемо категоризацију индивидуа по интервалима ширине 7 година у категоризацију по интервалима ширине једне године, 14 индивидуа из старог интервала (0–6) биле би распоређене у 7 нових интервала на начин приказан у табели испод (Табела 13).

Трајање интервала	Број индивидуа	Трајање интервала	Број индивидуа
0–6.99	14	0–0.99	2
		1–1.99	2
		2–2.99	2
		3–3.99	2
		4–4.99	2
		5–5.99	2
		6–6.99	2

Табела 13. Распоређивање индивидуа из старосног интервала дужине 7 година на интервале дужине од по једне године унутар дате старосне категорије под претпоставком униформне расподеле индивидуа унутар старосне категорије.

По истом принципу трансформишемо остале категорије из табеле са хипотетичким подацима (Табела 12). Први корак је да број индивидуа у старосној категорији поделимо са дужином интервала старосне категорије. На овај начин добијамо број индивидуа по години из тог старосног интервала. За категорију *Infans I* број индивидуа по години је $20/7 = 2.857$, за категорију *Infans II* $16/8 = 2$ и за *Juvenilis* $10/6 = 1.67$. Број индивидуа по новим категоријама дужине од 5 година добијамо тако што сабирамо вредности броја индивидуа по години у распону који обухвата сваки интервал. Тако је број индивидуа у категорији од 5 до 9 година једнак $2 * 2.857$ (број индивидуа по години из старосног интервала *Infans I*) + $3 * 2$ (број индивидуа по години из старосног интервала *Infans II*) = 11.714. Овај збир овако изгледа јер нови интервал од 5 до 9 година обухвата две последње године интервала *Infans I* и прве три године интервала *Infans II*. Комплетна процедура трансформације приказана је у табели испод (Табела 14).

Оригинални интервали	Број индивидуа	Интервали од једне године	Број индивидуа по години	Интервали од 5 година	Број индивидуа у интервалима дужине од 5 година
Infans I (0–6)	20	0–0.99	2.857	0–4	$= 2.857 * 5 = \mathbf{14.285}$
		1–1.99	2.857		
		2–2.99	2.857		
		3–3.99	2.857		
		4–4.99	2.857		
		5–5.99	2.857	5–9	$= 2.857 * 2 + 3 * 2 = \mathbf{11.714}$
Infans II (7–14)	16	6–6.99	2.857		
		7–7.99	2	10–14	$= 2 * 5 = \mathbf{10}$
		8–8.99	2		
		9–9.99	2		
		10–10.99	2		
		11–11.99	2	15–19	$= 1.67 * 5 = \mathbf{8.35}$
		12–12.99	2		
		13–13.99	2		
Juvenilis (15–20)	10	14–14.99	2	20–24	$= \mathbf{1.67}$
		15–15.99	1.67		
		16–16.99	1.67		
		17–17.99	1.67		
		18–18.99	1.67		
		19–19.99	1.67		
		20–20.99	1.67		

Табела 14. Груписање индивидуа распоређених по интервалима од једне године у интервале дужине од 5 година.

Конструисање таблице морталитета на основу старосне структуре скелетне серије

Пошто су све индивидуе сврстане у јасно одређене полне и старосне категорије од по 5 година, може се приступити састављању и рачунању таблице морталитета. Претпоставимо да су подаци дати као у табели испод (Табела 15).

Старост	Број мушких скелета	Број женских скелета
0	29	33
5	23	20
10	26	22
15	14	16
20	4	3
25	13	9
30	22	20
35	3	7
40	3	1
45	1	6
50	1	2
55	1	2
60	1	4
65	6	9
70	1	1
75	2	1

Табела 15. Полно-старосна структура хипотетичке скелетне серије.

Није тешко препознати да је број мушких скелета као и број женских скелета еквивалентан колони D_x из таблице морталитета – тј. броју умрлих индивидуа током старосног интервала x . Проблем се онда своди на то како да из D_x вредности израчунамо вероватноћу преживљавања (l_x) до старосног интервала x која нам је неопходна за рачунање свих осталих колони и параметара таблице морталитета. Решење проблема и процедура конструисања таблице морталитета биће приказани на женском узорку (Табела 11). Први корак јесте да се апсолутни број умрлих претвори у пропорцију умрлих током датог старосног интервала. То се ради тако што се број умрлих у свакој старосној категорији дели са укупним бројем умрлих. На пример, пропорција умрлих у категорији 20–24 је 0.019. Спровођењем истог поступка за остале колоне добијемо d_x колону.

Следећи корак јесте добијање колоне l_x . За најстарију категорију, у овом случају 75–79.99 година, вредност l_{75} је једнака вредности d_x за ту колону тј. d_{75} . За прву млађу категорију, тј. 70–74.99, l_{70} је једнако збиру вредности d_{70} и вредности d_{75} . За следећу категорију, тј. 65–79.99, l_{65} је једнако збиру вредности d_{75} , d_{70} и d_{65} . Сада је јасно какав је принцип – вредност вероватноће преживљавања до дате категорије једнака је кумулативном збиру пропорција

умрлих из свих наредних (старијих) категорија и из дате категорије (Табела 16). На тај начин обезбеђује се да вероватноћа преживљавања до прве категорије l_0 буде 1, као што и треба да буде у табlici морталитета. Алтернативни начин рачунања l_x колоне је да се крене од прве старосне категорије, да се l_0 изједначи са 1. Вредност l_x за сваку следећу категорију једнака јеразлици вредности l_x и d_x за претходну старосну категорију: $l_{x+i} = l_x - d_x$. На пример, $l_5 = l_0 - d_0$.

Када се израчуна вероватноћа преживљавања, остале колоне и параметри таблице морталитета рачунају се на начин представљен у Поглављу 3, тј. као и за таблице морталитета састављене на основу структуре живих популација. Треба напоменути да није нужно да старосни интервали буду једнаке дужине од 5 година. Нужно је само да се старосне категорије не преклапају, и када се саставља таблица морталитета на основу старосних интервала различите дужине, посебну пажњу је потребно обратити на рачунање L_x колоне тј. да се за сваки старосни интервал користи одговарајућа дужина интервала приликом рачунања ове колоне.

Старост	Број женских скелета	d_x	l_x
0	33	0.211538	1
5	20	0.128205	0.788462
10	22	0.141026	0.660256
15	16	0.102564	0.519231
20	3	0.019231	0.416667
25	9	0.057692	0.397436
30	20	0.128205	0.339744
35	7	0.044872	0.211538
40	1	0.00641	0.166667
45	6	0.038462	0.160256
50	2	0.012821	0.121795
55	2	0.012821	0.108974
60	4	0.025641	0.096154
65	9	0.057692	0.070513
70	1	0.00641	0.012821
75	1	0.00641	0.00641

Табела 16. Основни кораци у конструисању таблице морталитета на основу старосне структуре скелетне збирке, за женску субпопулацију.

На основу таблице морталитета истраживачи имају увид у режим морталитета популације коју проучавају, а поређењем овог режима морталитета са неком од моделских таблица морталитета, могуће је реконструисати и друге значајне демографске параметре (који нису директно мерљиви и који се односе на фертилитет и друга својства популације живих).

Најједноставнији начин да се ово уради јесте да се пронађе моделска таблица морталитета која има вредности колоне q_x које се најмање разликују од одговарајућих q_x вредности из археолошки реконструисане таблице морталитета. Препоручљиво је користити q_x колону као референтну, јер њене вредности не зависе од величине прве старосне категорије, која је обично потцењена у археолошким ситуацијама из разлога који су помињани раније у овом поглављу. Поређење са моделским таблицама морталитета врши се тако што се израчуна разлика између одговарајућих емпиријских и моделских q_x вредности за сваку старосну категорију (осим прве) па се за сваку моделску табелу израчуна просечна разлика или сума разлика (често апсолутних вредности). Она моделска табела чија се q_x колона у просеку најмање разликује од емпиријске узима се као модел за дату популацију (Weiss 1973).

Оцењивање величине популације и односа учесталости полова

Уколико је некропола истражена у целости или је истражен њен највећи део, могуће је оциенити величину популације живих под претпоставком да је популација била стационарна под атриционим режимом морталитета. Ачади и Немешкери представили су следећу формулу за оцењивање величине популације живих (Acsádi and Nemeskéri 1970:65–66):

$$P = \frac{D \cdot e_0}{t} + k$$

где је P оцењена величина популације, D укупан број скелета у збирци (број акумулираних скелета током трајања некрополе), e_0 очекивани животни век при рођењу (на основу таблице морталитета), t време трајања некрополе и k корекциони фактор, обично 10% од t (мада има више смисла да буде 10% од $\frac{D \cdot e_0}{t}$, в. Микић 2008), који узима у обзир то да неке индивидуе из различитих разлога (тафономија, умрли и сахрањени на другом месту...) нису присутне у скелетној збирци. Треба приметити да је ова једначина заправо једна варијанта Шиферове једначине одбацивања (Schiffer 1976) која је решена за системски број класе археолошких налаза, у овом случају за системски број људи (видети и Поглавље 6). Другим речима, ова једначина на основу акумулираног броја скелета, информације о трајању некрополе и очекиваном животном веку, даје оциену величине популације живих из које се „попуњавала” популација умрлих. Поменута једначина је, такође, веома значајна за одређивање односа учесталости полова у популацији, односно укупног броја мушкараца према укупном броју жена. Није довољно само поделити број мушких скелета бројем женских скелета, јер се на тај начин занемарује кумулативна природа археолошког записа као и чињеница да мушкарци и жене обично имају различито очекивано трајање живота – у преиндустријским популацијама жене у просеку краће живе од мушкараца (видети Поглавље 4). За реалистичну оциену односа учесталости полова треба посебно оциенити величину популације живих мушкараца и живих жена користећи горе представљену формулу, па онда на основу тога израчунати количник.

Пример класичне палеодемографске анализе: палеодемографија бронзанодопске популације из Мокрина

Класична скелетна палеодемографска анализа биће илустрована на примеру некрополе раног бронзаног доба у Мокрину. Анализу је извршио Џон О’Шеј у оквиру монографије о друштвеној структури заједница раног бронзаног доба моришке културе (O’Shea 1996:300–314). О’Шеј је прво систематизовао примарне податке – оциене индивидуалне старости и пола (Табела

17). Затим је извршио распоређивање индивидуа у категорије од по 5 година фокусирајући се, као што је то у демографији конвенција, на женски део популације (Табела 18). Пошто је на основу увида у d_x колону очигледно да је проценат индивидуа у најмлађој старосној категорији нереалистично мали за преиндустријске заједнице, спроведена је корекција, односно D_x вредност је вештачки повећана додавањем имагинарних индивидуа тако да d_x вредност износи око 0.3 што је уобичајена вредност за преиндустријске заједнице (Табела 18). Следећи корак у анализи био је да се пронађе моделска таблица морталитета која најбоље одговара емпиријској табlici морталитета⁷⁷. Установљено је да Вајсова (Weiss 1973) моделска табела МТ 25–55 најбоље одговара емпиријским подацима (Слика 47). Према тој табели, очекивани животни век при рођењу је око 23.4 године, укупна стопа фертилитета износи 5.58, дужина трајања генерације је 27.22 година, просечна старост у живој популацији је 23.3 године, а количник зависности износи 1.06. На основу оцењеног трајања некрополе између 100 и 200 година и процене да је на некрополи вероватно било укупно 449 индивидуа (што се пење на 580 ако се укључе и претпостављени неистражени гробови), оцењено је да је величина живе популације у било ком тренутку износила између 54 и 140 индивидуа у зависности од претпоставки о трајању некрополе и укупном броју скелета (O’Shea 1996:304–305, Table 8.8).

Назив старосне категорије	Интервал	Мушки	Женски	Непознати	Укупно
Infans I	0–6.99	13	30	4	47
Infans II	7–14.99	17	21		38
Juvenilis	15–20.99	5	2		7
Adultus	21–40.99	45	66.8		111.8
Adultus/Maturus	21–60.99	3	2		5
Maturus	41–60.99	25.5	24.7		50.2
Maturus/Senilis	41+	8	1		9
Senilis	61+	8.5	13.5		22
Укупно		125	160		290

Табела 17. Старосна структура бронзанодопске популације сахрањене у Мокрину према примарним подацима на основу физичко-антрополошке анализе (према O’Shea 1996: Table 6.3). Треба напоменути да је О’Шеј већ пропорционално распоредио 29 индивидуа које су означене као одрасле у старосне групе *Adultus*, *Maturus* и *Senilis*, отуд бројеви индивидуа за ове три старосне категорије који нису цели.

⁷⁷ Исправнији поступак био би да се најближа моделска таблица морталитета тражила поређењем q_x вредности, дакле без увођења арбитрарне корекције. У том случају тражила би се моделска таблица морталитета чије се q_x вредности за све старосне категорије изнад прве, где очигледно постоји недостатак инфаната, најбоље поклапају са емпиријским q_x вредностима у табlici морталитета.

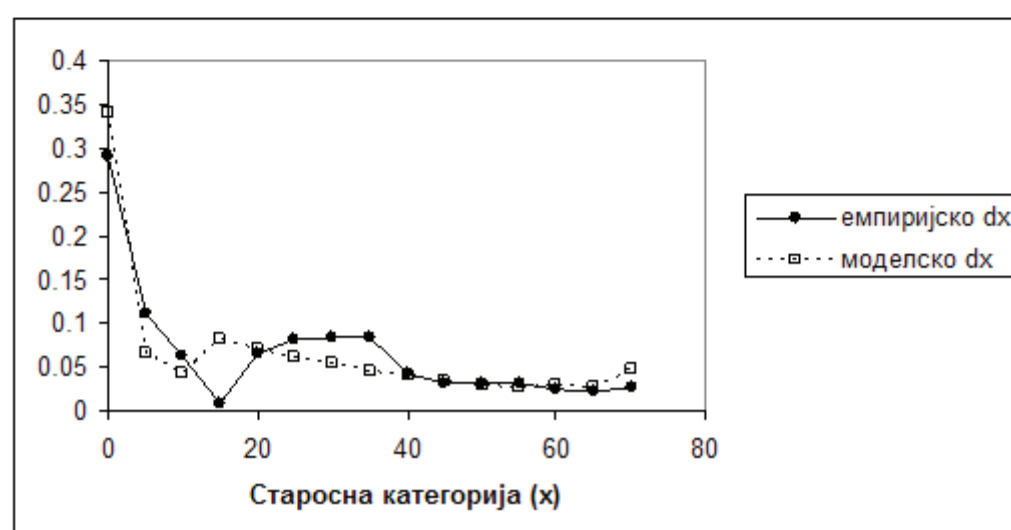
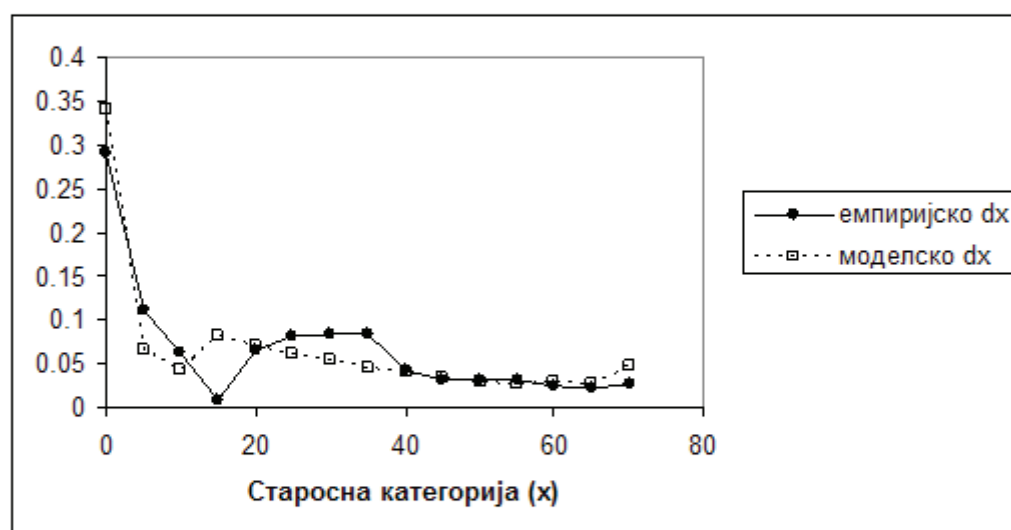
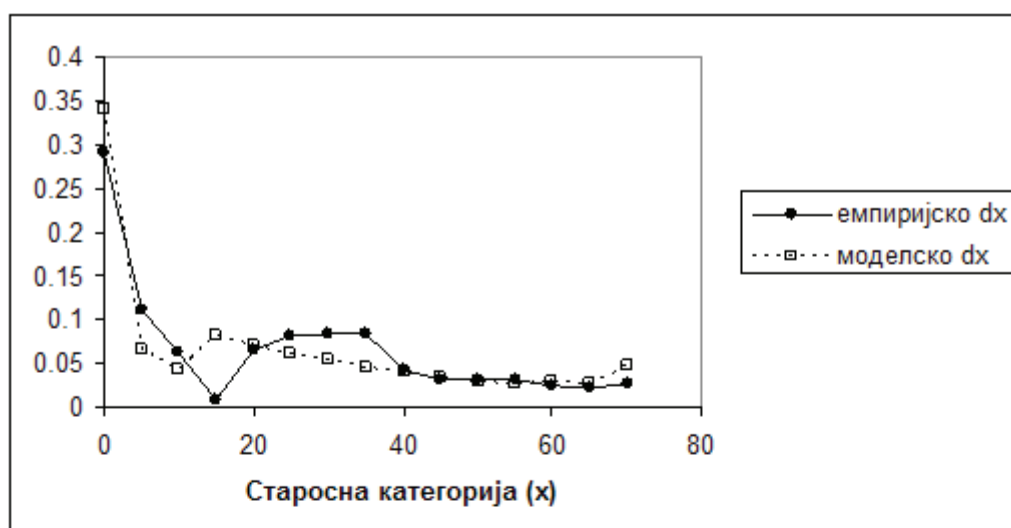
x	D _x	d _x	l _x	q _x	L _x	T _x	e _x
0	60 ^a	0.29	1.00	0.29	4.27	23.91	23.91
5	22.9	0.11	0.71	0.16	3.27	19.63	27.70
10	13.1	0.06	0.60	0.11	2.83	16.37	27.39
15	1.7	0.01	0.53	0.02	2.65	13.54	25.35
20	13.7	0.07	0.53	0.13	2.46	10.89	20.71
25	16.7	0.08	0.46	0.18	2.09	8.43	18.35
30	17.2	0.08	0.38	0.22	1.68	6.33	16.75
35	17.2	0.08	0.29	0.28	1.26	4.65	15.79
40	8.8	0.04	0.21	0.20	0.95	3.39	16.04
45	6.7	0.03	0.17	0.19	0.76	2.44	14.47
50	6.4	0.03	0.14	0.23	0.60	1.68	12.34
55	6.4	0.03	0.10	0.30	0.45	1.08	10.25
60	5	0.02	0.07	0.33	0.31	0.63	8.52
65	4.8	0.02	0.05	0.47	0.19	0.32	6.47
70 ^b	5.4	0.03	0.03	1.00	0.13	0.13	5.00

Табела 18. Таблица морталитета конструисана на основу података о индивидуалној старости скелета женског пола из некрополе у Мокрину за примарне податке трансформисане и распоређене у старосне категорије дужине 5 година (осим последње чија је дужина 10 година) (према O'Shea 1996:Table 8.7).

Напомене уз табелу:

^a Приказан је коригован број индивидуа у првој старосној категорији – вештачки је додато 45 индивидуа како би број скелета у овој категорији био реалистичан у односу на оно што се зна о преиндустријским заједницама.

^b Дужина последњег старосног интервала износи 10 година



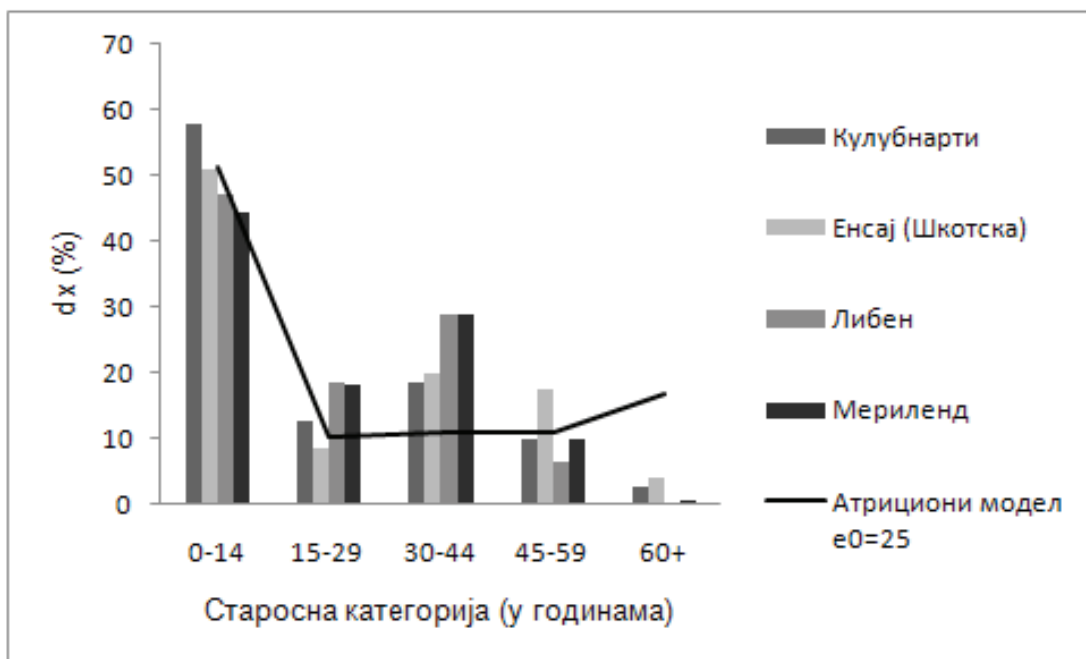
Слика 47. Упоредни графички приказ емпиријских и моделских d_x, l_x, q_x вредности за Мокрин.

Критика класичне скелетне палеодемографске анализе

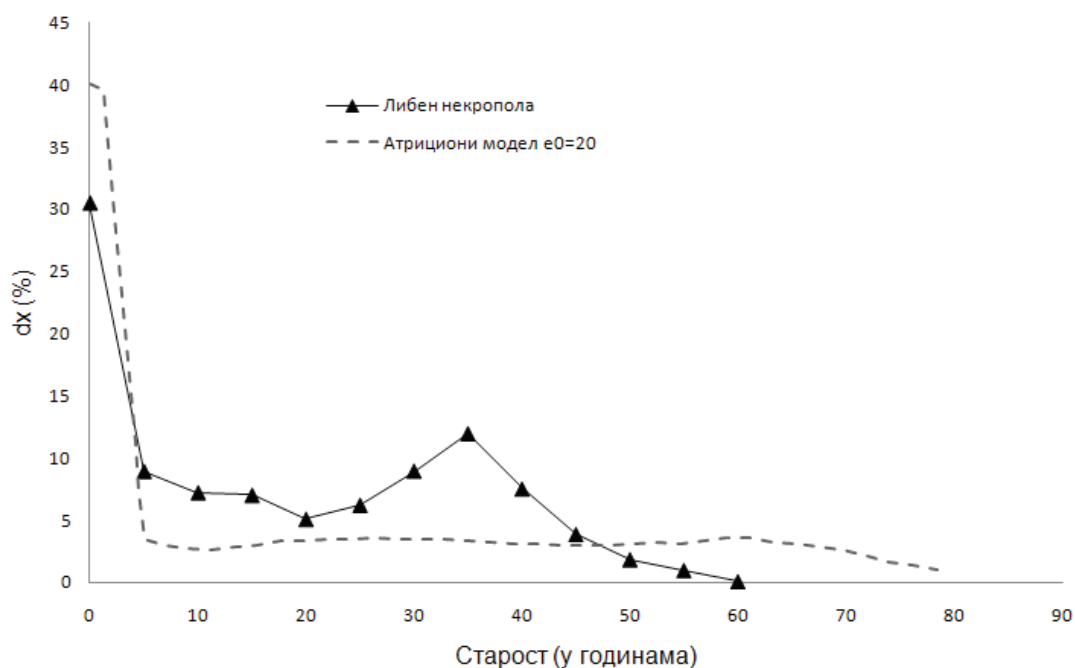
Обрасци морталитета у археолошким контекстима

Повод за критику метода класичне скелетне палеодемографске анализе представљали су обрасци атриционог морталитета које су археолози конзистентно добијали на основу података из временски и просторно удаљених преиндустријских заједница. Образац који се готово увек понављао подразумевао је релативно мали број скелета у најмлађој старосној категорији и у најстаријим категоријама, и релативно велики број индивидуа старости између 25 и 40 година (тзв. „грба одраслих” на графиконима старосне структуре скелетне збирке) (Слика 48, Слика 49) у односу на историјски и етнографски забележене старосне профиле популација умрлих код преиндустријских заједница, и у односу на моделске таблице морталитета генерисане на основу података о преиндустријским заједницама (Слика 50). Као што се на слици види, овај образац је увек присутан (и у мокринском случају, упоредити Слика 47) у старосној структури скелетних збирки, без обзира на то што оне долазе из различитих времена, са различитих простора и из различитих култура. Археолози су овај феномен првобитно објашњавали малим и фрагментарним узорцима, међутим испоставило се да су чак велике и добро очуване скелетне серије, попут оне са Либен некрополе (Северна Америка, крај првог миленијума наше ере) која броји 1327 скелета имале исти образац презаступљености индивидуа од 25 до 40 година и мањак индивидуа старијих од 50 година (Lovejoy et al. 1977) (Слика 49). Недостатак инфаната је донекле и објашњив већ поменутим културним и тафономским факторима (мада је у случају Либен збирке очуваност и истраженост готово идеална, тако да ту не може бити речи о тафономским факторима или недовољној пажњи приликом ископавања), али оно што је збуњивало палеодемографе била је велика смртност (у односу на све моделе, и историјске, и етнографске) популације између 25 и 40 година.

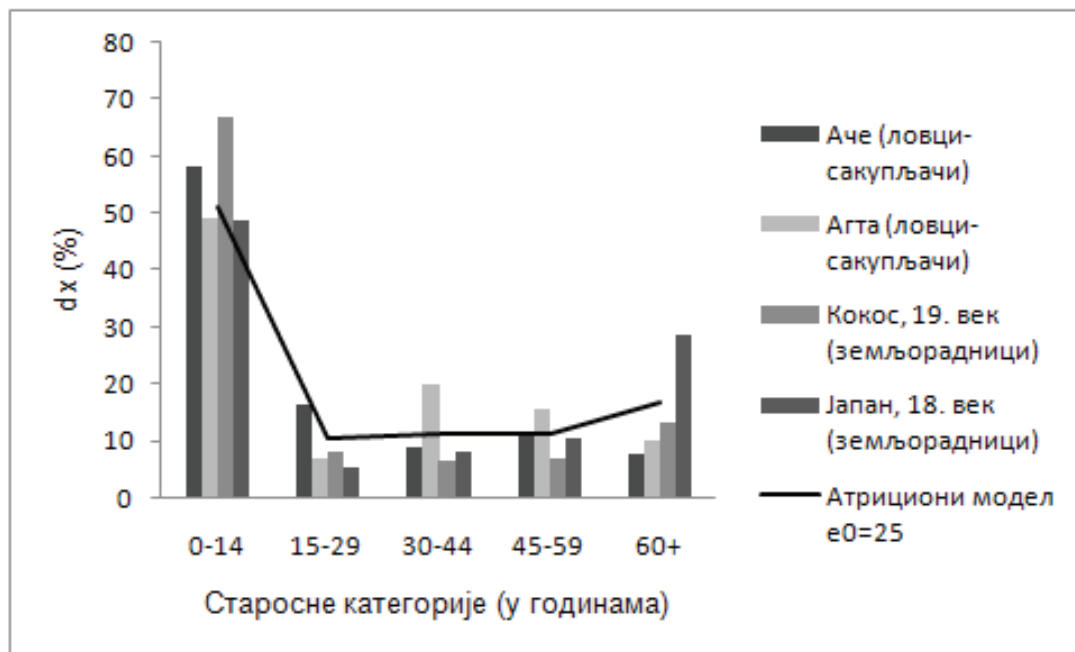
Питање које се наметнуло било је да ли су људи у праисторији имали другачије режиме морталитета од оних који су забележени у историјском периоду и савременим преиндустријским заједницама или у самом палеодемографском методу постоји систематски фактор који ствара овакве обрасце? Lovejoy и колеге су инсистирали на томе да је очуваност материјала одлична тј. да не може бити говора о томе да су уочени обрасци последица тафономских пристрасности и да је добијена слика права слика демографије популације која се сахрањивала на Либен некрополи (Lovejoy et al. 1977). Они су поменута одступања либенског обрасца у односу на познате демографске профиле преиндустријских заједница објашњавали чињеницом да се овде ради о аутентичној праисторијској демографској слици, за разлику од свих етнографски забележених преиндустријских заједница које су све „контаминирале” на неки начин додиром са Европљанима, што се одразило и на њихову демографску ситуацију. Међутим, студија коју је Хауел спровела на основу резултата палеодемографске анализе скелетне збирке са Либен некрополе, чији је циљ био реконструкција старосне структуре живе популације према ономе како би она морала изгледати ако су на њу деловале реконструисане стопе морталитета које су публиковали Лавцој и колеге, показала је да би у таквој популацији било премало радно активних људи, односно да би коефицијент зависности био нереалистично велик, као и да би велики број деце био без родитеља услед високе смртности одраслих (Howell 1982). Како наводи Чемберлен, ово је озбиљно пољуљало методолошке и теоријске основе класичне палеодемографске анализе и отворило врата темељном методолошком преиспитивању (Chamberlain 2006:83–84).



Слика 48. Старосна структура неколико различитих скелетних збирки; као референтна дата је старосна структура према моделској табlici морталитета за преиндустријске заједнице са очекиваним животним веком при рођењу од 25 година (према Chamberlain 2006: Figure 4.3).



Слика 49. Старосна структура Либен некрополе; као референтна дата је старосна структура према моделској табlici морталитета за преиндустријске заједнице са очекиваним животним веком при рођењу од 20 година (према Chamberlain 2006: Figure 4.1).



Слика 50. Старосна структура популације умрлих на основу етнографских и историјских података за различите заједнице; као референтна дата је старосна структура према моделској табlici морталитета за преиндустријске заједнице са очекиваним животним веком при рођењу од 25 година (према Chamberlain 2006: Figure 4.4).

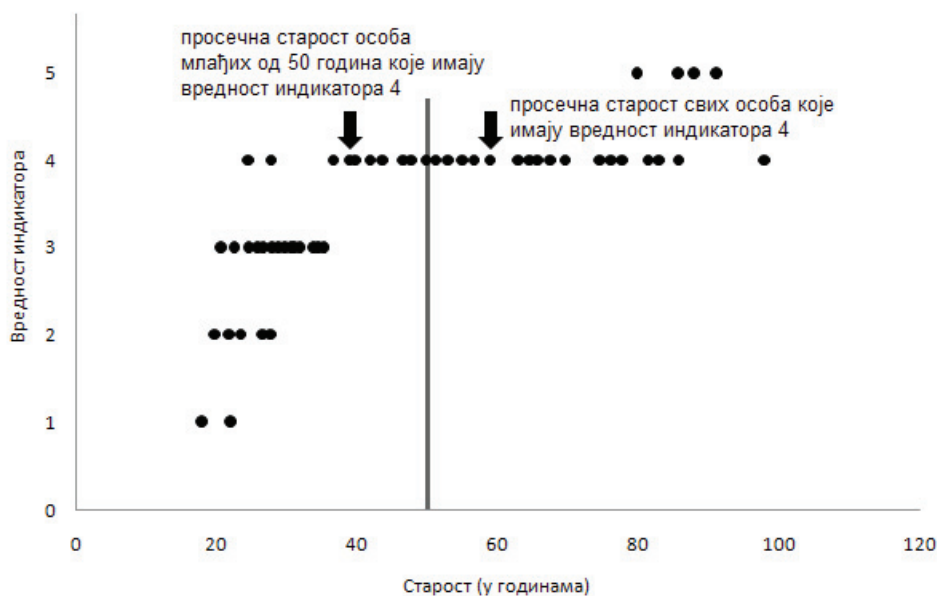
Опроштај од скелетне палеодемографије?

Кључно дело за критику класичне скелетне палеодемографске анализе представља чувени чланак Боке-Апела и Масеа, песимистично насловљен *Збогом палеодемографији* (Vocquet-Appel and Masset 1982). Аутори су у овом чланку указали на две проблематичне ствари везане за сам метод одређивања индивидуалне старости који стоји у основи палеодемографске анализе, а то је да су скелетни индикатори старости веома непрецизни (да људи различите старости могу имати једну исту вредност индикатора), и што је још важније, и што је заправо најозбиљнији проблем – да су оцене старости скелетних збирки из археолошких контекста зависне од просечне старости индивидуа у референтној збирци, на основу које је установљена кореспонденција између вредности индикатора и индивидуалне старости. Боке-Апел и Масе су тврдили да ће због овога резултати палеодемографске анализе на археолошком материјалу говорити више о демографском профилу референтне збирке него о демографији циљне археолошке популације тј. да ће просечна старост циљне скелетне серије бити нетачна и тежиће ка просечној старости референтне серије. Штавише, чак ће и старосна структура циљне серије „имитирати” старосну структуру референтне серије. Дакле, проблем се јавља већ на нивоу примарних палеодемографских података.

Како је ово могуће? Замислимо да имамо референтну серију у којој су заступљене све старосне групе. С обзиром на то да је индивидуална старост та која „узрокује” (директно или индиректно) вредност индикатора, можемо очекивати да за сваку старост или старосну групу, вредности индикатора буду нормално⁷⁸ распоређене око неке просечне вредности.

⁷⁸ Нормално у смислу нормалне дистрибуције вероватноће која има звонаст облик (Гаусова крива), што значи да је највећа концентрација вредности у непосредној близини просечне вредности и да како се удаљавамо од просека вероватноћа, тачније густина вероватноће, опада.

Претпоставимо да графикон на коме су представљене вредности индикатора за сваку старост (у интервалима од једне године) изгледа као на графикону (Слика 51). Када бисмо желели да на основу овог графикона изведемо кореспонденцију између вредности индикатора и индивидуалне старости са идејом да на основу те кореспонденције оцењујемо старост скелета у некој археолошкој циљној збирци скелета, добили бисмо да је за индикаторску вредност 4 просечна старост око 60 година са највероватнијим распоном између 45 и 75 година⁷⁹. На основу овога, закључили бисмо да када год у археолошкој ситуацији наиђемо на скелет који има вредност индикатора 4, да је његова старост највероватније негде око 60 година, тј. између 45 и 75 година. Међутим, замислимо ситуацију у којој се референтна збирка састоји од подскупа оригиналне референтне збирке, и то таквог да тај подскуп чине скелети чија је старост у тренутку смрти била мања од 50 година. Када би овај подскуп био референтна збирка (дакле, ако не бисмо имали особе старије од 50 година), просечна старост за индикатор 4 би износила око 40 година са највероватнијим распоном између 35 и 45 година, без обзира на то што је ова вредност индикатора карактеристична за старије индивидуе (ми то не бисмо знали када бисмо располагали само млађом половином референтне збирке), што значи да бисмо на основу референтне серије овакве старосне структуре закључили да је скелет који пронађемо у археолошкој ситуацији, који има вредност индикатора 4 стар око 40 година. Дакле, старост скелета који има исту вредност индикатора бисмо другачије оценили у зависности од старосне структуре референтне серије и оцењена старост би увек била ближа просечној старости референтне серије, јер просечна старост за неку вредност индикатора зависи од старосне структуре збирке, док просечна вредност индикатора не зависи у толикој мери од старосне структуре збирке – нпр. просечна вредност индикатора за старост од 40 година је 4, без обзира на старосну структуру серије, што је последица биолошког узрочно-последичног односа (тј. да је старост та која „узрокује” вредност индикатора, а не обрнуто) као и чињенице да у већини случајева имамо више старосних категорија него вредности индикатора.



Слика 51. Корелација између индивидуалне старости и вредности индикатора у референтној збирци. У зависности од просечне старости индивидуа у референтној збирци мења се и просечна старост за одређену вредност индикатора.

⁷⁹ Боке-Апел и Маса су овај ефекат илустровали применом линеарне регресије, статистичке технике која предвиђа вредност зависне варијабле на основу вредности независне, а овде је то приказано у поједностављеној форми са просецима, зарад лакшег разумевања, а без губитка на општости.

Чињеница да ће просечна старост циљне скелетне популације бити пристрасно оцењена и да ће тежити ка старости референтне серије на основу које је успостављена кореспонденција између вредности индикатора и индивидуалне старости, представљала је добро објашњење за поменута типична својства образаца морталитета који су се добијали класичном палеодемографском анализом на археолошком скелетном материјалу – релативни вишак индивидуа у одраслим старосним категоријама и мањак старих индивидуа. Наиме, за развијање метода за оцењивање старости на основу морфологије пубичне симфизе као референтна серија служила је збирка скелета америчких војника који су погинули у корејском рату 50-их година 20. века, што значи да је просечна старост за све индикаторе била пристрасна ка млађим старосним категоријама будући да војничку популацију чине углавном млађи одрасли мушкарци (Milner, Wood, and Boldsen 2008).

Боке-Апел и Масе су свој рад закључили сугестијом да класична палеодемографска анализа производи насумичне и/или вештачке обрасце (услед мале прецизности индикатора) и опонаша структуру референтне серије тј. не доноси нам никакво ново знање о демографији прошлих заједница. Овај рад поставио је велики изазов скелетној палеодемографији, а проблеми нису били ограничени само на добијање примарних података о чему ће бити речи у наредној секцији. Треба нагласити да се овај проблем односи пре свега на оцењивање старости одраслих особа, док он није толико наглашен код деце и адолесцената, јер су сами индикатори старости далеко прецизнији (мањи је распон старости за одређене вредности индикатора) па је поменути статистички ефекат далеко мањи.

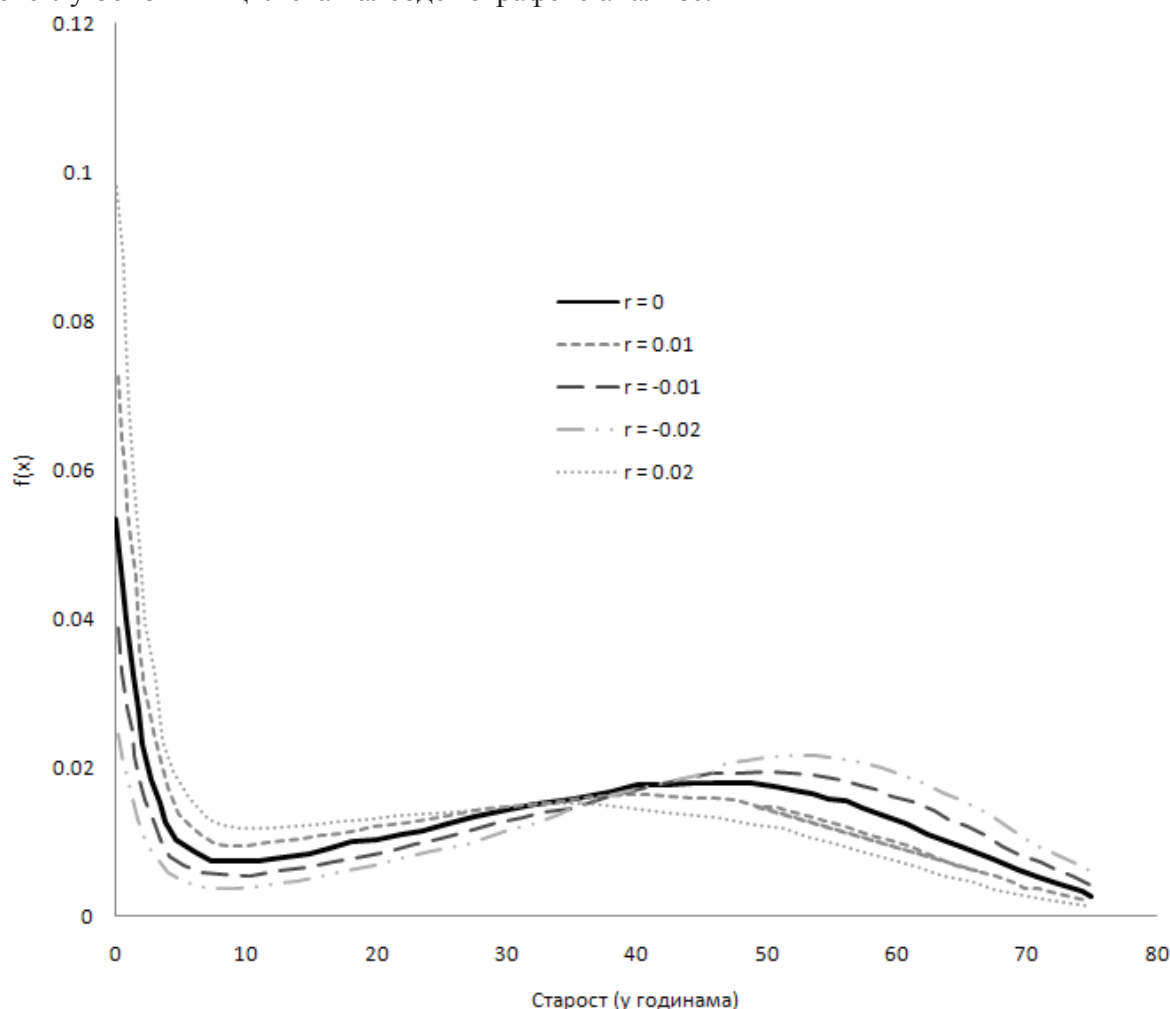
Нарушавање претпоставке о стационарности популације

Један од очигледних проблема везаних за класичну скелетну палеодемографску анализу јесте претпоставка стационарности популације тј. претпоставка да је интринзичка стопа раста неке популације у просеку била једнака нули. Ова претпоставка изазива нелагоду јер је интринзичка стопа раста један од кључних демографских параметара, а основни циљ палеодемографске анализе је реконструкција демографских параметара, па је одлука да се вредност онога што се жели открити једноставно претпостави и тако фиксира проблематична са становишта епистемологије.

Кључни проблем је тај што одступање од стационарности утиче на старосну структуру како популације живих тако и популације мртвих, уз чињеницу да промене у фертилитету имају далеко већи утицај на старосну структуру скелетних серија него промене у морталитету (Sattenspiel and Harpending 1983a; Milner, Wood, and Boldsen 2008; McCaa 2002). Ако имамо две популације на које делују апсолутно идентичне стопе морталитета, од којих је једна стационарна, а друга стабилно растућа, онда ће у другој популацији релативна учесталост млађих индивидуа бити већа у односу на стационарну популацију, а релативна учесталост старијих бити мања, како у популацији живих, тако и популацији мртвих (Слика 52). Ово је логична последица чињенице да се код популације која расте услед повећаног фертилитета (у односу на стационарну) из године у годину повећава апсолутни број млађих индивидуа, па ће онда и њихова релативна учесталост у скелетној збирци бити већа у односу на релативну учесталост индивидуа из истих старосних категорија које долазе од популације са идентичном стопом морталитета, али мањом стопом фертилитета. За стабилно опадајућу популацију важи обротно – у том случају ће релативна учесталост индивидуа у млађим категоријама бити мања, а у старијим већа у односу на стационарну популацију на коју делују идентичне стопе морталитета (Слика 52). Уколико бисмо имали скелетне збирке из стабилно растуће, стабилно опадајуће и стационарне популације на које делују идентичне стопе морталитета, и чак под претпоставком да имамо апсолутно тачно и прецизно одређену индивидуалну

старост свих скелета, очекивани животни век при рођењу добијен на основу палеодемографске таблице морталитета код стабилно растуће популације био би мањи у односу на стационарну популацију (јер код растуће има више млађих особа у популацији умрлих што смањује просечни животни век), а код стабилно опадајуће популације већи у односу на стационарну популацију (јер код опадајуће популације има више старијих особа у популацији умрлих што повећава просечни животни век). Дакле, иако је морталитет апсолутно идентичан за све три популације, резултати палеодемографске анализе навели би нас на закључак да се морталитети међусобно разликују: да је код растуће популације већи морталитет, а код опадајуће мањи у односу на стационарну популацију.

Импликација ове чињенице је да је немогуће на основу старосне структуре скелетне серије независно и поуздано оценити и фертилитет и морталитет. Проблем је заправо још озбиљнији, јер је показано да на старосну структуру мртвих (скелетне збирке) промене у фертилитету имају већи утицај него промене у морталитету (Sattenspiel and Harpending 1983a; McCaа 2002). Претпоставка о стационарности наизглед решава овај проблем, јер је у том случају просечна старост скелета једнака очекиваном животном веку као општој мери морталитета, али као што је већ речено, ова претпоставка је епистемолошки проблематична у светлу основних циљева палеодемографске анализе.



Слика 52. Утицај фертилитета на старосну структуру скелетне серије; на све приказане популације делују идентичне стопе морталитета, једино се фертилитет разликује што се огледа у различитим вредностима интринзичке стопе раста (овде је претпостављен експоненцијални модел раста) (према Milner, Wood, and Boldsen 2008: Fig. 18.1).

Чињеница да промене у фертилитету далеко више утичу на старосну структуру скелетне серије од промена у морталитету навела је истраживаче да облик старосне структуре скелетне серије користе као корелат (индиректну меру) фертилитета и интринзичке стопе раста (нпр. Bocquet-Appel and Masset 1982; Bocquet-Appel 2002; Buikstra, Konigsberg, and Bullington 1986; Bocquet and Masset 1977; Jackes, Roksandić, and Meiklejohn 2008; Jackes and Meiklejohn 2008). С обзиром на то да је учесталост млађих индивидуа у скелетној популацији у позитивној корелацији са фертилитетом, конструисани су квантитативни индекси на основу учесталости различитих старосних категорија тзв. *индекси јувенилитета*⁸⁰. Овде ће бити детаљно описан један од Боке-Апелових индекса јувенилитета (Bocquet-Appel 2002), а за остале се читалац упућује на литературу (Buikstra, Konigsberg, and Bullington 1986; Bocquet-Appel 2002; Jackes, Roksandić, and Meiklejohn 2008; Jackes and Meiklejohn 2008).

Боке-Апелов индекс представља количник броја скелета оцењене старости од 5 до 20 година и броја скелета старијих од 5 година (Bocquet-Appel 2002):

$$\frac{D \cdot e_0}{t}$$

Овај количник представља пропорцију индивидуа које имају између 5 и 20 година у скелетној популацији индивидуа старијих од 5 година, дакле, представља релативну меру учесталости младих индивидуа у скелетној збирци. Скелети старости мање од 5 година нису узети у разматрање зато што је познато да је њихов број у археолошким збиркама најчешће потцењен услед поменутих тафономских, културних и техничких разлога. Боке-Апел је показао да је овај коефицијент у високој корелацији са општом стопом фертилитета као и интринзичком стопом раста и развио је регресиону једначину која на основу вредности овог коефицијента даје оцену стопе раста и стопе фертилитета.

Корекција таблице морталитета када је нарушена претпоставка о стационарности

Нарушена претпоставка о стационарности није непоправљив проблем у оквиру класичне палеодемографске анализе под условом да може да се претпостави да се популација понаша као стабилна популација (што је мање стриктна претпоставка од стационарности) и да су познате интринзичке стопе раста. Ово последње је заправо највећи проблем јер је интринзичка стопа раста нешто што се жели сазнати палеодемографском анализом, међутим могуће је да она буде позната на основу неког независног палеодемографског индикатора (нпр. на основу насеобинских палеодемографских корелата, видети следеће поглавље) или да буде оцењена на основу индекса јувенилитета, мада у потоњем случају постоји опасност од делимичне циркуларности у анализи, јер се онда претпоставља да је фертилитет имао већи утицај од морталитета на старосну структуру скелетне збирке (што је у већини случајева тачно, али не мора бити тако) па се онда на основу тога рачуна оцена стопе раста којом се затим коригује таблица морталитета.

Дакле, ако је позната (или претпостављена) вредност интринзичке стопе раста, и ако се може претпоставити да популациона динамика одговара стабилној популацији (експоненцијално растућој или опадајућој), могуће је кориговати таблицу морталитета тако

⁸⁰ Овде је термин индекс јувенилитета употребљен у ширем смислу да означи све квантитативне коефицијенте засноване на уделу млађих индивидуа у збирци. Индекс јувенилитета у ужем смислу односи се на конкретан индекс који су представили Боке-Апел и Масе и који представља количник броја скелета од 5 до 20 година и броја скелета преко 20 година (Bocquet-Appel et Masset 1977).

да се елиминише дисторзија старосне структуре услед раста или опадања популације, и да се тако дође до тачних вредности параметара морталитета (Frankenberg and Konigsberg 2006:237–240; Weiss 1973:72; Chamberlain 2006:31). Корекција се врши тако што се прво вредности D_x колоне у табели морталитета множе са $(1+r)^{x+\frac{i}{2}}$, где је x почетак старосног интервала, i дужина старосног интервала и r интринзичка стопа раста. Затим се на основу коригованих D_x вредности израчунавају остале колоне табелице морталитета према стандардној процедури рачунања табелице морталитета на основу података о старосној структури скелетне збирке (видети претходну секцију). Општа стопа морталитета једнака је реципрочној вредности очекиваног животног века при рођењу израчунатој на основу кориговане табелице морталитета, али ако се жели израчунати и стопа наталитета потребан је још један корекциони корак пошто код растућих или опадајућих популација стопа наталитета и морталитета нису једнаке. Додатни корак подразумева корекцију L_x колоне (израчунате на основу већ кориговане D_x колоне) тако што се свака вредност ове колоне множи са e^{-rt} , а затим се очекивани животног век при рођењу рачуна на основу коригованих L_x вредности. Стопа наталитета једнака је реципрочној вредности овако израчунатог очекиваног животног века при рођењу (Frankenberg and Konigsberg 2006:239–240). У табели је приказан пример корекције мокринске табелице морталитета (Табела 18) под претпоставком да је стопа раста износила 0.01 (1%)⁸¹ (Табела 19). Као што се може видети, оцена очекиваног животног века при рођењу повећала се са 23.9 година пре корекције на 28.39 година после корекције, што је и логично, јер као што је објашњено, растућа популација може да створи лажну слику повећаног морталитета у скелетној збирци ако се демографски параметри рачунају под претпоставком стационарности. Стопа морталитета на основу ове кориговане табеле износи $1/28.49 = 0.035$. Даљим кориговањем L_x колоне израчуната је и оцена стопе наталитета која износи око 0.044.

x	D_x	$D_x \cdot (1+r)^{x+\frac{i}{2}}$	d_x	l_x	q_x	L_x	T_x	e_x
0	60	61.51	0.23	1.00	0.23	4.42	28.49	28.49
5	22.9	24.67	0.09	0.77	0.12	3.62	24.07	31.27
10	13.1	14.84	0.06	0.68	0.08	3.25	20.45	30.20
15	1.7	2.02	0.01	0.62	0.01	3.09	17.20	27.67
20	13.7	17.14	0.06	0.61	0.10	2.91	14.11	22.98
25	16.7	21.96	0.08	0.55	0.15	2.54	11.20	20.37
30	17.2	23.77	0.09	0.47	0.19	2.12	8.66	18.52
35	17.2	24.98	0.09	0.38	0.25	1.66	6.54	17.28
40	8.8	13.43	0.05	0.29	0.18	1.30	4.88	17.13
45	6.7	10.75	0.04	0.23	0.17	1.07	3.58	15.27
50	6.4	10.79	0.04	0.19	0.21	0.87	2.51	12.91
55	6.4	11.34	0.04	0.15	0.28	0.66	1.64	10.64
60	5	9.31	0.03	0.11	0.31	0.47	0.98	8.73
65	4.8	9.40	0.04	0.08	0.46	0.30	0.50	6.56
70	5.4	11.11	0.04	0.04	1.00	0.21	0.21	5.00

Табела 19. Корекција табелице морталитета мокринске женске популације под претпоставком да је интринзичка стопа раста износила 0.01 (1%).

81 Ова претпоставка је сасвим произвољна у случају Мокрина, тј. није заснована ни на каквим доказима или посебним разлозима, и служи само за илустрацију технике корекције.

Методи савремене скелетне палеодемографије

Манифест из Ростока: бајесовска формулација и решење основног проблема скелетне палеодемографије

Као што је поменуто, у раду Боке-Апела и Масеа откривен је централни и најозбиљнији проблем скелетне палеодемографије – да је пристрасност ка просечној старости и структури референтне серије уграђена у сам метод оцене индивидуалне старости (Bocquet-Appel and Masset 1982). Феномен који су открили Боке-Апел и Маса може се формулисати и у терминима вероватноће, јер услед чињенице да не постоји кореспонденција „један на један” између старости и вредности индикатора, можемо говорити само о вероватноћама старости за задате вредности индикатора и вероватноћама вредности индикатора за задате вредности старости. Означимо вероватноћу да индивидуа одређене старости има неку конкретну вредност скелетног индикатора као $P(I | A)$, а вероватноћу да индивидуа која има одређену вредност индикатора буде одређене старостиса $P(A | I)$, где је I вредност индикатора, а A старост⁸². Код референтних скелетних збирки лако се може израчунати и једна и друга величина, дакле доступно нам је и $P(A | I)$ и $P(I | A)$. На пример, на основу референтне збирке из Коимбре (Табела 20), $P(30-39.99 | 4)$ тј. вероватноћа да индивидуа која има вредност индикатора 4 буде у старосној категорији од 30 до 39.99 година износи $28/160 = 0.175$, а вероватноћа да особа која има од 30 до 39.99 година има вредност индикатора 4 $P(4 | 30-39.99)$ износи $28/90 = 0.311$. Приметимо да $P(A | I)$ није једнако $P(I | A)$ јер $0.175 \neq 0.311$. Код археолошких скелетних серија нас интересује да сазнамо $P(A | I)$ тј. вероватноћу старости индивидуе ако она има одређену вредност индикатора старости. Ту настаје проблем, јер су Боке-Апел и Маса показали да је вероватноћа да индивидуа одређене старости има неку конкретну вредност скелетног индикатора готово неосетљива на старосну структуру референтне серије – нпр. вероватноћа да је особа умрла са 60 година има индикаторску вредност 4 и не зависи од тога која је просечна старост референтне збирке, док је вероватноћа да индивидуа која има одређену вредност индикатора буде одређене старости веома осетљива на старосну структуру референтне збирке – вероватноћа да скелет који има вредност индикатора 4 има 40 година је различита у референтној серији где је просек година 40 и у референтној серији где је просек 60 година. Дакле, поуздана је само $P(I | A)$ односно вероватноћа да индикатор узме неку одређену вредност ако је особа стара одређени број година, а та вероватноћа нам у археолошкој ситуацији не даје одговор на питање које нас занима, јер је питање које нас занима колико је особа стара ако је опажена конкретна вредност индикатора тј. $P(A | I)$. Другим речима, на основу референтне збирке може се доћи до релативно добре оцене вероватноће која нас у археолошкој ситуацији не занима, а до лоше оцене вероватноће која нас занима. Како онда доћи до вероватноће $P(A | I)$ у археолошкој ситуацији ако је она непоуздана и у референтној збирци?

82 Формуле вероватноће форме $P(A | B)$ читају се формално као вероватноћа да се догоди догађај A , ако се догоди догађај B . Када је реч нпр. о формули $P(I | A)$, она се може читати као вероватноћа да индивидуа има вредност индикатора I ако је стара A година.

Вредност индикатора	Старосна категорија							Укупно
	23-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80+	
1	8	2	0	0	0	0	0	10
2	21	16	6	1	0	0	0	44
3	35	42	27	26	8	5	2	145
4	9	28	26	36	27	27	7	160
5	1	2	4	16	10	9	8	50
6	0	0	1	0	0	5	3	9
Укупно	74	90	64	79	45	46	20	418

Табела 20. Корелација вредности старосног индикатора (количина трабекуларне кости у главама фемура) и старости у референтној популацији из Коимбре (према Vosquet-Appel and Bacro 2008: Table 2). Бројеви у ћелијама означавају број индивидуа из референтне збирке које припадају одређеном старосном интервалу и имају одређену вредност индикатора старости.

Као први корак за решење овог проблема јесте формулација проблема у бајесовској форми. Према Бајесовој формули⁸³, вероватноћа догађаја А, ако се десио догађај В (условна вероватноћа), може се изразити на следећи начин:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

Према правилу тоталне вероватноће, вероватноћа да се догоди догађај В може се разложити на пресек догађаја А и В и пресек догађаја не-А и В:

$$P(B) = P(B | A) \cdot P(A) + P(B | \bar{A}) \cdot P(\bar{A})$$

Онда Бајесову теорему можемо написати у следећој форми:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A) \cdot P(A)}{P(B | A) \cdot P(A) + P(B | \bar{A}) \cdot P(\bar{A})}$$

или у општем случају када имамо догађаје $A_1, A_2 \dots A_n$ који исцрпљују простор догађаја:

$$P(A_i | B) = \frac{P(B | A_i) \cdot P(A_i)}{\sum_{j=1}^{j=n} P(B | A_j) \cdot P(A_j)}$$

⁸³ Представљене формуле рачуна вероватноћа проистичу из основа теорије вероватноће. За детаљно објашњење основа теорије вероватноће и Бајесове теореме погледати било који уџбеник или приручник из области вероватноће и статистике (нпр. Kovačević 2011, Winkler and Hays 1975).

Према Бајесовој теорему, вероватноћа да особа буде одређене старости A_i ако вредност индикатора износи I дата је следећом формулом:

$$P(A_i | I) = \frac{P(I | A_i) \cdot P(A_i)}{\sum_{j=1}^{j=n} P(I | A_j) \cdot P(A_j)}$$

Уколико бисмо могли да израчунамо ову формулу, она би нам за сваки скелет из археолошке збирке дала вероватноћу за сваку конкретну вредност старости за измерену вредност индикатора – нпр. добили бисмо вероватноћу да је индивидуа приликом смрти припадала првој старосној категорији, затим другој, трећој и тако даље до последње. Међутим, погледајмо детаљније елементе ове формуле, односно шта је све потребно познавати да би се израчунао резултат ове формуле тј. да бисмо оценили вероватноћу да индивидуа из циљне скелетне серије припада одређеној старосној категорији, што би било еквивалентно оцењивању индивидуалне старости у класичној палеодемографској анализи, с том разликом што се не даје једна оцена старости, већ скуп вероватноћа везан за сваку дефинисану старосну категорију (од којих неке могу бити и једнаке нули). Према представљеној једначини потребно је познавати три елемента:

Потребно је знати која је вредност индикатора I . То није проблематично јер то је нешто што физички антрополог директно посматра на самом скелету – нпр. утврђује који је степен истрошености пубичних симфиза.

Потребно је знати $P(I | A_j)$ тј. вероватноћу да индикатор узме вредност I ако је индивидуална старост једнака A_j . Ове вероватноће могу се израчунати емпиријски на основу података референтне збирке, и подсећања ради, ово су вероватноће које не зависе од старосне структуре референтне серије и стога су прилично поуздане без обзира на старосну структуру конкретне референтне збирке.

Потребно је знати $P(A_j)$, вероватноћу да скелет из археолошке скелетне серије припада старосној категорији A_j .

Овај последњи елемент је најзначајнији. Шта он заправо значи? Ако познајемо вероватноће да скелет из археолошке серије припада одређеним старосним категоријама онда је то еквивалентно томе да познајемо старосну структуру археолошке скелетне серије јер те вероватноће нису ништа друго до d_x вредности из таблице морталитета. Међутим, ова импликација представља велики проблем, јер се таблица морталитета у класичној палеодемографској анализи саставља тек *након* што се оцене индивидуалне старости, а ова формула нам говори нешто сасвим супротно: *да би се уопште оценила индивидуална старост (односно расподела вероватноће индивидуалне старости) сваког појединачног скелета из циљне збирке, потребно је прво познавати старосну структуру целе циљне збирке!* Ово је изузетно контраинтуитивна импликација, јер је у класичној палеодемографској анализи реконструисање старосне структуре скелетне серије последица одређивања индивидуалне старости. Старосна структура збирке реконструисе се управо на основу већ оцењених индивидуалних старости, а ова формула говори да се не може оценити индивидуална старост скелета ако претходно није позната старосна структура целокупне скелетне збирке. То се чини парадоксалним – услов да би се нешто сазнало јесте да се то већ зна, јер се старосна структура скелетне серије управо одређује на основу већ оцењених индивидуалних старости.

Међутим, парадокс постоји само када се ова формула посматра из класичне палеодемографске перспективе у којој се имплицитно претпоставља да су оцене индивидуалних

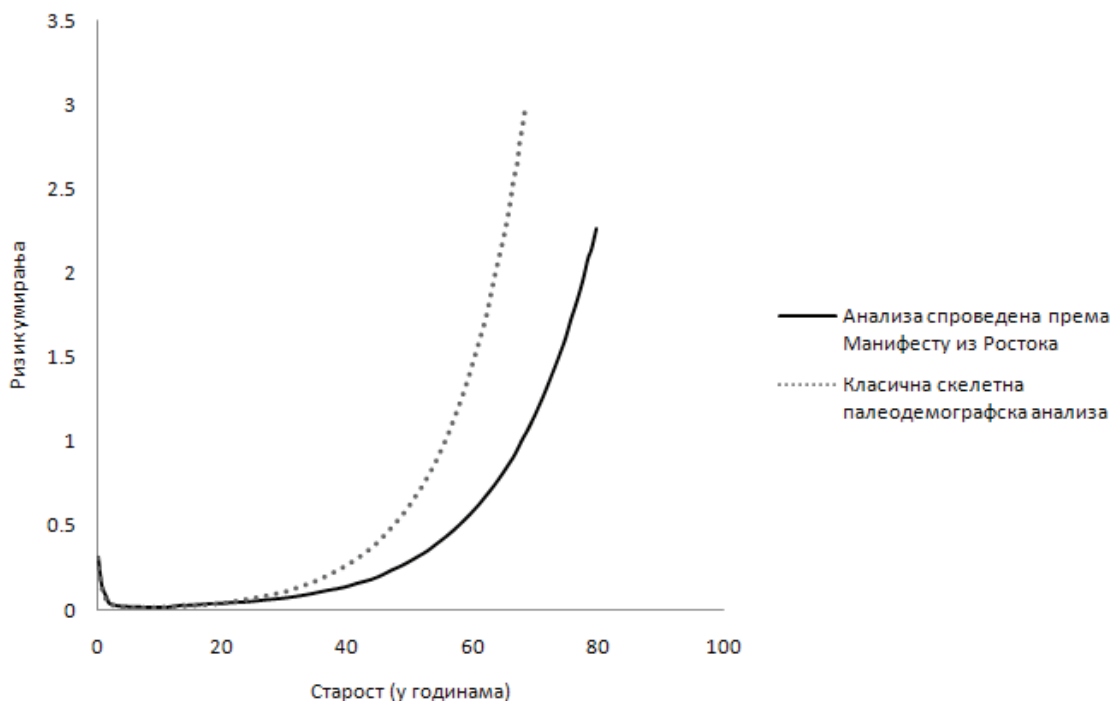
старости независни емпиријски подаци и да као такви могу да дају објективну слику о старосној структури циљне збирке. Боке-Апел и Масе су показали да то управо није тако тј. да оцене индивидуалне старости нису једноставно мерљиве величине већ да представљају сложене структуре вероватноће услед природе односа између старости и вредности индикатора, и да су зависне од старосне структуре референтне збирке. Бајесовска формулација открива праву релацију између индивидуалне старости и вредности индикатора и из те релације дедуктивно следи да је неопходно познавати старосну структуру циљне збирке пре одређивања индивидуалне старости. Колико год да је неинтуитиван, овај закључак је тачан.

Из овог разлога су палеодемографи предložили потпуно нову методологију палеодемографске анализе која почива на бајесовској формулацији фундаменталног проблема скелетне палеодемографије и која решава, или макар ублажава, овај проблем. Ова методологија формулисана је на семинару у немачком граду Ростоку, и по њему је добила име *Манифест из Ростока*, а кључни радови су публиковани у утицајном зборнику под именом *Paleodemography: age distributions from skeletal samples* (Hoppa and Vaupel 2002b). Основни постулат ове методологије јесте да старосна дистрибуција циљне скелетне збирке мора бити оцењена пре него што се приступи оцењивању индивидуалне старости скелета. Ово је могуће учинити на два начина:

1. Претпоставити да је старосна структура скелетне збирке слична некој емпиријској или теоријској (моделској) структури. Ово је оправдано само у случају када је разумно очекивати да је старосна структура циљне збирке која је непозната, слична некој познатој старосној структури. На пример, ако је за једну сеоску средњовековну популацију позната старосна структура умрлих на основу црквених књига, а жели се реконструисати старосна структура неке ископане некрополе из истог периода и блиске територије у односу на популацију за коју постоје поуздани демографски подаци, онда је разумно претпоставити да ће старосна структура те циљне популације бити блиска оној која је забележена у суседној парохији. Такође, овај приступ је једини могућ када треба идентификовати само једног или неколико појединаца, односно када нема смисла говорити о старосној структури, јер је она одлика популације. На пример, ако би циљ био да се одреди старост појединачног средњовековног скелета (нпр. из ктиторске или великашке гробнице), имало би смисла користити старосну структуру умрлих реконструисану на основу писаних извора или археолошког истраживања неке веће некрополе (али само ако је та дистрибуција оцењена директно на основу дистрибуције индикатора, видети одмах испод).
2. Директно оцењивање дистрибуције старости циљне скелетне серије на основу дистрибуције вредности скелетних индикатора циљне скелетне серије. Детаљно представљање метода за оцењивање $P(A_i)$ превазилази обим ове књиге, јер ради се о сложеним математичким и статистичким техникама⁸⁴(видети Holman, Wood, and O'Connor 2002; Love and Muller 2002; Vosquet-Appel and Vaseg 2008). За разлику од класичних метода и техника оцењивања индивидуалне старости које су биле кодификоване у приручницима за физичку антропологију (по принципу кореспонденције између вредности индикатора и индивидуалне старости), методологија која проистиче из Манифеста из Ростока не може се тако лако претворити у стандардни протокол.

⁸⁴ Ово се обично ради тако што се претпостави да старосна структура серије прати неки математички модел морталитета (нпр. Силеров) па се онда методом максималне вероватности оцењују вредности параметара модела морталитета, који онда једнозначно одређују старосну структуру скелетне серије путем функције густине вероватноће старости при смрти. Овај метод функционише тако што се траже оне вредности параметара функције густине вероватноће старости при умирању које ће за познате вредности $P(I | A)$ (познате на основу референтне серије) максимизирати вероватноћу да буде измерена баш она конфигурација вредности индикатора која постоји у циљној скелетној серији.

Колика је разлика између резултата добијених класичном палеодемографском анализом и резултата добијених применом принципа Манифеста из Ростока (бајесовске палеодемографске анализе)? На ово питање не постоји универзалан одговор, јер, као што је речено, пристрасност ће зависити од тога колико је велика разлика између циљне и референте збирке. Студија случаја спроведена на скелетној збирци Кнол Индијанаца у којој су упоређени резултати класичне и бајесовске палеодемографске анализе показала је да у том случају нису уочљиве велике разлике, мада је приметно да су обрасци које производи бајесовска анализа далеко више у складу са оним што се зна о демографији преиндустријских заједница – смртност млађих одраслих индивидуа је мање изражена и повећава се распон животног века (Herrmann and Konigsberg 2002) (Слика 53).



Слика 53. Поређење резултата класичне палеодемографске анализе и анализе спроведене према постулатима Манифеста из Ростока(према Herrmann and Konigsberg 2002: Figure 12.3).

Модели ризика уместо таблица морталитета

У Поглављу 3 поменуто је да демографи често користе математичке моделе ризика који на елегантан начин (путем једначина) сумирају режим морталитета (и старосну структуру скелетне серије) једне популације и на тај начин испуњавају исту функцију као и класична таблица морталитета. У савременој палеодемографији су модели морталитета постали добра замена за таблицу морталитета (нпр. Eshed et al. 2004; DeWitte 2010a) и њихова популарност у емпиријским истраживањима је порасла из неколико разлога:

1. Ефикасније користе информацију из узорка за оцену параметара морталитета.
2. Уместо рачунања свих ћелија таблице морталитета рачунар даје оцену параметара који када се убаце у једначину модела морталитета дају све потребне информације о морталитету популације – на основу емпиријских учесталости индивидуа по старосним категоријама, математичким путем одређују се вредности параметара криве морталитета која најбоље

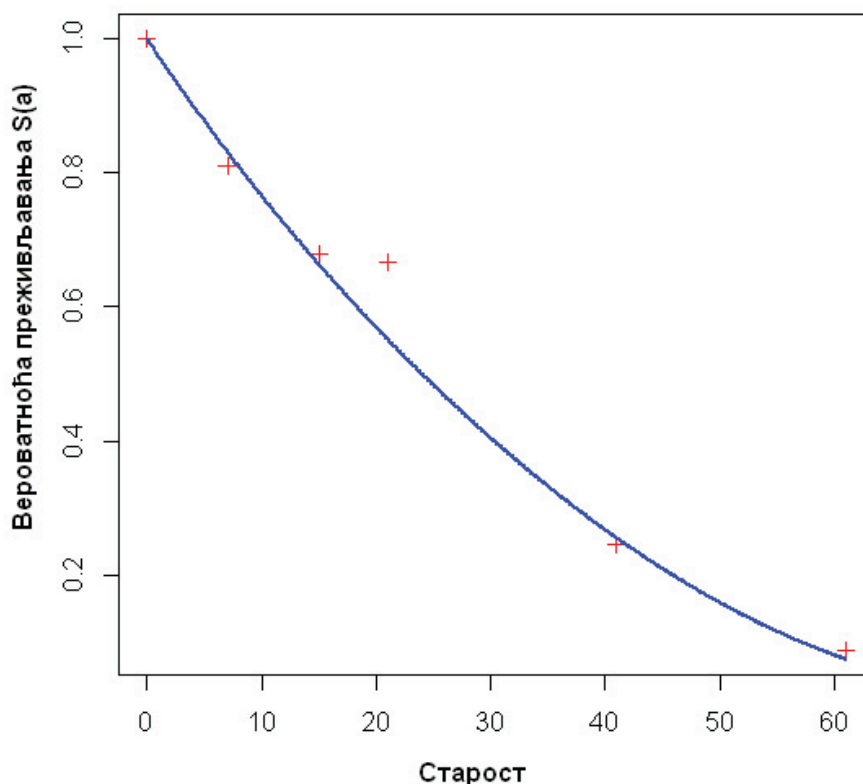
одговара подацима. Једначине различитих функција модела ризика представљају модел режима морталитета циљне популације.

3. Не захтевају вештачко расподељивање индивидуа чија је старост оцењена тако да обухвата два или више старосна интервала (граничне или широко одређене класификације): на пример, ако постоје скелети који су сврстани у категорију која обухвата и *Adultus* и *Maturus*, они не морају да се расподељују пропорционално по *Adultus* и *Maturus* категоријама, већ могу да се убаце у анализу такви какви јесу. Другим речима дозвољене су преклапајуће старосне категорије. Такође, није неопходно ни распоређивање индивидуа по интервалима од 5 година.
4. Дозвољавају и да се у модел убаца стопа раста која има вредност различиту од нуле, као и да се та стопа раста оцени као још један параметар модела (Wood et al. 2002).
5. Најважнији разлог за употребу модела ризика јесте то што су они из математичких разлога најпогоднији за примену методологије Манифеста из Ростока. У пракси се ретко када директно рачунају вероватноће, већ се одређују функције које дају густине вероватноће старости при смрти на основу којих се онда вероватноће рачунају. Ове функције изводе се из различитих модела ризика.

Илуструјмо палеодемографску анализу уз помоћ модела ризика на подацима из бронзанодопске некрополе у Мокрину. Учесталост индивидуа по старосним категоријама из представљених података (Табела 17) коришћени су као улазни подаци за анализу ризика. Као модел чији параметри треба да буду одређени анализом изабран је Силеров модел морталитета (Siler 1979). Анализа ризика је спроведена у софтверском пакету *R* према објављеном коду (Frankenberg and Konigsberg 2006:255–259). Методом максималне вероватности оцењени су параметри модела $a_1=0.02142645$, $b_1=-0.03348165$, $a_2=0.02273603$, $a_3=-0.01859233$, $b_3=0.02859054$. Дакле, једначина вероватноће преживљавања за мокринску популацију би гласила (према Wood et al. 2002:148, једначина 7.31):

$$S(a) = e^{\left(\frac{0.02142645}{0.03348165} \cdot (1 - e^{0.03348165 \cdot a}) - 0.02273603 \cdot a + \frac{-0.01859233}{0.02859054} (1 - e^{0.02859054 \cdot a}) \right)}$$

На графикону је приказана моделована вероватноћа преживљавања у односу на емпиријску l_x колону (Слика 54). Моделоване вероватноће се релативно добро поклапају са емпиријским. На основу овог конкретног модела, очекивани животни век при рођењу износи 27.64 година што је за нешто више од 4 године већа оцена од оне коју је добио О'Шеј на основу таблице морталитета. Ова разлика је лако објашњива јер је О'Шеј вештачки додао индивидуе у прву старосну категорију па је то смањило просечну старост. Са додатим индивидуама, анализа ризика даје модел на основу кога је просечни животни век 22.98 година што је веома блиско вредности 23.91 која је добијена на основу таблице морталитета (Табела 18).



Слика 54. Вероватноћа преживљавања према Силеровом петопараметарском моделу ($S(a)$) (пуна линија) у поређењу са емпиријским вероватноћама преживљавања (+ симболи).

Важно је напоменути да примена модела ризика у палеодемографији не значи аутоматски примену метода Манифеста из Ростока. Ако су улазни подаци за анализу ризика учесталости индивидуа по старосним категоријама, онда та анализа и даље представља класичну палеодемографску анализу по својој суштини, јер су индивидуалне старости одређене пре утврђивања старосне структуре целе серије. Овде приказана примена модела ризика на мокринској скелетној серији представља један такав пример – оцене индивидуалних старости и на основу њих изведена учесталост индивидуа у старосним категоријама коришћени су као улазни подаци за анализу ризика.

Стохастичка конструкција таблица морталитета

Овде ће бити представљен још један хибридни метод, у смислу да представља комбинацију класичне палеодемографске анализе и нових теоријско-методолошких увида, тзв. *метод Халејевих⁸⁵ интервала* (Luy and Wittwer-Backofen 2008). Суштински, овај метод се своди на конструкцију и анализу таблице морталитета, али узима у обзир и чињеницу да физички антрополози могу да дају само интервалну оцену индивидуалне старости, јер сваки скелет може само да се определи у неки старосни интервал, а не и да му се одреди тачна старост (тачно у годину нпр.), чак и са најпрецизнијим методима попут анализе зубног цемента. Другим речима овај метод уважава стохастичку природу оцена старости скелета.

У класичном палеодемографском приступу, практикује се тзв. комплексни метод одређивања старости који подразумева посматрање свих расположивих индикатора старости

⁸⁵ Аутори су метод назвали према Едмонду Халеју (Edmond Halley), енглеском астроному и математичару који је, између осталог, дао кључан допринос развоју метода таблица морталитета.

и доношење синтетичке оцене старости на основу њихове комбинације (Acsádi and Nemeskéri 1970). Стога је често случај да се индивидуална старост не може за сваки скелет одредити у унапред задане непреклапајуће интервале, већ ће, у зависности од броја расположивих индикатора и комбинације њихових вредности, већина скелета бити одређена у старосне интервале различитог распона. На пример, индикатори на једном скелету указују на то да је индивидуална старост између 15 и 20 година, а на другом да је индивидуална старост у интервалу од 18 до 30 година. Права хронолошка старост индивидуе налази се између почетка и краја интервала.

Метод Халејевих интервала представља решење које узима у обзир стохастичку природу оцене старости и подразумева следеће кораке (Luy and Wittwer-Backofen 2008):

1. Одређивање индивидуалне старости сваког појединачног скелета класичном методом.
2. За сваки скелет генерише се тачкаста оцена старости (изабере се једна година) случајним избором броја између доње и горње границе интервала оцене старости.
3. На основу овако генерисаних тачкастих оцена старости формира се d_x колона и рачуна се комплетна таблица морталитета. Ова таблица морталитета представља једну могућу таблицу морталитета за задате податке.
4. Поступак из корака 2 и 3 понавља се велики број пута (нпр. између 300 и 500) и бележи се свака израчуната таблица морталитета (нпр. у меморији рачунара).
5. На основу забележених вредности може се израчунати просечна, минимална и максимална вредност за сваку годину старости за сваки параметар (колону) таблице морталитета. На овај начин добија се увид у то која вредност је највероватнија, и што је још важније, које су границе варијације⁸⁶ под претпоставком да су индивидуе на одређени начин дистрибуиране по годинама унутар интервала (у најпростијем случају претпоставља се да је свака старост унутар интервала једнако вероватна⁸⁷, па се онда насумично бира година старости из старосног интервала за сваки скелет).

Као што аутори наглашавају, овим методом не добијају се интервали поверења у статистичком смислу за популацијске вредности параметара морталитета тј. на овај начин не добија се статистичка оцена правих параметара морталитета, јер се метод не бави пристрасностима које су могле утицати на саму старосну структуру скелетне серије, већ се само узима у обзир неизвесност у одређивању индивидуалне старости, тако да истраживач може да види које су све старосне структуре и таблице морталитета које из њих произлазе могуће на основу емпиријских примарних података из расположивог узорка (Luy and Wittwer-Backofen 2008). Такође, предност овог метода је што не захтева никакво трансформисање старосних категорија тј. дозвољене су преклапајуће старосне категорије.

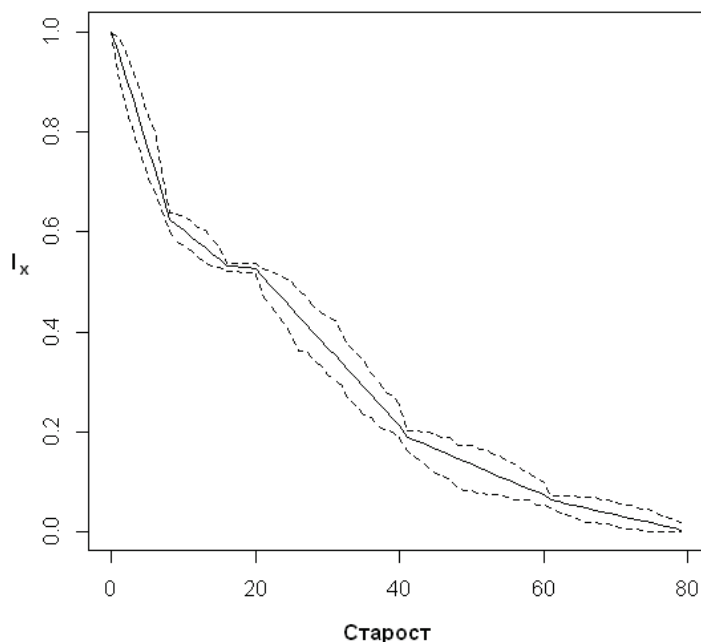
Метод ће бити илустрован на примарним подацима⁸⁸ о старости женских индивидуа са мокринске бронзано-допске некрополе, уз корекцију за недостајуће инфанте како би

86 Апсолутне границе варијације, тј. апсолутни минимум и максимум за сваку колону, добијају се тако што се претпостави да све индивидуе имају тачно онолико година колика је вредност доње границе интервала у који су одређени или да све индивидуе имају тачно онолико година колика је вредност горње границе интервала у који су одређени, међутим ови екстремни модели имају само теоријски значај јер је занемарљиво мало вероватно да стварна ситуација одговара овим екстремима.

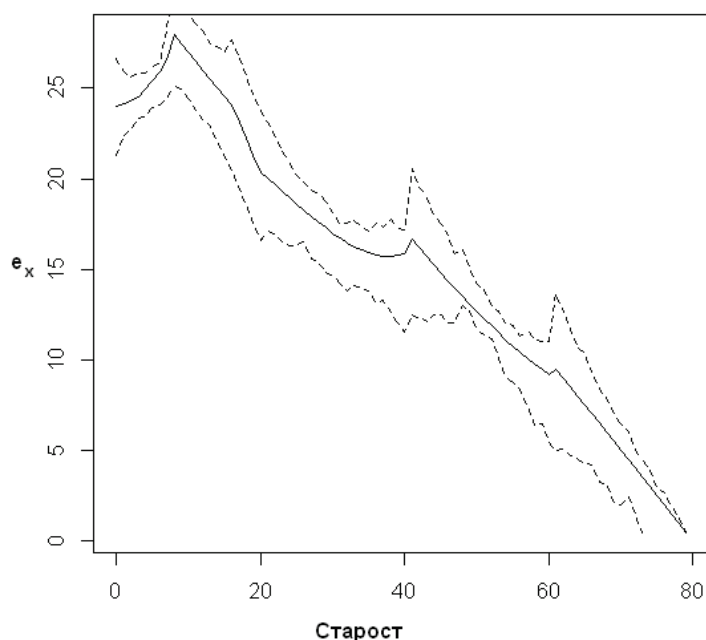
87 У општем случају, ако постоји разлог, може се спецификовати дистрибуција вероватноће која је различита од униформне.

88 Треба још једном напоменути да ови подаци нису у потпуности примарни тј. сирови, јер је О'Шеј на самом почетку пропорционално расподелио особе које су означене само као одрасле без ближег старосног одређења. Такође, сами физички антрополози који су вршили одредбу пола и старости су већ груписали скелете у стандардне интервале. Међутим, све ово је од малог значаја за анализу, посебно зато што је овде фокус на илустрацији самог метода.

результати били директно упоредиви са резултатима класичне анализе таблице морталитета представљеним раније у овом поглављу (Табела 17). На графиконима су приказани Халејеви интервали за мокринске податке, за l_x колону и за очекивани животни век (Слика 55, Слика 56). Просечна вредност очекиваног животног века на основу стохастички конструисаних таблица морталитета износи 24.01, минимум је 21.28, а максимум 26.62 година. Просечна вредност је слична оној која је добијена на основу стандардно конструисане таблице морталитета, а разлика између минимума и максимума даје информацију колика је неизвесност у односу на информацију о просеку – вредност очекиваног животног века је, на основу датих података и неизвесности у одређивању старости, између 21.28 и 26.62 година.



Слика 55. Халејеви интервали за l_x колону за мокринске податке.



Слика 56. Халејеви интервали за e_x колону за мокринске податке.

Реконструисање режима морталитета на основу археолошких података

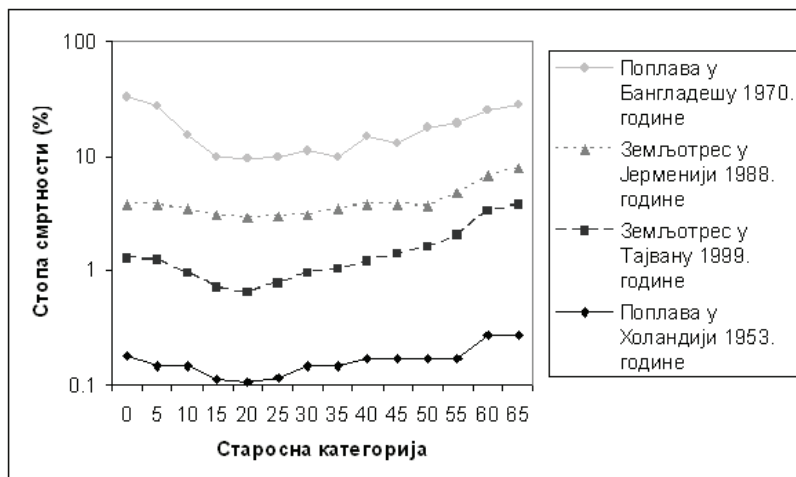
Атрициони и катастрофични режими морталитета

У претходним поглављима уведен је концепт атриционог режима морталитета као „нормалног” стања сваке популације. Поставља се питање да ли је и како на основу скелетних палеодемографских података могуће утврдити какав је режим морталитета био, односно да ли је нека скелетна збирка настала као производ деловања атриционог морталитета? Пре него што се пређе на ту тему, прво је потребно размотрити шта је алтернатива атриционом морталитету. Свако драстично одступање од атриционог морталитета, што подразумева нагло повећање стопа морталитета, драстичну промену конфигурације стопа морталитета (према полу и/или старости) или комбинацију ова два фактора, представљаће пример морталитета који није атрициони. Масовна убиства (попут геноцида), оружани сукоби великих размера (у односу на „убицајено стање”), природне катастрофе попут ерупције вулкана, великих поплава, пожара и земљотреса, као и епидемије високо заразних и смртоносних болести (нпр. смртоносни вируси или куга) представљају примере одступања од атриционог морталитета. С обзиром на то да сви примери одступања од атриционог морталитета подразумевају неку врсту људске несреће, ови режими морталитета могу се збирно означити као *катастрофични режими морталитета*.

Природне катастрофе

Различити катастрофични режими морталитета остављају специфичан траг у полној и старосној структури скелетне серије (за детаљни преглед видети Chamberlain 2006). Оно што је карактеристично за високосмртоносне догађаје јесте да смањују разлике у морталитету које у атриционом режиму постоје између различитих старосних категорија (Слика 57). Ово се посебно односи на природне катастрофе попут земљотреса, поплава или вулкана. У екстремно лошем случају у коме цела популација страда, све старосно специфичне стопе морталитета би се изједначиле и не би било никаквих разлика између старосних категорија. Тада би старосна структура скелетне серије представљала уједно и старосну структуру живих и не би било никаквих ефеката кумулативности, јер би скелетна збирка садржала остатке једне апсолутно синхроне популације. Међутим, чак и у таквим случајевима, иако се може очекивати да ће постојати тенденција уједначавања старосно специфичних стопа и вероватноћа морталитета, оне никада неће стварно постати исте за све старосне категорије, јер у стварности, чак ни екстремне силе морталитета неће убијати баш потпуно недискриминативно. На пример, код поплава је ипак вероватније да се удаве најмлађи и најстарији у односу на друге старосне категорије. Чак и у случају Помпеје⁸⁹ вероватно је постојала одређена пристрасност у могућности да се побегне или страда од ерупције зависно од пола, старости и социјалног статуса (Milner, Wood, and Boldsen 2008:572; Lazer 2009). Дакле, и у овим случајевима није вероватно да старосна популација мртвих верно одсликава старосну популацију живих, иако јој је свакако ближа у односу на збирке које настају као последица атриционог режима морталитета.

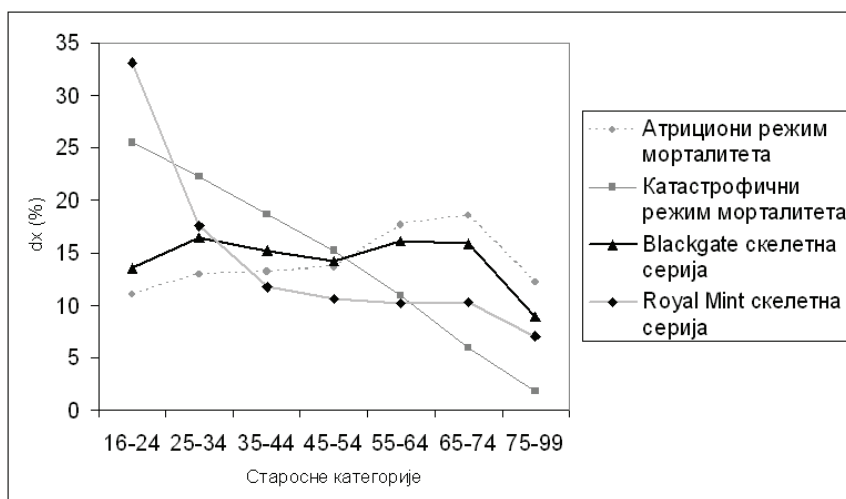
89 У рушевинама Помпеје је пронађен релативно велики број скелета, највећи проценат током 18. и 19. века. Резултати палеодемографских анализа указују на то да није уопште било деце у узорку, а да је присутан несразмерно велики број одраслих индивидуа (у четвртој деценији живота), што би била веома необична ситуација за пресек популације живих. Међутим, већина скелета ископана је током 18. и 19. века када су технике ископавања биле изузетно грубе и скелети инфаната нису ни примећени или нису препознати као такви. Такође, метод чувања остатака је створио пристрасност, јер су остаци деце остављани често *in situ* као гипсани одливци (за детаље погледати Lazer 2009).



Слика 57. Старосно специфични морталитет популација погођених земљотресом и поплавама (према Chamberlain 2006: Figure 3.9).

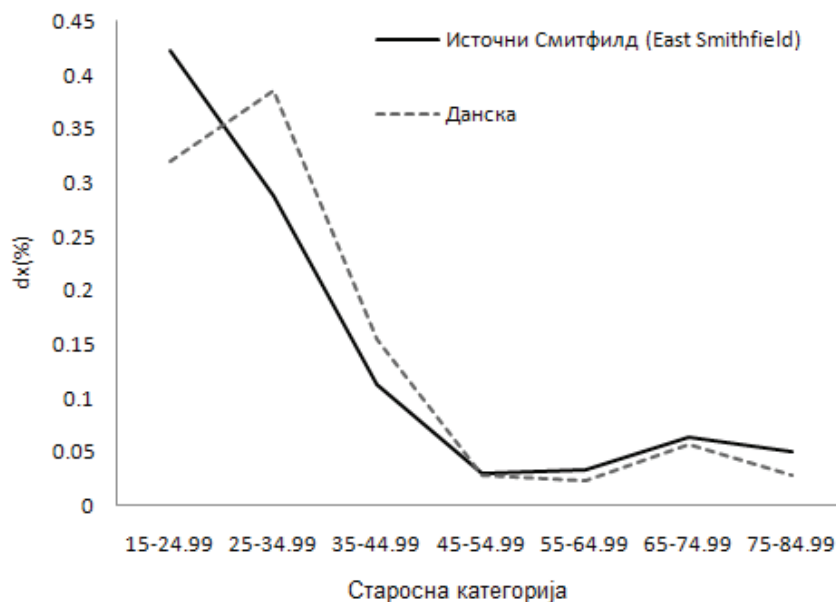
Смртоносне болести

Слична је ситуација и са епидемијама смртоносних болести попут куге. Чемберлен је показао како су старосне структуре скелетних збирки које чине особе умрле током епидемије бубонске куге у Европи, средином 14. века, веома сличне очекиваним старосним структурама живих (имају облик старосне пирамиде, односно учесталост индивидуа у категорији смањује се са повећањем старости), а различите од очекиваних атриционих профила за преиндустријске популације (бимодална дистрибуција облика латиничног слова „U”, већи број најмлађих и најстаријихмеђу умрлима у односу на остале старосне категорије) (Слика 58). На основу ових налаза Чемберлен је закључио да је куга убијала недискриминативно у односу на пол и старост (Chamberlain 2006:74–76; Gowland and Chamberlain 2005). Међутим, новија студија Шерон де Вит показала је да је ипак у неким случајевима било пристрасности у односу на старост (Слика 59), али не и на пол (DeWitte 2010a; DeWitte 2014; DeWitte 2009).



Слика 58. Резултати анализе Голанда и Чемберлена који показују како је старосна структура умрлих од кугеоцењена на основу морфологије пубичних симфиза, и сахрањених на једном лондонском гробљу (локалитет Royal Mint) средином 14. века блиска по структури очекиваном профилу за катастрофични сценарио када је старосна структура умрлих једнака старосној структури живих, за разлику од локалитета Blackgate на коме је сахрањивана популација која није умрла од куге и на коме старосна структура показује сличност са очекиваним атриционим режимом морталитета (према Gowland and Chamberlain 2005: Figure 5)

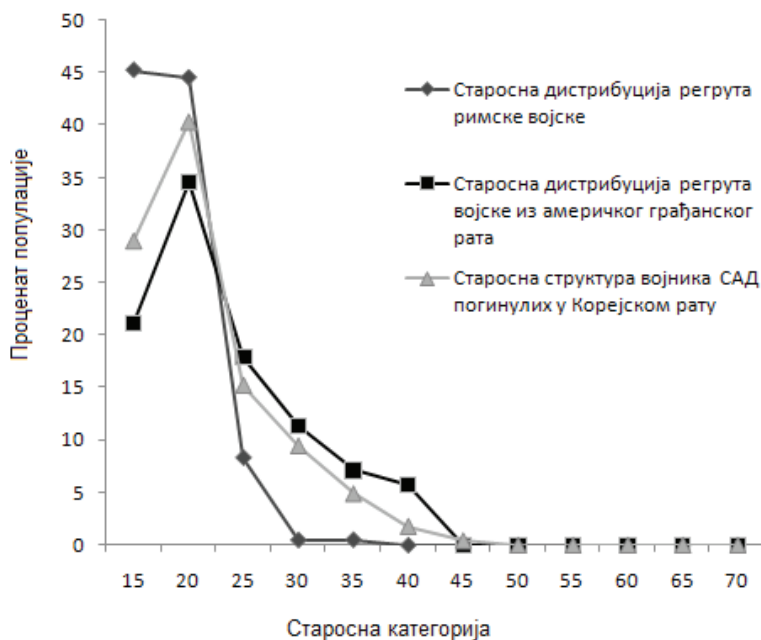
Слика 59. Резултати палеодемографске анализе коју је спровела Шерон де Вит и која показује да не постоји разлика у старосној структури умрлих од куге у 14. веку у односу на профил атриционог морталитета популације из Данске која је живела и умрла неколико стотина година пре епидемије куге из средине 14. века (према DeWitte 2010a: Fig. 1).



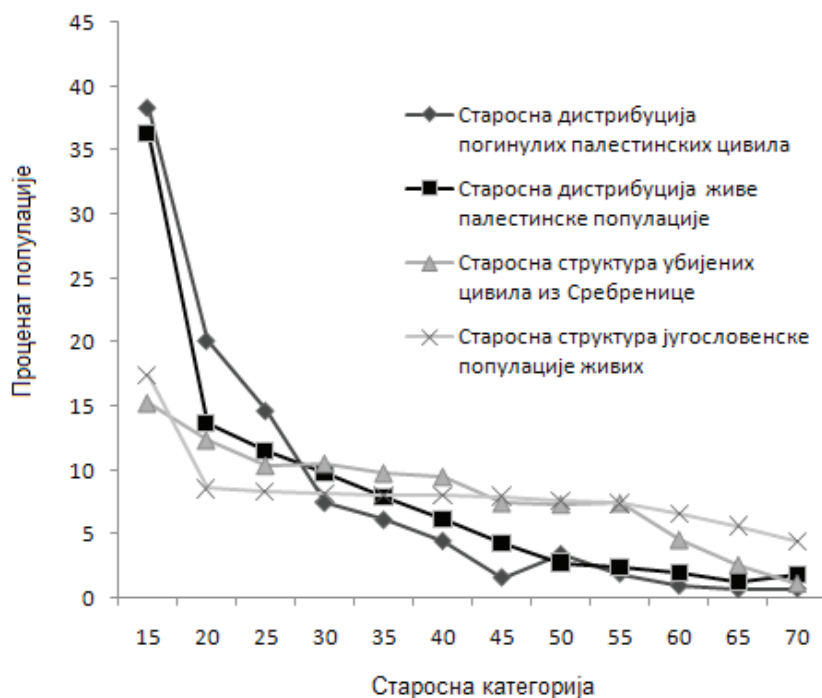
Насиље

Рат и ратни злочини (посебно геноцид) остављају карактеристичне обрасце у старосним структурама скелетних збирки. Када су у питању борци, примарна пристрасност се огледа у полу индивидуа – сви (или скоро сви) биће мушког пола. Такође, старосна структура погинулих војника је специфична и она одражава релативно добро старосну структуру живе популације, али живе популације војника која је по својој структури веома различита од живе популације свих становника једног региона (Слика 60).

Слика 60. Старосна структура припадника различитих војних снага приликом регрутације из различитих периода и старосна структура погинулих бораца војске САД из 1950. године (према Chamberlain 2006: Figure 3.15).



Страдања цивила у ратним сукобима, нарочито ако су масовна (нпр. ратни злочини), резултирају старосном структуром скелетне серије која се не разликује значајно од старосне структуре популације живих. Ово се добро може видети на примеру погинулих палестинских цивила, као и на примеру старосне структуре убијених цивила у Сребреници⁹⁰(Chamberlain 2006:78–79) – и у једном и у другом случају старосна структура мртвих одговара старосној структури живе палестинске, односно југословенске популације⁹¹ (Слика 61).



Слика 61. Упоредни приказ старосне структуре популација убијених палестинских цивила и Бошњака из Сребренице са старосном структуром живе палестинске и југословенске популације (према Chamberlain 2006: Figure 3.14) .

Одређивање режима морталитета на основу палеодемографске анализе

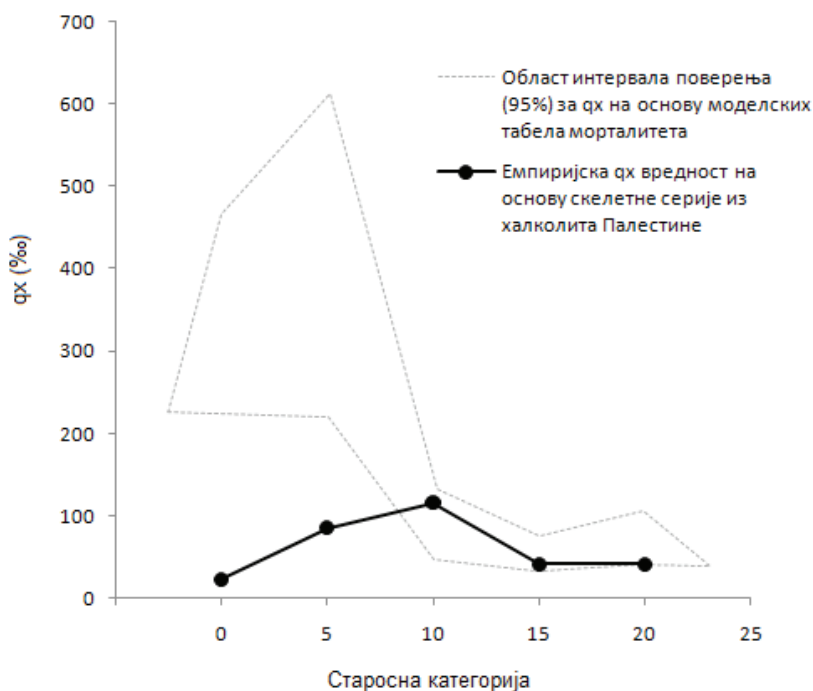
Разлика између атриционог и катастрофичног модела требало би да буде видљива у старосној структури скелетне серије. Као што је већ речено, старосна структура скелетне популације код атриционог модела резултат је диференцијалног морталитета у односу на старост, па је очекивано да старосна структура умрлих буде значајно другачија од старосне структуре живе популације. Код катастрофичних режима морталитета долази до мањег или већег уједначавања старосно специфичних стопа морталитета тако да је старосна структура умрлих готово идентична старосној структури живих. Дакле, први корак палеодемографске анализе треба да буде оцењивање да ли је збирка настала као производ атриционог (нормалног) или катастрофичног режима морталитета.

90 Овај профил добијен је на основу старосне структуре пријављених несталих особа из Сребренице (несталих у јулу 1995). У међувремену је идентификовано 6924 од 7833 несталих особа са списка (извештај ИЦМП стр. 64, табела 3), што је 88.4%, тако да се овај профил може сматрати веома поузданим (Sarkin, et al. 2014).

91 Скупштина Републике Србије донела је 31.03.2010. године резолуцију у којој се осуђује злочин у Сребреници, на начин утврђен пресудом Међународног суда правде. У тој пресуди је злочин у Сребреници окарактерисан као геноцид.

У класичној скелетној палеодемографској анализи разлика између атриционог и катастрофичног режима морталитета може се спровести на два општа начина:

1. Неформално – визуелном инспекцијом старосне структуре збирке (табеле или још боље графичког приказа у виду хистограма). Истраживач процењује да ли је конкретна структура ближа атриционом или катастрофичном морталитету. Неформални метод је поуздан само у потпуно јасним случајевима (који су ретки), када је старосна структура блиска једном или другом идеалном типу па је разлика очигледна, мада је и у тим случајевима препоручљиво применити неки формални метод.
2. Формалним статистичким поређењем. Обично се емпиријски добијена старосна структура или из ње изведени параметри таблице морталитета (нпр. q_x колона) пореде са распоном варијације за задати параметар према моделским таблицама морталитета. Уколико вредности израчунате на основу археолошких података излазе из распона варијације на основу моделских таблица морталитета, онда се закључује да скелетна серија не представља резултат (само) атриционог морталитета – или режим морталитета није атрициони или су културни и/или тафономски фактори утицали на старосну структуру збирке (нпр. Sellier 1995) (Слика 62). Ово поређење се обично ради само за субпопулацију деце и адолесцената (Sellier 1995), јер је одређивање старости одраслих веома проблематично, о чему је већ било речи у овом поглављу.



Слика 62. Поређење емпиријске вероватноће умирања у старосној категорији (q_x) са распоном варијације из моделских таблица морталитета (према Sellier 1995: Fig.9). Приметно је да у овом случају (халколитска скелетна серија из Пакистана) прве две старосне категорије излазе из распона варијације на основу моделских таблица морталитета, јер имају мању старосно специфичну смртност у те две категорије у односу на све моделске таблице морталитета.

Разликовање између режима морталитета је нешто сложеније у анализи заснованој на принципима Манифеста из Ростока, јер ако се старосна дистрибуција не одређује на основу дистрибуције индикатора, избор модела морталитета утиче на индивидуалне оцене старости (погледати Gowland and Chamberlain 2005; DeWitte 2010a). А чак иако се прво одређује старосна

дистрибуција на основу дистрибуције вредности индикатора, и ту се имплицитно претпоставља одређена априорна старосна структура (Vocquet-Appel and Vacro 2008). Код метода максималне вероватности, претпоставља се имплицитно униформна дистрибуција (која не одговара ни атриционом ни катастрофичном морталитету), али је у бајесовској формулацији проблема могуће дефинисати као априорне дистрибуције и атрициони и катастрофични морталитет, па онда видети који модел је у већој мери сагласан са подацима (Vocquet-Appel and Vacro 2008).

Треба нагласити да је у случајевима када се сумња, или се јасно препознаје да је у питању катастрофични режим морталитета, неоправдано састављати таблицу морталитета на начин описан у овом поглављу, јер је прекршено неколико претпоставки овог метода, од којих су најважније две: стационарност (ако популација или део популације страда у кратком року, то значи да је стопа раста нагло пала испод нуле) и пристрасност (ако су скелети жртве оружаног сукоба нпр. припадници војних јединица, онда сигурно нису репрезентативни за целу популацију). Ако је истраживач сигуран ван сваке разумне сумње да су стопе морталитета биле готово једнаке за све старосне категорије (што вероватно никада није случај), онда се таблица морталитета може саставити тако што ће се D_x категорија заправо третирати као N_x категорија која би била еквивалентна етнографском попису, мада је то ризично јер је у пракси веома тешко проценити колико су стопе морталитета уједначене.

Скелетна палеодемографија – завршне напомене

Ограничења класичне палеодемографске анализе која проистичу из проблема оцене старости и нарушених претпоставки стационарности су углавном превазиђена методологијом формулисаном у Манифесту из Ростока. Међутим, ни те проблеме не треба преувеличавати – разлике између резултата класичне палеодемографске анализе и бајесовског приступа не морају бити увек драстичне, а за неке проблеме су сасвим довољни и методи класичне палеодемографске анализе (нпр. рачунање различитих индекса јувенилитета где је потребно само направити разлику између одраслих и деце). Такође, често је у палеодемографији циљ да се сагледа неки процес односно да се упореде демографски режими популација дефинисаних према различитим критеријумима (нпр. просторним, временским, социјалним и сл.), а не да се дође до тачне и прецизне реконструкције вредности неких параметара. У том случају, ако се може разумно претпоставити да исте пристрасности које нису у фокусу (нпр. тафономија, квалитет истраживања) важе за све популације које се пореде, онда је поређење сасвим валидно и без елиминисања тих пристрасности.

Скелетне збирке не пружају археолозима директан увид у демографију прошлих популација. То наравно не значи да је скелетна палеодемографија некорисна, напротив, многе демографске параметре могуће је реконструисати искључиво на основу скелетних остатака односно скелетне популације, али само ако се плати цена методолошке комплексности, што уосталом важи и за свако друго поље археологије. Стога је овде заузет један оптимистичан и позитиван став према скелетној палеодемографији као скупу метода који има потенцијал да произведе теоријски драгоцено знање о демографији у прошлости.

У овом поглављу је показано да је методологија како класичне, тако и савремене скелетне палеодемографије изузетно сложена и да захтева добро познавање квантитативне методологије, често на напредном нивоу. Неке од метода је могуће у потпуности савладати на основу овде изложеног (углавном методи класичне скелетне палеодемографије) док су неки описани само на нивоу принципа са упућивањем на даљу литературу, са надом да ће читалац бити у стању макар да их разуме, ако не и примени, после читања овог поглавља.

Поглавље 6: Индијектни археолошки показатељи величине популације и популационе динамике

Увод

У овом поглављу биће представљене различите методе и технике палеодемографске реконструкције које не спадају у домен скелетне палеодемографије, иако неке од њих могу имати везе и са људским остацима. Традиционално, скелетна палеодемографија припада физичкој антропологији, док методе представљене у овом поглављу припадају археологији у ужем смислу. Такође, овај скуп разнородних метода сврстан је у индијектне показатеље демографских аспеката прошлости да би се направила разлика у односу на скелетну палеодемографију где су показатељи означени као директни само зато што се заснивају на физичким остацима људи, мада као што је показано у претходном поглављу, суштински нису ништа „директнији” од било које друге класе археолошког материјала. Међутим, иако се ради о различитим археолошким показатељима и различитим методама, могу се уочити заједничке теоријске нити које повезују макар неке од њих.

Основна претпоставка је да постоји корелација између броја људи и количине материјалне културе на различитим просторним и временским нивоима посматрања. *Ако је све остало једнако*, у просторном и временском интервалу у коме има више људи биће више остатака материјалне културе (насеља, артефаката, екофаката, људских остатака) у односу на просторни и временски интервал у коме има мање људи. Јасно је да у многим случајевима неће све бити једнако, што ће резултирати методолошким компликацијама, али то не умањује корисност овог принципа као теоријске основе палеодемографских истраживања.

Корелација између броја људи и количине различитих класа археолошких остатака није довољна за заокруживање теоријске везе између величине популације и квантитета материјалне културе у археолошким контекстима из разлога који је већ поменут у претходном поглављу – археолошки запис не представља синхрони пресек стања у прошлости већ је кумулативне природе и представља својеврстан палимпсест остатака људских активности у једном временском интервалу. На пример, нису сви делови локалитета, нити сви стамбени објекти који се виде на ситуационом плану ископавања или плану добијеном на основу геофизичке проспекције нужно били у истовременој употреби. Ако се ради о насељима која су трајала више десетина или стотина година, можемо бити сигурни да нису били у истовременој употреби. Исто важи и за регионалну дистрибуцију локалитета из широко дефинисане хронолошке фазе – нису сви локалитети били у истовременој употреби. Ово је у литератури познато као *проблем савремености* (Plog 1973; Schacht 1984; Cameron 1990; Porčić 2011; Dewar 1991; Grove 2012; Kintigh 1994; Dewar 1994; Porčić and Nikolić 2016) о коме ће бити детаљно речи у овом поглављу и који је директна последица кумулативне природе археолошког записа.

Дакле, да би се комплетирао теоријски конструкција о вези између броја људи и квантитета археолошких остатака, потребно је узети у обзир и кумулативност археолошког записа тј. проблем савремености. Већ поменута *једначина одбацавања* (видети претходно

поглавље, подсекцију о оцењивању величине популације на основу скелетних остатака), коју је формулисао Мајкл Шифер, представља општу формулацију везе између броја предмета који су у истовременој употреби (системски број предмета) и броја предмета акумулираних у археолошком запису током одређеног временског интервала. Једначина одбацивања има следећу форму (Schiffer 1976):

$$T = \frac{s \cdot t}{L}$$

где је T укупна количина (број примерака) одређене класе археолошког материјала који се акумулирао у временском интервалу дужине t , L представља просечни употребни век једног примерка датекласе археолошког материјала, а s је системски број, односно број примерака дате класе материјала који је био у истовременој употреби у сваком тренутку током трајања интервала t ⁹². Важно је напоменути да Шиферова једначина одбацивања подразумева да је системски број предмета у употреби константан током интервала посматрања, што значи да је одбацивање предмета непосредно праћено заменом. Шиферова једначина говори да ће количина одређене класе материјалне културе у археолошком запису зависити од три параметра: биће директно пропорционална количини материјалне културе у истовременој употреби (s) и дужини акумулирања археолошког записа (t), а обрнуто пропорционална просечном употребном веку посматране класе материјалне културе (L). Импликације ове једначине нису тривијалне: ако у периоду А насеља трају 100 година, а у периоду Б 200 година, за исту величину популације и исти број насеља у истовременој употреби (под претпоставком да су насеља у оба периода исте величине), у археолошком запису ће бити приближно дупло више локалитета из периода А у односу на период Б, иако су величина популације и број насеља у истовременој употреби били исти у оба периода. Наравно, Шиферова једначина је идеални модел, и предвиђања ове једначине могу се само статистички поредити са емпиријским подацима.

Следећи општи принцип следи из чињенице да људске популације заузимају физички простор. За сваку популацију постоји минимум простора који ће заузети у зависности од њене величине, као и максимум, јер не могу чланови популације бити арбитрарно удаљени једни од других пошто би то обесмислило дефинисање таквог скупа људи као једне популације (макар у преиндустријском периоду). Импликација ове чињенице је да ће постојати корелација између површине простора и величине популације – површина насеља ће варирати у зависности од величине популације у насељу, а површина стамбених објеката ће варирати у зависности од величине домаћинства тј. броја људи који живе у објекту.

Такође, људске популације троше материју и енергију коју добијају из животне средине. Максимална величина популације на одређеном простору зависиће од количине доступних ресурса за задати начин долажења до хране. Импликација ове чињенице јесте да нам и особине животне средине неког подручја могу индиректно рећи нешто о величини популације.

92 Формула за оцењивање величине популације на основу величине скелетне збирке, очекиваног животног века и дужине трајања некрополе заправо представља Шиферову једначину решену за системски број, јер јеукупан број скелета (D) еквивалентан укупном броју одређене класе ентитета акумулираном у археолошком запису (T), очекивани животно век при рођењу (e_0) представља еквивалент просечном употребном веку предмета (L), а величина популације (P) одговара системском броју (s) и представља просечан број људи који су живели у исто време у било ком тренутку током трајања временског интервала.

Насеобинска палеодемографија

Нивои анализе у насеобинској палеодемографији

С обзиром на то да су људи живели у насељима, било сталним (села, градови) било привременим (ловачко-сакупљачки кампови на отвореном или у пећинама, логори номада, трансхумантне станице...), остаци насеља тј. њихови атрибути имају велики значај за палеодемографију. Под насеобинском палеодемографијом подразумева се реконструкција величине/густине популације и популационе динамике на основу особина насеобинских остатака. Аналитички је корисно разликовати три међусобно повезана нивоа анализе у домену насеобинске палеодемографије, а то су:

1. Ниво домаћинства, где је домаћинство схваћено као група људи која живи у једном стамбеном објекту.
2. Ниво насеља.
3. Регионални ниво, где се посматра цео регион односно скуп насеља на некој територији.

Ова три нивоа анализе су делимично повезана у контексту палеодемографске анализе. За два од наведена три нивоа (нпр. да бисмо оценили величину популације на основу броја кућа, потребно је да знамо прво колико је просечно људи живело у једној кући) постоји еквиваленција у теоријско-методолошким аспектима, али се методи палеодемографске реконструкције и анализе разликују и зато ће бити представљени у посебним подсекцијама у оквиру секције о насеобинској палеодемографији.

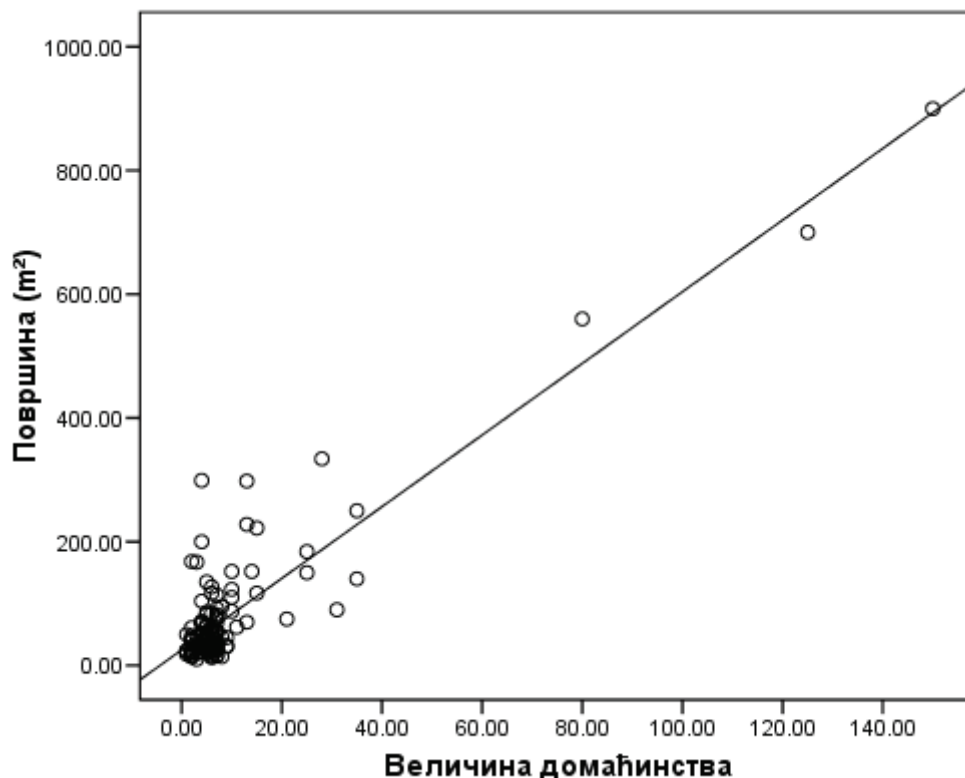
Величина популације и популациона динамика на нивоу домаћинства

Домаћинство је овде дефинисано као група људи која живи у једном стамбеном објекту (нпр. кући, земуници, шатору). У највећем броју случајева, чланови домаћинства су повезани породичним везама (родитељским, брачним, рођачким, братско-сестринским). Величина једног домаћинства представља број људи који га чине, и важан је параметар у савременој и историјској демографији (Hammel and Laslett 1974; Laslett and Wall 1972). Поставља се питање да ли палеодемографија може да реконструише величину домаћинстава праисторијских заједница? Идеја која се на први поглед чини очигледном јесте да је број људи у стамбеном објекту повезан са површином стамбеног објекта – што је више људи, потребна је већа површина. Није спорно да постоји физички минимум простора који је потребан да би људи могли уопште да стану у кућу, у екстремном случају површина куће свакако не може бити мања од површине коју заузима човек у стојећем положају, али ово запажање је само по себи тривијално. Очигледно је да стамбени објекти широм света имају површину по особи која превазилази физички минимум, што значи да постоје још неки фактори који утичу на однос између броја људи и површине стамбеног објекта. Када је реч о палеодемографији, проблем се своди на теоријско и емпиријско одређивање тачног односа између броја људи и површине: да ли се на основу површине стамбеног објекта или његове величине мерене бројем просторија може закључити колико је људи живело у том објекту?

Када је реч о индивидуалним стамбеним објектима односно домаћинствима, може се тврдити да је само питање проблематично зато што, за разлику од величине објекта, величина домаћинства није статична и фиксирана⁹³, већ се величина и састав једног домаћинства мењају кроз

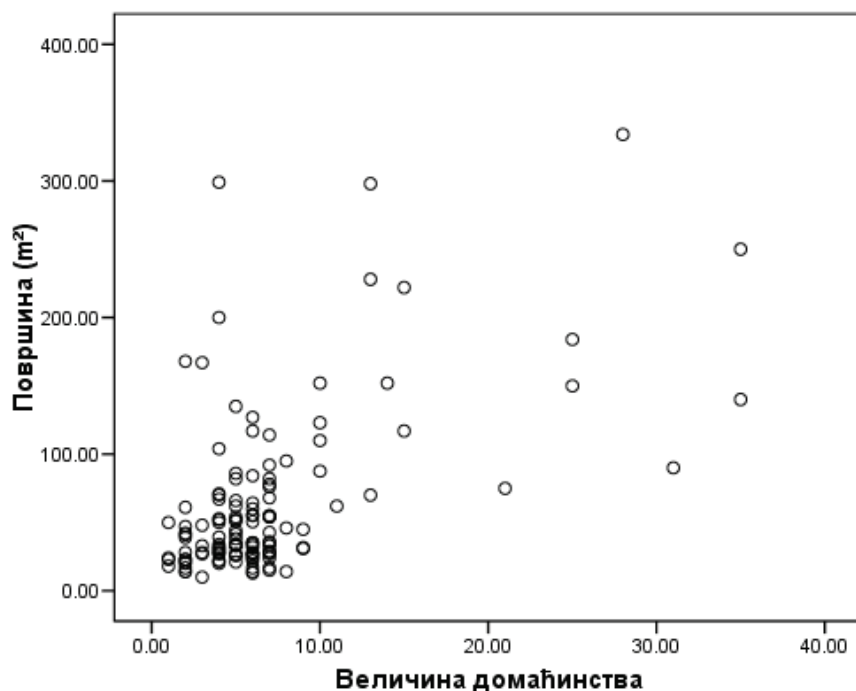
93 Овај проблем је донекле блажи у случајевима када се дограђују нове просторије за нове чланове домаћинства, али и даље постоји, јер ретко ко руши делове куће када се величина домаћинства смањи.

време тј. кроз животни циклус домаћинства (нпр. на почетку буде само брачни пар, затим се роде деца, па нека деца одлазе из куће са склапањем брака, а такође и нови чланови долазе путем брака, првобитни пар умире итд.). Заиста, када се погледају емпиријски подаци, уочава се да веза између величине појединачног домаћинства и величине стамбеног објекта (мерена површином стамбеног простора или бројем соба), иако је статистички значајна, није нарочито јака. Хипотеза о вези између поменуте две величине тестирана је на обједињеном етнографском узорку од 132 куће за које су постојали подаци о површини (мерено у квадратним метрима), као и о броју људи у домаћинству (Порчић 2010:77–86). Овај узорак не представља пробацилистички узорак, те стога није познато да ли је и у којој мери репрезентативан, већ представља пригодан узорак кућа из руралних средина широм света. Међутим, ако постоји универзална корелација између површине и броја људи, онда ово не би требало да буде проблем. Резултати корелационе анализе на описаном узорку показали су да постоји јака и статистички значајна корелација између површине куће и величине домаћинства ($r = 0.902$, $p < 0.001$, Слика 63), али ако се пажљивије погледа графикон на коме је представљен однос између површине и величине домаћинства (Слика 64), јасно се види да је однос између ове две променљиве сложен. Високој корелацији у највећој мери доприносе случајеви изузетно великих кућа и домаћинстава, док је варијабилност код мањих кућа са мањим бројем људи далеко већа, а неколико екстремних случајева одлучујуће утичу на корелацију. Ако се из анализе искључе три екстремна случаја (заједнице Маркиритаре, Алеут и Куна), корелација престаје да буде тако снажна, али и даље остаје статистички значајна ($r = 0.561$, $p < 0.001$). Када се погледа Слика 64, чини се да на малим интервалима величине домаћинства не постоји корелација, док на ширим интервалима (дакле само ако се у узорак укључе и веома велика домаћинства) корелација постоји.



Слика 63. Однос између величине домаћинства и површине куће (према Порчић 2010: Слика 4.1).

Слика 64. Однос између величине домаћинства и површине куће без екстремних вредности. (према Порчић 2010: Слика 4.2).



Када се узорак подели на три дела према површини куће (до 60 m², од 60 до 100 m², и преко 100 m²), показало се да је само у последњој групи (преко 100 m²) присутна статистички значајна и јака корелација ($r = 0.938$, $p < 0.001$), али и она престаје да буде значајна (на нивоу значајности од 0.05) ако се уклоне три поменута екстремна случаја. То значи да, када је реч о појединачним кућама, корелација постоји само ако се посматра широк распон варијације, како у површини куће, тако и у величини домаћинства. Сличан резултат добија се и када се као индикатор величине стамбеног објекта уместо површине користи број соба (Порчић 2010: Поглавље 4).

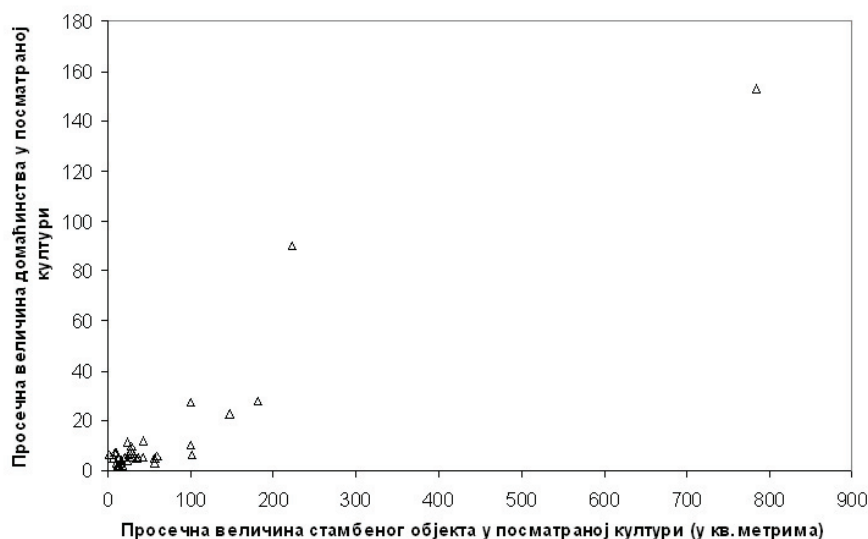
Дакле, пошто је емпиријски могуће показати да је веза између величине етнографски забележених површина кућа и величина домаћинства или мала или непостојећа на реалистично малим интервалима, а постоје и теоријски аргументи против реконструисања величине индивидуалних домаћинства⁹⁴, једино што остаје као концепт о коме има више смисла говорити јесте просечна површина домаћинства у једном насељу. У том контексту поставља се питање да ли постоји веза између просечне величине домаћинства и просечне величине стамбеног објекта и да ли је могуће дефинисати конверзиону константу која би омогућила да се на основу величине стамбеног објекта оцени величина домаћинства?

Каселбери је у својој студији изнео идеју да се не може користити једна формула за различите врсте насеља, стамбених објеката, као и за различите типове друштвене организације (Casselberry 1974). Такође, Каселбери нуди и теоријско објашњење за однос између броја људи и површине стамбених објеката. Он сматра да број људи сам по себи није узрочник потребе за већим простором, већ количина чулне стимулације. Каселбери није даље разрађивао ову веома занимљиву идеју, већ је понудио своју конверзиону константу коју је извео на основу проучавања кућа у којима је живело неколико породица. Његова константа износи 6 m²/особи.

Најобимнију кроскултурну студију односа површине стамбених објеката и броја људи спровео је Браун (Brown 1987). Он је детаљно преиспитао теоријске и методолошке основе ове врсте истраживања, а затим је на узорку од 38 етнографски забележених заједница

⁹⁴ Једино биимало смисла питати која је величина домаћинства у неком конкретном временском тренутку. Ово је пример проблема савремености на микроплану, односно на нивоу појединачног домаћинства.

тестирао основну хипотезу о вези између просечне површине објекта и просечне величине домаћинства. Расправљајући о узроцима за постојање или непостојање константног односа између поменутих променљивих, Браун сматра да треба тестирати да ли еколошки, друштвени и идеолошки фактори утичу на овај однос. Браун укључује прве две класе фактора у своју анализу, али не и идеолошке. Он се одлучује да за корелациону анализу користи просечну величину куће и просечан број људи у кући као посматране варијабле. Браун закључује да не постоји једноставан однос између површине и броја људи (Слика 65), већ сматра да његов модел 3 најбоље објашњава податке (Brown 1987). Модел 3 претпоставља да при доњем крају спектра броја људи у кући не постоји корелација између броја људи и површине, али да када се иде ка горњем крају спектра (где има више људи), корелација постаје јака и статистички значајна. У домену где постоји корелација, ради се о домаћинствима која се састоје из више породица. Поставља се питање зашто код оваквих домаћинстава постоји веза између површине и броја људи? Браун нуди спекулативан одговор на то питање: он сматра да повећана сродничка дистанца између породица које чине домаћинство условљава строжу контролу чулних стимулуса, а као још један разлог наводи своје уверење да је теже ефективно преградити овакве стамбене објекте (Brown 1987). Браун укључује еколошке (температуру и количину падавина) и организационе (тип насеља – разматран је распон од логора до насеља) факторе и закључује да ови фактори имају мали утицај на однос између површине и броја људи. Пошто се однос између променљивих мења у зависности од тога на ком крају спектра величине домаћинства се посматра, Браун одустаје од регресионе анализе тј. од јединствене једначине која предвиђа просечну величину домаћинства на основу просечне површине стамбеног објекта, и предлаже аритметичку средину количника површине куће и броја људи израчунату на основу узорка као конверзиону константу за реконструисање просечне величине домаћинства. Аритметичка средина, према Брауновим подацима, износи $6.1 \text{ m}^2/\text{особи}$, са распоном $0.3\text{--}18.5 \text{ m}^2/\text{особи}$ и стандардном девијацијом $4.1 \text{ m}^2/\text{особи}$ (Brown 1987). Дакле, ако би просечна површина стамбених објеката на неком локалитету износила 30.5 m^2 , онда би, користећи конверзиону константу до које је дошао Браун, просечна величина домаћинства износила 5 особа. Као што ће се видети у следећој подсекцији, овако реконструисана просечна величина домаћинства може се користити за оцену величине популације у насељу.



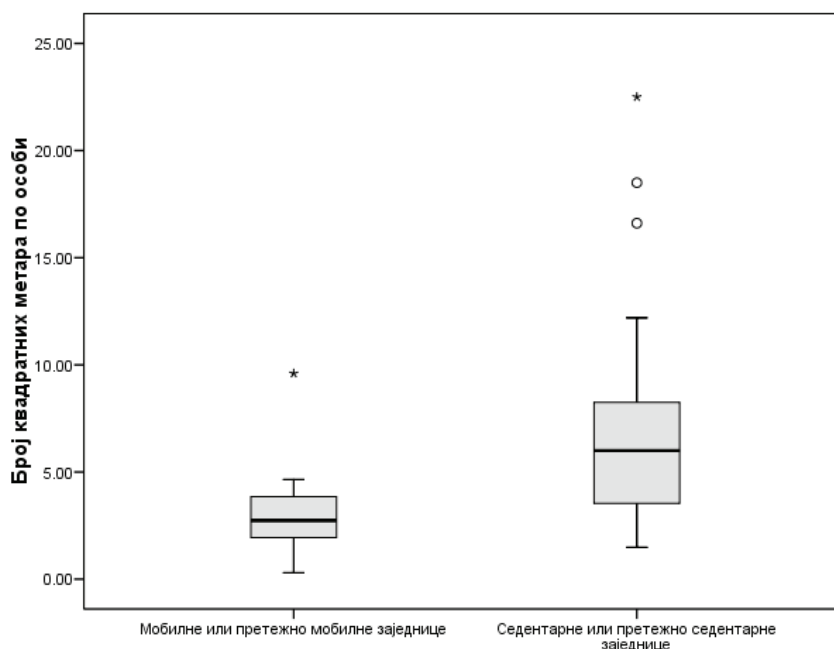
Слика 65. Однос између просечне површине стамбеног објекта и просечне величине домаћинства на кроскултурном нивоу (подаци из Brown 1987: Table 2).

Колб је прихватио идеју да различити фактори утичу на вредност конверзионе константе односно да различито организовани културни системи (мислио је пре свега на разлике у систему привређивања) захтевају различите конверзионе константе, па је одлучио да своја разматрања ограничи на земљорадничке заједнице. Он је, користећи податке из средње

Америке, демонстрирао како постоје велике варијације у квантитету површине по особи (Kolb 1985), али је дошао до броја од 6.12 m²/особи као константе, макар за мезоамеричке земљорадничке заједнице са инокоснимпородицама (Kolb 1985:590).

Кетрин Камерон је још једна у низу истраживача која се бавила односом између популације и архитектуре (Cameron 1999). Иако је њена студија више регионалног карактера, у смислу да се бавила проблемима везаним за конкретан просторни, временски и културни оквир, значај површине стамбених објеката као демографског (и не само демографског) индикатора је такође разматран. На основу историјских пописних података, као и детаљних планова једног Пуебло насеља, Камерон је израчунала да је просечна површина 21.34 m²/особи, а стандардна девијација ове исте величине износи 15.5 m²/особи. Ово је значајно различит резултат од оног до кога су дошли Нерол, Каселбери и Браун. Ипак, Камерон претпоставља да би се ова количина површине по особи смањила ако би се из укупне површине куће искључиле просторије које нису у сталној активnoj употреби, али ову претпоставку не поткрепљује подацима.

Аутор ове књиге спровео је истраживање са циљем да се испита утицај организационих фактора на вредност конверзионе константе, што би имало како теоријске тако и методолошке импликације (Porčić 2012). Хипотеза која је тестирана у овој студији је да ће релативно мобилне заједнице имати мању вредност конверзионе константе, тј. да ће у просеку имати мању стамбену површину по особи него релативно седентарне заједнице. Ова хипотеза произашла је из теорије архитектонског дизајна Мекгвајера и Шифера која предвиђа да ће зарад веће економичности мобилне заједнице улагати мање ресурса и енергије за изградњу стамбених објеката (McGuire and Schiffer 1983). Чињеница да мобилне заједнице обично имају стамбене објекте од лакших материјала је у складу са предвиђањима ове теорије (Binford 1990; Diehl 1992), а може имати и импликације по количину простора по особи, јер лакши материјали често значе и лошију термалну изолацију па је онда практичније имати мање простора у стамбеном објекту. Такође, људи из мобилнијих популација више времена проводе и више активности обављају ван стамбеног објекта, што би такође требало да смањи потребу за простором у самом објекту. Хипотеза је тестирана на етнографском кроскултуном узорку који је сакупио Браун у својој студији (Brown 1987). Заједнице су према мобилности подељене у две групе – релативно мобилне и релативно седентарне – а затим је статистички тестирано да ли постоје разлике у просечној вредности стамбене површине по особи између мобилних и седентарних заједница. Резултати емпиријске анализе поткрепљују хипотезу – просечна површина по особи код релативно седентарних заједница износи 6.97m²



Слика 66. Дистрибуција просечне стамбене површине по особи код релативно седентарних и релативно мобилних заједница (према Porčić 2012: Figure 1).

(са модалном вредношћу око $5-6\text{m}^2$), а код релативно мобилних 3.25m^2 , с тим што је распон варијације код седентарних заједница већи него код мобилних (Слика 66). Основна палеодемографска импликација овог налаза јесте да за реконструкцију величине домаћинства и величине популације насеља мобилних и седентарних заједница треба користити различите конверзионе константе.

Величина популације и популациона динамика на нивоу насеља

Иако је ниво домаћинства најнижи, и у том смислу примарни ниво демографске анализе, археолозима је далеко важније да реконструишу величину популације на нивоу насеља. Заправо, идеја о повезаности величине популације и величине насеља коју заузима стамбени простор (нпр. укупне површине свих кућа на локалитету), историјски гледано, долази из покушаја да се формулише метод за реконструисање величине популације на основу површине стамбеног простора у насељу.

Раул Нерол је спровео кључну студију када је реч о покушају да се емпиријски утврди однос између броја људи у насељу и површине стамбеног простора у насељу тј. величине насеља (Naroll 1962). Он је проблем поставио на следећи начин: утврдити однос између укупног броја становника у насељу и укупне површине стамбеног простора (енг. *total floor area*, збир површина свих појединачних стамбених објеката) путем кроскултурне анализе 18 највећих насеља из 18 различитих етнографски забележених заједница. Нерол је претпоставио да су величина популације једног насеља и величина насеља у алометријском односу тј. да постоји алометријска једначина која повезује површину стамбеног простора у насељу и величину популације, а да емпиријским путем треба утврдити вредности параметара те једначине.

Алометрија представља проучавање односа величине и облика и првобитно је формулисана у оквиру биологије (Reiss 1989) у форми закона алометријског раста који гласи да је релативна стопа раста органа пропорционална релативној стопи раста организма, мада су принципи алометрије релевантни за различите домене (осим биологије) у којима се анализирају облик и промене у облику (Nordbeck 1971; Small 1996). На пример, ако имамо скуп различитих организама којима су измерене маса и дужина ноге, или пак један организам који расте са мерама масе и дужине ноге узетим у различитим временским тренуцима током раста, општа алометријска једначина која повезује ове две мере изгледала би овако (за извођење ове једначине видети Nordbeck 1971):

$$y = a \cdot x^b$$

где су x и y променљиве, а a и b константе – параметри алометријског односа масе тела и дужине ноге. Ова једначина може бити изражена у линеарном облику, ако се логаритмују обе стране једначине:

$$\log y = \log a + b \cdot \log x$$

Ова форма једначине нам говори да ће између логаритама променљивих које су у алометријском односу постојати линеарна веза тј. линеарна функција чија ће стопа раста (нагиб праве на графикону) бити једнака вредности b параметра. Уколико организми из

хипотетичког примера имају исти облик тела, а различиту величину (масу), или ако се облик тела једног организма који расте не мења током раста, онда ће b имати вредност 3, јер је маса тродимензионална величина (повезана је са запремином), а дужина ноге је једнодимензионална величина, па бисмо очекивали да функција која повезује дужину ноге и масу буде кубна функција дужине ноге, као што је функција која повезује страницу коцке са запремином коцке такође кубна функција странице коцке ($V = a^3$). Ово би онда био специјални случај алометријског односа где са променама у величини не долази до промена у облику. Уколико би вредност b параметра у овом конкретном случају била различита од 3, онда би ово значило да са променама у величини долази и до промена у облику организама. У општем случају, када је вредност b параметра таква да чува једнакост димензионалности x и y , онда се облик не мења са променама у величини.

Нерол полази од претпоставке да су величина популације и укупна површина стамбеног простора у насељу у алометријском односу, и користи линеаризовану форму алометријске једначине како би емпиријском анализом утврдио вредности параметара алометријског односа. Он је логаритмовао вредности укупне површине објекта и укупног броја људи у насељу из етнографског кроскултурног узорка, и на тај начин линеаризовао основну алометријску једначину, а онда је применио метод линеарне регресије како би оценио вредности параметара једначине праве која најбоље описује однос између две поменуте променљиве (Слика 67). Ако се логаритам укупне површине стамбеног простора постави као зависна, а логаритам броја људи у насељу постави као независна променљива у моделу (према подацима из Naroll 1962:588, Table 1), добијају се следећи резултати:

1. Регресиони модел је статистички значајан ($F=53.789$, $df_1=1$, $df_2=16$, $p<0.001$).
2. Веза је релативно јака, Пирсонов коефицијент корелације износи 0.88.
3. Вредност параметра $b = 0.843$.
4. $\log a = 1.335$

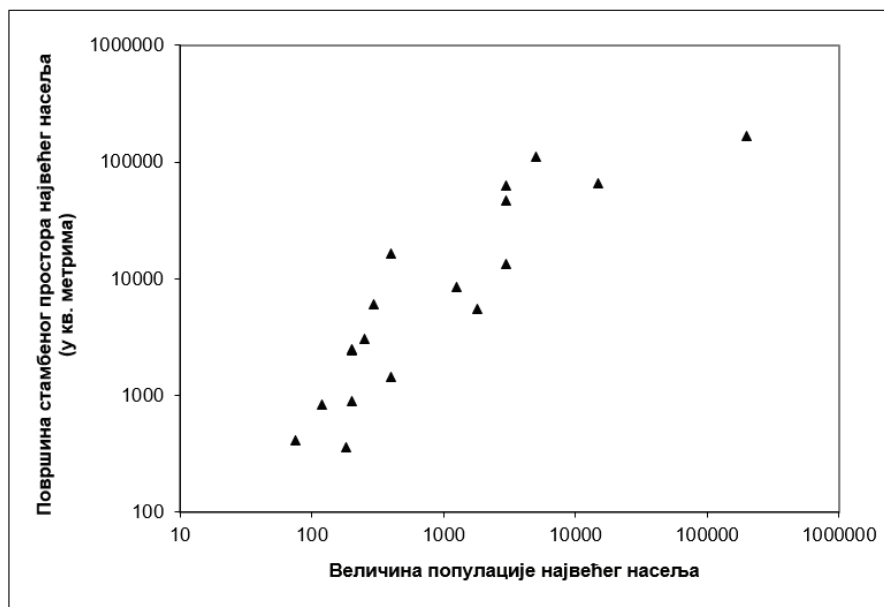
С обзиром на то да је оцењена вредност b параметра блиска јединици, Нерол је вероватно одлучио да је апроксимира јединицом тј. да заокружи вредност b параметра на 1. У том случају алометријски модел постаје идентичан линеарном, јер ако је вредност b константе једнака јединици, онда се та једначина своди на линеарну једначину облика $Y = a \cdot X$. Пошто је $\log a = 1.335$, Нерол је вероватно заокружио и ову вредност на 1 из чега је добио да је $a = 10$. Тако се добија Неролова формула:

$$F = 10 \cdot P$$

где је F укупна површина стамбеног простора у насељу, а P укупан број становника у насељу. Из овако поједностављене формуле извучен је закључак да конверзиона константа износи 10 m^2 по особи тј. да у просеку на сваку особу у насељу долази 10 m^2 стамбеног простора, јер је:

$$\frac{F}{P} = 10$$

Неролова конверзиона константа је веома често коришћена у археологији за оцену величине популације насеља. До оцене величине популације долази се тако што се укупна површина стамбеног простора на једном локалитету (нпр. укупна површина свих кућа) подели са 10.



Слика 67. Однос између логаритма укупне површине стамбеног простора и логаритма величине популације насеља на кроскултурном узорку (према подацима из Naroll 1962: Table 1).

Лебланк је проблему односа броја људи у кући и површине куће пришао на другачији начин (LeBlanc 1971). Он је на основу података о индивидуалним домаћинствима и њиховим кућама израчунао просечну површину по особи, као и одговарајућу стандардну девијацију. Лебланк је показао да се у многим случајевима просечна површина по особи знатно разликује од Неролове константе (у распону од $8.2 \text{ m}^2/\text{особи}$ до $24.1 \text{ m}^2/\text{особи}$, према LeBlanc 1971:211), као и да варијације унутар једне групе, мерене стандардном девијацијом, могу да буду веома велике. Лебланк је стога предложио да се у површину не убраја комплетна површина стамбеног објекта (све оно што је под кровом), него само оне површине на којима се обављају активности (нпр. искључити просторе за складиштење). Када се то учини, онда се просечна површина по особи приближава Нероловој вредности, а смањује се и степен варијације – просечна вредност просечних вредности површине по особи за различите заједнице које анализира Лебланк је $9.95 \text{ m}^2/\text{особи}$.

Осим методолошких и емпиријских проблема, Нероловом истраживању су упућене критике из теоријских разлога (Casselberry 1974; Wiessner 1974). Наиме, Нерол је претпоставио постојање универзалног односа између стамбене површине и броја људи, не узимајући у обзир могућност да би различити фактори могли да утичу на овај однос у различито организованим културним системима. Може се рећи да овај пропуст проистиче из непостојања теоријске утемељености Нероловог приступа – он не покушава да објасни који су то узрочно-последични фактори који резултирају везом између површине стамбеног простора и броја људи. У том светлу, веома је чудна Неролова одлука да претпостави алометријски модел, који управо подразумева одређену теоријску основу, а затим да га одбаци и поједностави.

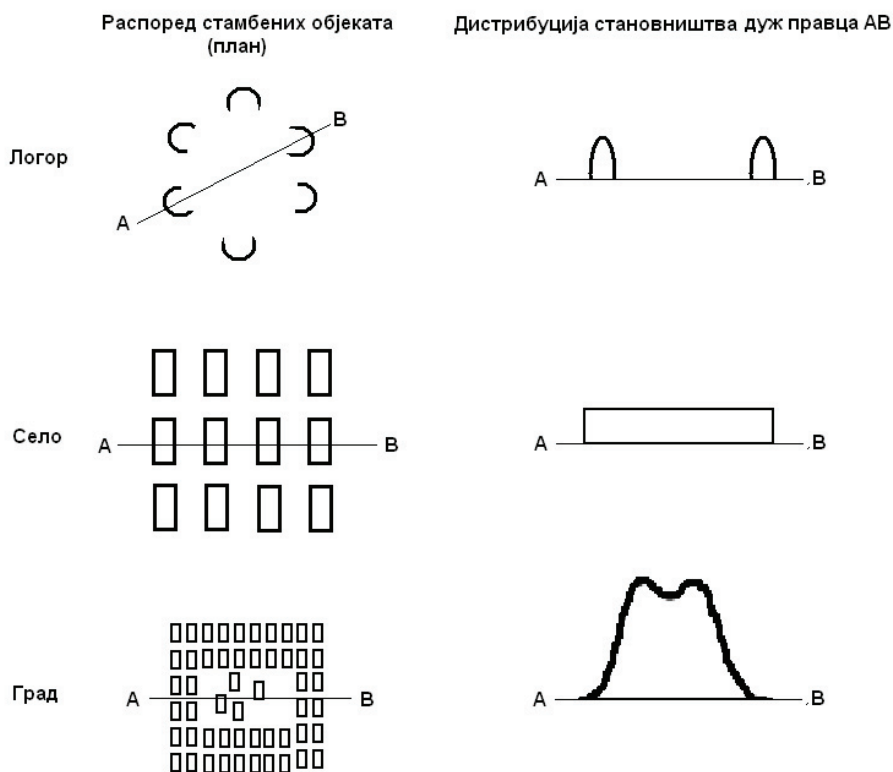
Поли Визнер критикује Нерола управо због теоријске неутемељености и неузимања у обзир варијација у организацији насеља, и поново враћа у фокус алометријски модел, као теоријски утемељен модел за однос величине популације и величине насеља (Wiessner 1974). Визнер преузима идеје из рада шведског географа Нордбека који образлаже зашто је алометријски модел адекватан за проучавање односа површине и популације у урбаним срединама (Nordbeck 1971). Као што је већ речено, битан аспект у алометријском моделу јесте димензионалност променљивих. На пример једна променљива може бити једнодимензионална ако мери линијске величине (као што је на пример дужина), може бити дводимензионална

(површина), тродимензионална (запремина) итд. С саме променљиве у алометријској једначини не морају бити исте димензионалности, али ако променљиве описују објекте који се разликују само у величини, али не и у облику, онда стране једначине морају бити исте димензионалности, од чега ће зависити вредност b параметра. На пример, ако је димензионалност променљиве уиз једначине једнака 2, а променљива x је једнодимензионална, да би алометријски модел био задовољен, вредност параметра b мора бити 2. На пример, емпиријски је показано да оцењена вредност параметра b у једначини која повезује дужину (једнодимензионална величина) и дренажну површну (дводимензионална величина) реке износи 2.0009, што је веома близу вредности која би била изведена теоријски на основу алометријског модела под претпоставком да различите реке имају сличну структуру (облик) дренажних система која се разликује само по величини (Nordbeck 1971:55).

Нордбек је пратећи ову логику предложио алометријски модел за урбана насеља. Он је претпоставио да у урбаним подручјима облик просторне дистрибуције становника подсећа на вулкан (како се иде ближе ка центру, расте број спратова и „вертикална густина насељености” са малим седлом у самом језгру), а пошто је вулкан тродимензионални објекат, број становника у градовима има димензионалност 3 јер је популација распоређена у све три просторне димензије (Nordbeck 1971). Да би се уједначиле две стране једначине, b параметар једначине која предвиђа површину града на основу његове величине популације мора имати вредност $2/3$, а Нордбек је показао да се емпиријска оцена b параметра заиста креће око ове вредности. Поли Визнер се директно надовезала на овај модел и претпоставила да ће за различито организована насеља бити другачија дистрибуција популације у простору и самим тим ће бити потребан другачији алометријски модел за сваки тип насеља – не само да ће се конверзиона константа разликовати (тј. неће бити константа у највећем броју случајева) већ ће се разликовати и једначине тј. математичке функције које повезују величину популације и укупну површину насеља у зависности од модела просторне организације насеља. Треба још једном нагласити да је за разлику од Нерола, Визнер користила укупну површину насеља, а не укупну површину под кровом, пошто се модел односи на облик целог насеља. Она је представила три модела (Wiessner 1974) (Слика 68):

1. Модел логора: популација, односно стамбени објекти се групишу по ободу круга, и леже на једној линији, те је стога димензионалност величине популације у овом случају 1, што значи да вредност b параметра треба бити једнака 2.
2. Модел села: популација и стамбени објекти групишу се у две димензије, по површини насеља, те је стога димензионалност популације у овом случају 2 тј. једнака је димензионалности површине насеља, па ће вредност b параметра бити 1. У овом случају између површине и величине популације постојаће проста линеарна корелација и само овде има смисла говорити о конверзионој константи односно о константном односу између величине популације и површине насеља.
3. Модел града: популација се групише и по површини по вертикали, односно величина популације се повећава како се иде ка градском језгру, да би се у самом центру мало смањила, па је димензионалност величине популације једнака 3, из чега следи да b параметар мора имати вредност $2/3$.

Ови модели могу се интерпретирати и преко густине становништва: у логорима се густина становништва смањује са повећањем броја људи, у селима остаје константна, а у градовима се повећава.



Слика 68. Модели просторне дистрибуције становништва у логору, селу и граду (према Wiessner 1974: Fig. 3).

Визнер је применила регресиону анализу (са логаритамским трансформацијама зависне и независне променљиве) на 16 бушманских кампова за које су постојали демографски подаци. Овакав регресиони модел одлично објашњава податке, а занимљиво је да је емпиријски оцењена вредност b параметра једнака 1.96, што је веома блиско теоријски предвиђеној вредности 2. Када је реч о насељима у којима се популација распоређује по целој површини у две димензије, очекује се линеаран однос између површине и броја људи и ту има смисла користити конверзиону константу, јер су у том случају укупна површина насеља и површина стамбеног простора у насељу повезане линеарном везом, ако је густина архитектуре константна.

Дакле, величина популације једног насеља се у археологији најчешће оцењује тако што се 1) укупна површина стамбеног простора подели вредношћу конверзионе константе, или 2) просечна површина стамбених објеката прво подели конверзионом константом да би се оценила просечна величина домаћинства, па се онда оцењена просечна величина домаћинства помножи бројем стамбених објеката у насељу. Обе ове процедуре даће исти резултат, и оно што је до сада било у фокусу јесте покушај да се пронађе одговарајућа вредност конверзионе константе. Међутим, оно што је занемарено, а што представља далеко озбиљнији проблем јесте питање савремености стамбених објеката на локалитету. Ако се овај проблем занемари, онда оцене величине популације добијене на представљен начин могу да упућују само на горњу границу величине популације. Уколико је трајање насеља дуже од просечног употребног века једног стамбеног објекта, онда можемо бити сигурни, чак и у одсуству вертикалне стратиграфије, да нису сви стамбени објекти који се виде на археолошком ситуационом плану били у истовременој употреби, иако их услед кумулативности археолошког записа видимо као целину и делове једног насеља. Како решити проблем савремености?

Најједноставније решење је да се претпостави да је величина популације током трајања насеља била у просеку константна и да се онда директно примени Шиферова једначина одбацивања прилагођена за стамбене објекте тј. да се једначина реши по s које би у овом случају представљало системски број стамбених објеката, што је број објеката у истовременој употреби у било ком тренутку током трајања насеља. Могуће је релативно поуздано оценити T , нпр. укупан број кућа у археолошком запису једног локалитета, али да бисмо израчунали s , потребно је и да буде познато колико је насеље трајало и који је просечни употребни век куће. Ово прво је у принципу могуће археолошки сазнати уз помоћ метода апсолутног датовања, али је просечни употребни век стамбеног објекта готово немогуће археолошки оценити и неопходно је ослонити се на етнографске и етноархеолошке податке за различите типове стамбених објеката. На пример, насеље је трајало 200 година, просечни употребни век куће је био 50 година, а просечна површина куће износи 30m^2 . На локалитету који је у потпуности археолошки истражен пронађено је 100 кућа. Према Шиферовој једначини одбацивања, просечан број кућа у истовременој употреби износио је:

$$s = \frac{T \cdot L}{t} = \frac{100 \cdot 50}{200} = 25$$

Користећи Браунову конверзиону константу од око 6m^2 по особи, просечна величина домаћинства би износила $30/6=5$ особа што када се помножи са 25 (број кућа у истовременој употреби) даје величину популације од 100 људи – толико је људи у просеку живело у сваком тренутку у датом насељу под претпоставком стационарности популације.

Слично решење проблема савремености (засновано на једначини одбацивања) нуде Амерман и колеге с тим што се њихов прорачун заснива на запреминама остатака кућа са локалитета и запремини културног слоја са локалитета (Ammerman, Cavalli-Sforza, and Wagener 1976 према; Hassan 1981:64–66). Уколико је позната укупна запремина културног слоја са локалитета (V), употребни век куће (L), дужина трајања локалитета (t) и просечна запремина остатака куће, број кућа у истовременој употреби је:

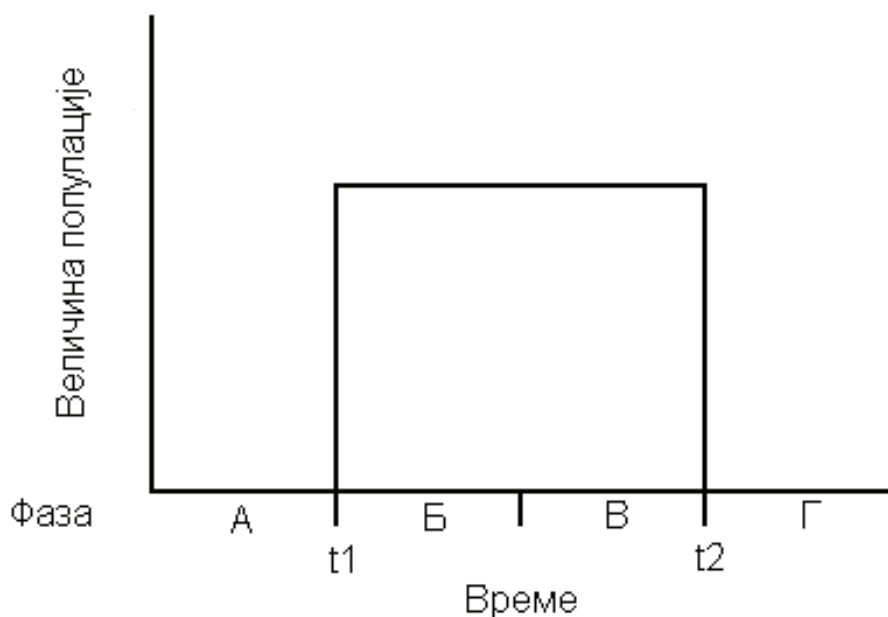
$$s = \frac{V \cdot L}{t \cdot H}$$

Ако је укупна запремина културног слоја на локалитету 15000 кубних метара, ако је насеље трајало 750 година, и ако су куће у просеку трајале 15 година, а њихови остаци у просеку заузимају запремину од 20 кубних метара, онда је број кућа у истовременој употреби:

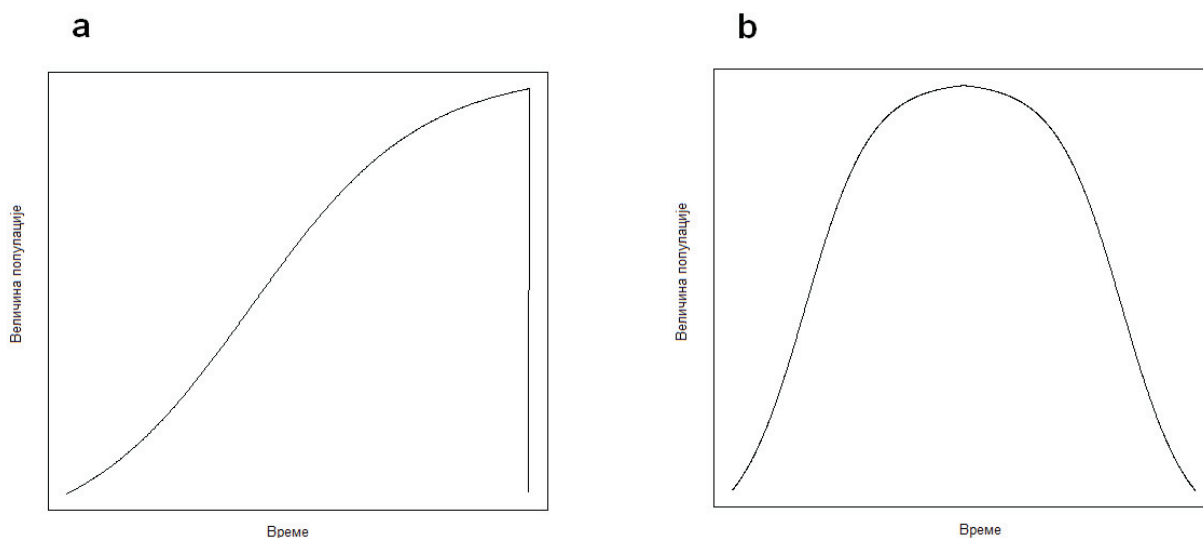
$$s = \frac{V \cdot L}{t \cdot H} = \frac{15000 \cdot 15}{20 \cdot 750} = 15$$

Иако је решење засновано на примени једначине одбацивања најједноставније решење, оно је и најмање задовољавајуће јер претпоставља модел популационе динамике на нивоу насеља који у већини случајева вероватно није адекватан. Овде се подразумева стационарни модел који би у стварности значило то да насеље моментално настаје у својој пуној величини, а да на крају трајања насеља целокупна популација одједном напусти насеље (Слика 69). Може се аргументовати да је далеко вероватније да насеља имају сложенију популациону

динамику, нпр. да по оснивању популације прво расте, достиже неки максимум, и потом опада до напуштања насеља (Schacht 1984) или да по достизању максимума нагло опадне ако је у питању неки катастрофични сценарио (Слика 70).



Слика 69. Схематски приказ претпоставке о стационарности популације (према Schacht 1984: Figure 1).

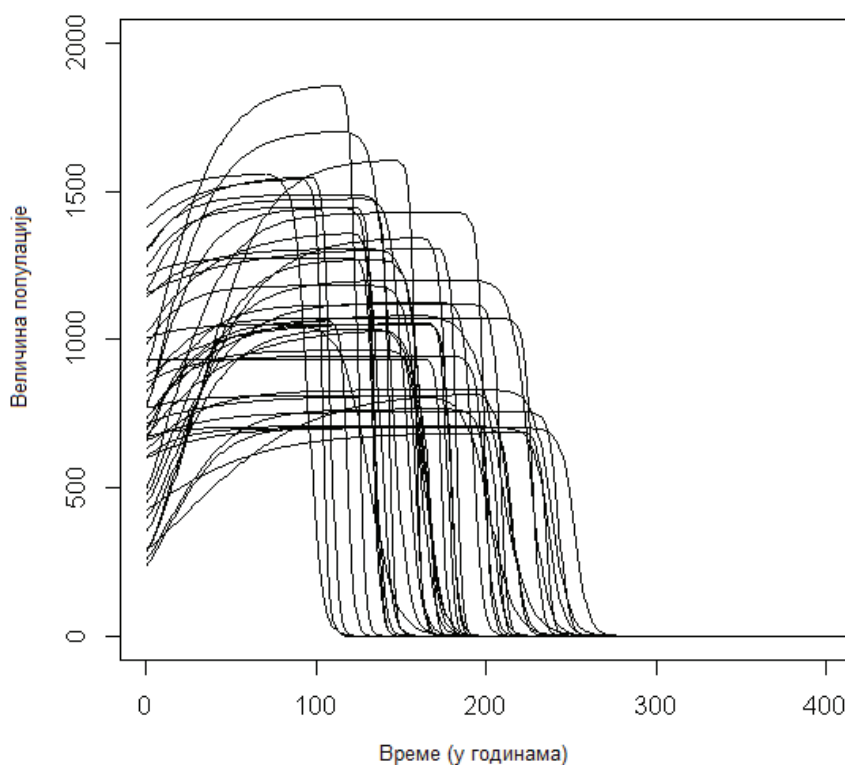


Слика 70. а) Катастрофични модел: популација насеља полако расте, достиже максимум и нагло долази до депопулације б) Модел раста и опадања: популација насеља постепено расте, достиже максимум и затим постепено опада.

Дакле, осим у случају када је могуће оценити популациону динамику унутар насеља, што је ретко када случај и за шта не постоји јединствена методологија, потребно је претпоставити неки модел популационе динамике. Роберт Шахт предлаже једно могуће решење овог проблема уз претпоставку да популација прво расте па онда опада (Schacht 1984), међутим

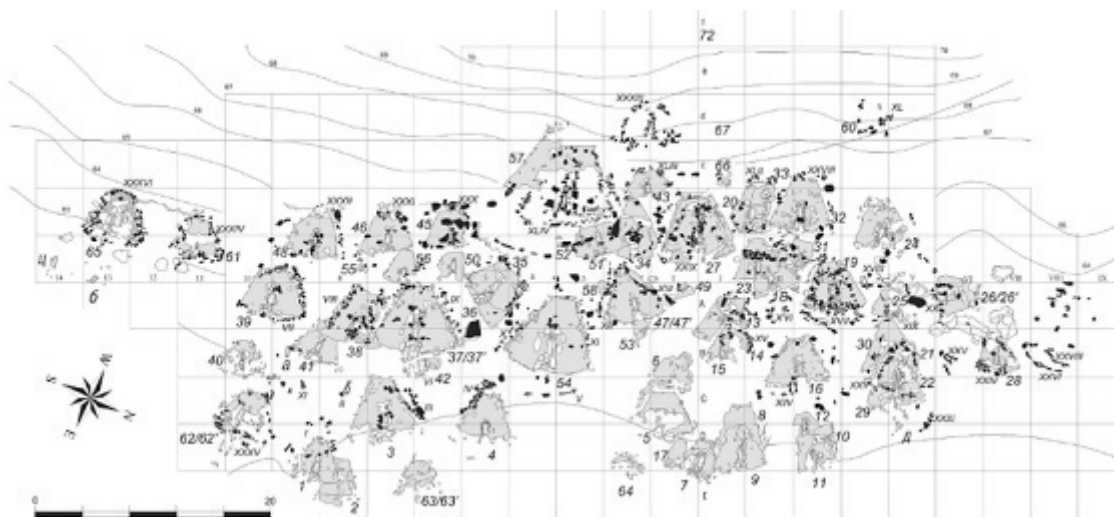
ово решење захтева да имамо веома чврсте претпоставке о различитим параметрима демографског процеса на једном локалитету. Зато ће овде бити представљено једно могуће решење проблема савремености које управо узима у обзир чињеницу да археолози најчешће имају само магловите представе о вредностима кључних параметара и да се те магловите представе могу формално исказати као дистрибуције вероватноће. На пример, археолози не знају тачно колико је неко насеље трајало чак и када имају апсолутне датуме, већ придружују различите вероватноће различитим могућим вредностима трајања насеља. Такође, археолози никада не могу бити сигурни да је једна конверзиона константа (нпр. просек просека стамбене површине по особи из кроскултурног узорка) примењива за све случајеве – управо обрнуто, ми смо готово сигурни да није, али користимо просечну вредност као ону која ће највише да смањи грешку. Све ово је могуће узети у обзир користећи статистички метод *приближног бајесовског рачунања* (енг. *Approximate Bayesian Computation*) како би се на основу најбољих могућих претпоставки о вредностима кључних параметара и природи популационе динамике у насељу дошло до дистрибуције вероватноће за почетну величину, финалну величину и стопу раста популације насеља.

Овај метод примењен је у оквиру палеодемографске анализе каснонеолитских насеља централног Балкана (Porčić i Nikolić, u štampi) и насеља из времена мезолитско-неолитске транзиције на локалитету Лепенски Вир (Porčić and Nikolić 2016). Први корак овог метода јесте да се формулишу следећи елементи: 1) модел популационе динамике (нпр. логистички, експоненцијални, или нека комбинација различитих модела) 2) модел акумулације стамбених објеката у археолошком запису 3) дистрибуције вероватноћа за параметре ових модела, као што су почетна величина популације, демографски капацитет, стопа раста за модел популационе динамике, конверзиона константа и просечни употребни век стамбеног објекта за модел акумулације стамбених објеката кроз време. Затим се према почетним (априорним) дистрибуцијама вероватноће симулира велики број (нпр. милион) различитих демографских сценарија. За сваку појединачну симулацију се узоркује вредност сваког од параметара према почетним дистрибуцијама вероватноће тако да свака појединачна симулација представља један могући демографски сценарио и једну специфичну комбинацију вредности параметара. Затим се са тим параметрима, као улазним вредностима, на основу модела популационе динамике и модела акумулације стамбених објеката, рачуна како се мења популација током трајања насеља (дужина трајања насеља такође представља један од параметара) и колико стамбених објеката ће та популација оставити у археолошком запису. Задржавају се само оне комбинације параметара за које модел производи број стамбених објеката који је близак емпиријски забележеном броју. На пример, ако је на локалитету констатовано 100 кућа, комбинација параметара која предвиђа да ће у археолошком запису бити 99.5 кућа задржава се као могућа, а комбинација која предвиђа 200 кућа одбацује се као немогућа. На основу задржаних комбинација параметара, као оних који се уклапају са емпиријским стањем, за сваки параметар може се добити постериорна дистрибуција вероватноће, као и за комбинације параметара. На основу постериорне дистрибуције вероватноће, могуће је утврдити која је највероватнија вредност параметара. На овај начин су наше претпоставке о вероватноћама демографских параметара суочене са искуством, односно емпиријским чињеницама, а резултат је постериорна дистрибуција вероватноће параметара која је заснована на учесталости комбинација параметара за које претпостављени модели популационе динамике и акумулације дају резултате који су блиски онима из стварног археолошког записа. Овај метод одражава нашу несигурност о правим вредностима параметара, па је стога и резултат заправо скуп могућих сценарија (Слика 71), а не један фиксирани сценарио, што чини овај метод реалистичнијим и прихватљивијим са епистемолошке тачке гледишта.

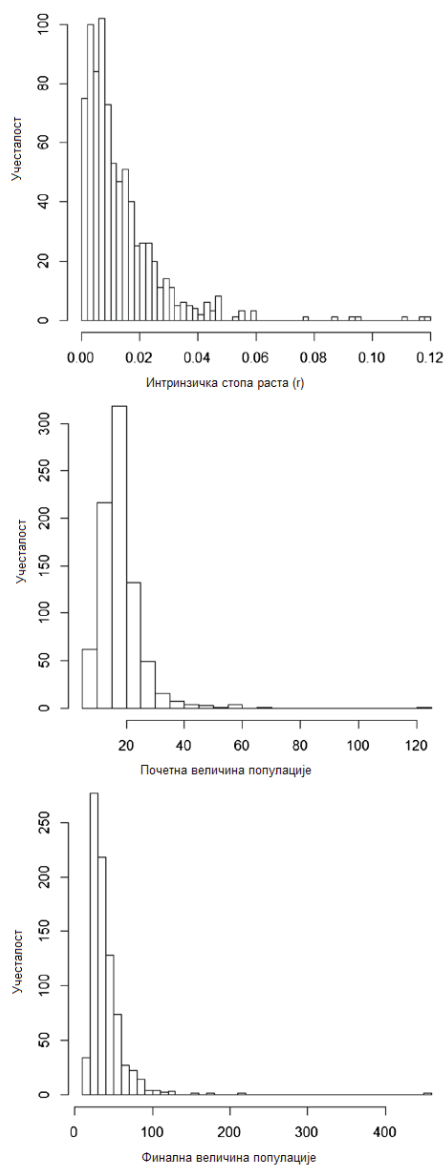


Слика 71. Могуће трајекторије популационе динамике на каснонеолитском локалитету Беловоде у источној Србији (Porčić i Nikolić u štampi).

За оцену популације Лепенског Вира из времена мезолитско-неолитске транзиције (6200–5900. год. п.н.е.) (Слика 72) изабран је логистички модел раста популације, формулисан је модел акумулације кућа, а за просечни животни век узета је вредност од 15 година на основу етнографски забележених употребних векова земуничких конструкција, јер су трапезоидне куће на Лепенском Виру биле полуукопани објекти па је разумно претпоставити да су на њихово пропадање утицали слични фактори као они који утичу на земунице (Porčić and Nikolić 2016). Почетна дистрибуција за вредност конверзионе константе формулисана је на основу етнографских података, као и почетна дистрибуција иницијалних величина популације. Почетна дистрибуција трајања локалитета добијена је на основу бајесовског моделовања радиокарбонских датума. Осим укупног броја кућа, додатна емпиријска ограничења заснована на стратиграфским односима, као што је максимални број кућа у првој и последњој фази насеља, такође су укључена у анализу. Резултирајуће постериорне дистрибуције (Слика 73) сугеришу да је на самом почетку мезолитско-неолитске транзиције величина популације насеља у Лепенском Виру била око 15 до 20 људи, а да је до краја фазе нарасла до између 25 и 45 особа. Дакле, можемо да закључимо да је Лепенски Вир био релативно мало рибарско насеље, упоредиво по величини са етнографски забележеним ловачко-риболовачким заједницама. Да је величина популације оцењивана тако што је просечна површина куће која износи око 14m^2 подељена вредношћу Браунове конверзионе константе од 6m^2 и затим помножена укупним бројем од 70 кућа, добило би се да је популација Лепенског Вира бројила око 160 људи што је око 4 пута више од оцене добијене методом који узима у обзир проблем савремености. Такође, анализа је показала да је вредност стопе раста популације највероватније била око 1%.



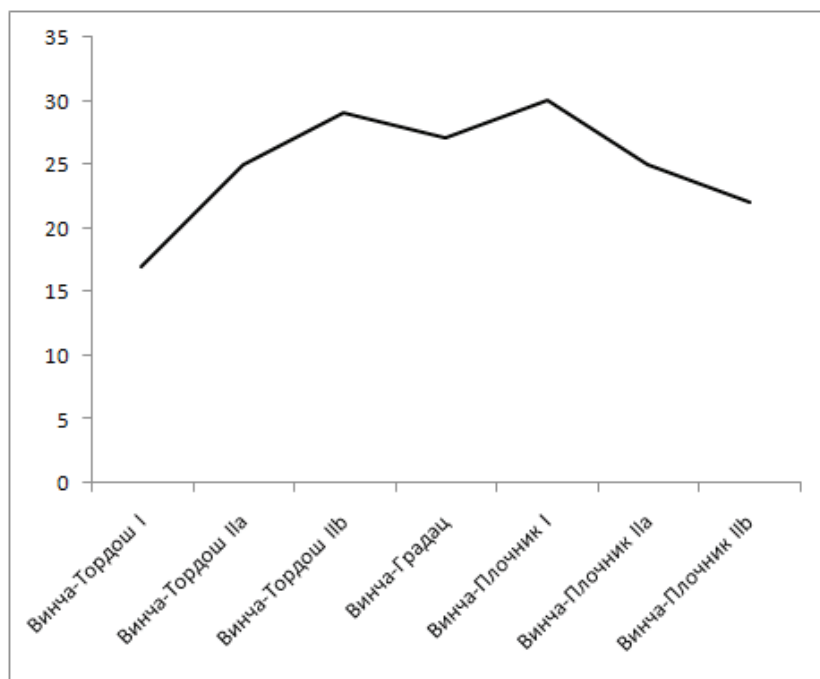
Слика 72. Ситуациони план Лепенског Вира – насеље из времена мезолитско-неолитске транзиције (према Borić and Dimitrijević 2007).



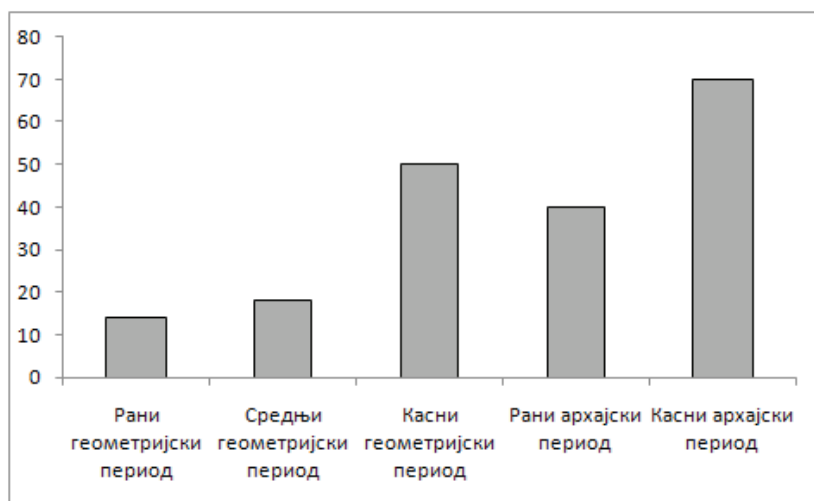
Слика 73. Постериорне дистрибуције почетне и финалне величине популације на Лепенском Виру, као и интринзичке стопе раста популације (према Porčić and Nikolić 2016: Fig. 9).

Величина популације и популациона динамика на регионалном нивоу

У складу са теоријском конструкцијом наведеном у уводном делу овог поглавља, број локалитета из неког периода у неком региону требало би да буде индиректни показатељ величине популације, а ако је све остало једнако, промене у броју локалитета кроз простор и време би требало да одражавају промене у величини популације. Под претпоставком да је могуће оценити величину популације на појединачним локалитетима, подаци о промени учесталости локалитета по фазама могу се претворити у апсолутне оцене величине популације. Из овог разлога, први корак у реконструкцији демографске динамике неког региона јесте пребројавање локалитета по периодима (Corvisier 2008; Bowman and Wilson 2011; Bintliff 1997). На графиконима су приказани типични примери анализе ове врсте – за каснонеолитске локалитете са тла Србије (Слика 74) и за локалитете из гвозденог доба и историјског периода на подручју Атике (Слика 75).



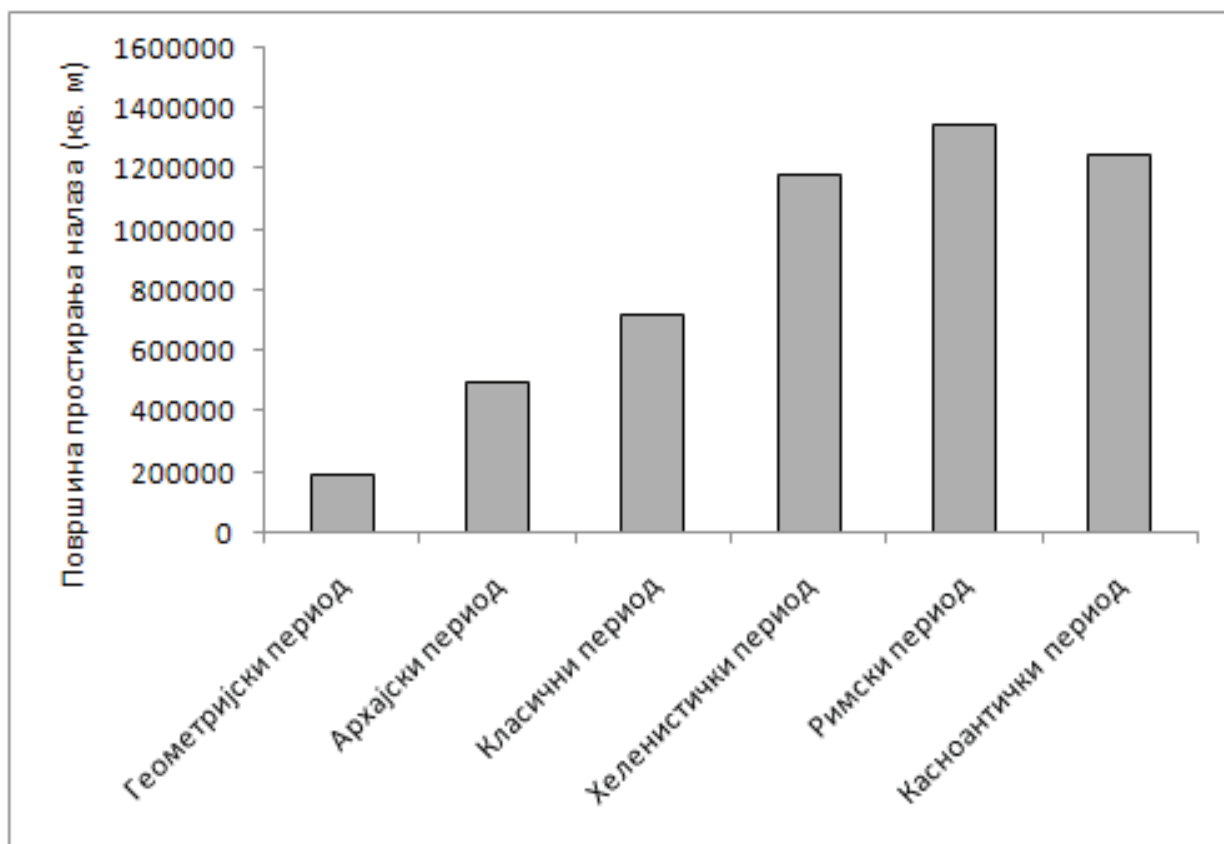
Слика 74. Број каснонеолитских локалитета по хронолошким фазама винчанске културе (према Ристић-Опачић 2005: Слика 4).



Слика 75. Број локалитета на подручју Атике од раногеоетријског до касноархајског периода (према Bintliff 1997: Figure 5).

Наравно, ретко када је у археологији „све остало једнако”, тако да се праћење популационе динамике на регионалном нивоу тек у изузетним случајевима може свести на бројање локалитета у различитим фазама. Како би се палеодемографска анализа спровела на основу насеобинских података, потребно је узети у обзир читав низ фактора као што је величина локалитета, затим трајање локалитета (што произлази из Шиферове једначине одбацивања), трајање фазе у оквиру које се врши груписање и различите пристрасности које утичу на вероватноћу детектовања локалитета из неког периода и из неког региона, а које могу бити тафономске или културне природе.

Као што је у претходној подсекцији показано, постоји корелација између величине популације и површине насеља, јер људи заузимају физички простор па ће према томе више људи захтевати више простора. Другим речима, не може се закључити да је величина популације у два периода из којих имамо приближно исти број локалитета била приближно једнака ако су површине локалитета из једног периода нпр. три пута веће од површина локалитета из другог периода. Дакле, ако је циљ да се оцене релативне промене у величини популације између периода или региона, онда треба узети у обзир и површину локалитета, а не само њихов број. Ово се може урадити тако што ће се за један период израчунати укупна сума површине насеља, што узима у обзир и број локалитета, или, ако само за неке локалитете постоје поуздани подаци о површини, број локалитета у фази се може пондерисати просечном површином локалитета за дати период. На графикону (Слика 76) можемо да видимо како се популациона динамика на подручју Сфакије (Крит) прати тако што се за сваку фазу сабирају површине распрострањања керамике на локалитетима на основу података са рекогносцирања (Price 2011).



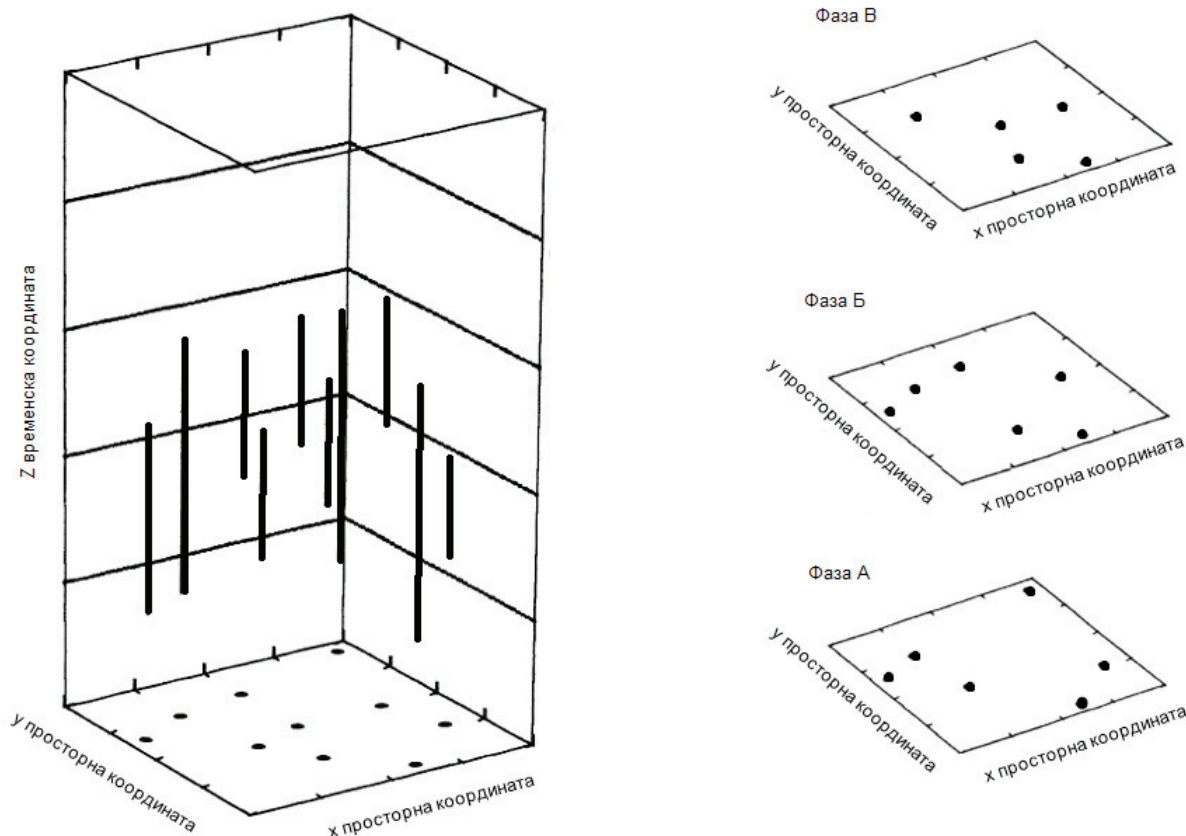
Слика 76. Укупна површина распрострањања налаза из различитих периода на подручју области Сфакија на Криту (према Price 2011: Fig.2.1).

Симултана анализа површине и броја локалитета је неопходна, јер се на тај начин могу добити и информације о систему насељавања, што има социокултурне импликације. На пример, могу се пратити центрипетални процеси попут концентрисања становништва у мањи број већих насеља или центрифугални процеси расејања становништва из мањег броја већих у већи број мањих насеља. Чест је случај да се пребројава број новооснованих насеља по фази. Ова величина може да указује на три ствари: 1) пораст или опадање популације 2) дужину трајања насеља 3) континуитет у употреби једне локације (могуће је да насеља трају релативно кратко, али да се уместо оснивања нових насеља популација креће од једног ка другом већ постојећем насељу и обрнуто, мада ово би било веома тешко археолошки ухватити ако су циклуси кратки, нпр. испод 100 година).

Број локалитета из различитих периода који су откривени археолошким методама проспекције не одражава само број локалитета који су постојали у тим периодима, већ је и последица различитих тафономских фактора који утичу на стопе (вероватноће) проналажења локалитета из одређених периода и одређених региона (Witcher 2011).

Уколико се пореде два периода чија се временска дужина разликује, нпр. ако један траје 500, а други 1000 година, може се доћи до погрешне слике о броју локалитета, ако се трајање периода не узме у обзир, јер чак и да су величина популације и број локалитета били исти у оба периода, вероватно је да ће укупни број локалитета из периода који је дуже трајао бити већи од броја локалитета из периода који је краће трајао. Из овог разлога се број локалитета (или укупна површина, када се и величина локалитета узме у обзир) стандардизује тако што се дели са дужином трајања периода, па се онда пореди број (или површина) локалитета по временској јединици. Треба нагласити да је због проблема савремености (видети пасус испод) овај приступ оправдан само ако је и просечно трајање локалитета у два периода једнако – у супротном потребно је стандардизовати број (величину локалитета) узевши у обзир и просечно трајање локалитета унутар фазе, уколико је та информација доступна. Ово се може урадити тако што се број, односно величина локалитета подељена трајањем фазе помножи просечним трајањем локалитета.

Као што је већ поменуто, један од кључних проблема насеобинске палеодемографије јесте проблем савремености, било насеља или објеката унутар насеља о чему је већ било речи (Plog 1973; Schacht 1984; Cameron 1990; Porčić 2011; Dewar 1991; Porčić and Nikolić 2015; Kintigh 1994; Dewar 1994; Grove 2012). Релевантни фактори за проблем савремености јесу дужина трајања локалитета (учесталости напуштања и оснивања нових насеља) и дужина трајања фаза у оквиру којих се локалитети групишу тј. пребројавају. Проблем савремености проистиче из кумулативне природе археолошког записа – број локалитета на мапи из једне хронолошке фазе представљаће број насеља у истовременој употреби само у случају да је временско трајање те хронолошке фазе краће од просечног времена трајања локалитета. У супротном, број локалитета из те фазе као и дистрибуција локалитета у простору представљаће кумулативни запис насеља која нису сва била у истовременој употреби (Слика 77). Могућност археолога да одвоји групе савремених насеља зависиће од доступне хронолошке резолуције – уколико је могуће дефинисати хронолошке фазе чије је трајање краће или приближно једнако трајању локалитета, број локалитета по фази ће одражавати број савремених локалитета из те фазе.



Слика 77. Схематски приказ проблема савремености: две хоризонталне димензије представљају просторне димензије (географску ширину и дужину), а вертикална представља временску димензију; сваки локалитет има своје фиксирани координате у простору и своје трајање у времену; на десној страни приказани су синхрони пресеци просторно-временског квадра са левог дела слике – овако изгледа дистрибуција локалитета који постоје у различитим фазама, и као што се види, увек их је мање у односу на број локалитета у кумулативном запису који се види у основи квадра на левој страни (према Dewar 1991: Figure 1–2). Ова концептуализација примењива је како на насеља, тако и на стамбене објекте унутар једног насеља.

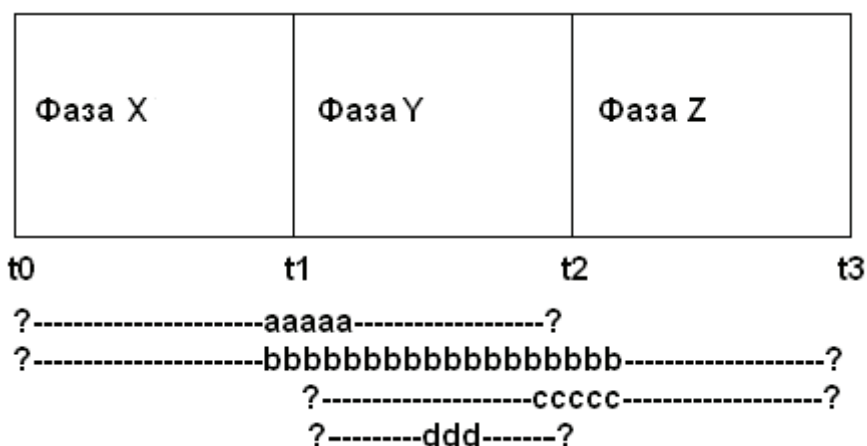
Међутим, поставља се питање шта да се ради ако је хронолошка резолуција мала, како онда оценити број насеља која су била у употреби у исто време и на основу тога величину популације? Уколико би се сви локалитети третирали као савремени, дошло би до прецењивања величине популације, а степен прецењивања би зависио од тога колико је дужина трајања фазе коју посматрамо већа од просечне дужине трајања локалитета.

Не постоји стандардни метод који решава проблем савремености, али у литератури се могу наћи нека решења (Kintigh 1994; Dewar 1994; Dewar 1991; Plog 1973; Porčić and Nikolić 2015; Porčić 2011; Grove 2012). Аналогно проблему савремености на нивоу локалитета, основно питање на које треба дати одговор анализом јесте колико је локалитета (у просеку) било у истовременој употреби током трајања одређене фазе? Уколико је познато колико фаза траје и уколико постоји релативно поуздана оцена просечног трајања насеља из дате фазе, под претпоставком да је број насеља (а самим тим вероватно и популација) током фазе био константан, могуће је директно применити Шиферову формулу одбацивања и решити је по s , тј. израчунати системски број локалитета током фазе. На пример, ако је рекогносцирањем утврђено да је у региону Y током фазе X која је трајала 200 година било укупно 100 локалитета, и ако је просечно време трајања једног насеља – локалитета 50 година, просечан број

истовремених локалитета био би 25⁹⁵. Овај метод је једноставан, али и проблематичан јер почива на претпоставци о стационарности популације током фазе, тако да је погодан само као најгрубље средство у оцењивању броја истовремених локалитета, а самим тим и величине популације.

Дивор је формулисао сложенији метод за решавање проблема истовремености на регионалном нивоу (Dewar 1991), који је допунио и кориговао Кинтиг (Kintigh 1994). Ова два метода су слична, и као што ће се видети дају сличне резултате, мада између њих постоје и неке концептуалне разлике (Dewar 1994). Оба метода полазе од следеће поставке. Уколико се посматра једна фаза Y, којој претходи фаза X а следи јој фаза Z, чије је трајање познато, и уколико је на основу покретних налаза, нпр. типологије керамике могуће одредити која фаза је присутна на сваком локалитету⁹⁶, могуће је разликовати 4 типа локалитета (Слика 78):

1. локалитете који су основани у неком тренутку током претходне фазе, а напуштени током фазе која се посматра (тип а).
2. локалитете који су основани у неком тренутку током претходне фазе, трајали током фазе која се посматра, а напуштени у следећој фази (тип b).
3. локалитете који су основани у неком тренутку током посматране фазе, а напуштени током следеће фазе (тип c).
4. локалитети који су основани и напуштени током трајања посматране фазе (тип d).



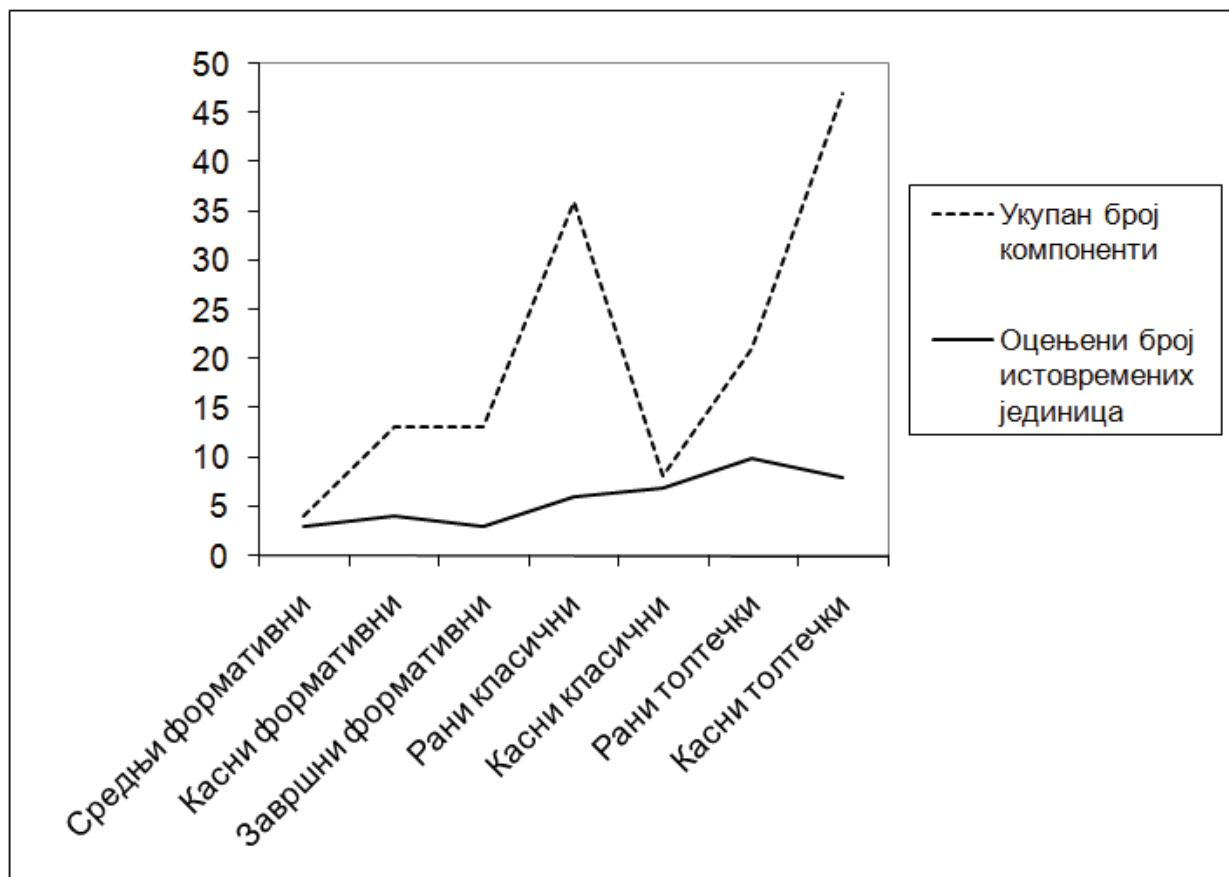
Слика 78. Типови локалитета према томе колико хронолошких фаза обухватају (према Dewar 1991, Fig.3).

Дивор предлаже следеће методолошко решење (Dewar 1994; Dewar 1991). Када се утврди број сваког од ових типова локалитета унутар посматране фазе, треба израчунати стопе оснивања и напуштања локалитета унутар фазе. Стопа оснивања рачунасе $(c+d)/p$, а стопа напуштања $(a+d)/p$, где је a број локалитета типа а, c број локалитета типа с, d број локалитета типа d, и p дужина трајања фазе у годинама. Број локалитета који су у употреби у

95 При томе, треба увек имати на уму да је број насеља утврђен археолошким истраживањима обично узорак укупног броја насеља која су постојала у прошлости, јер се рекогносцирање ретко када врши на целокупној територији неке регије, а чак и када би то био случај, треба рачунати на губитке у броју пронађених локалитета услед различитих тафономских фактора. У случају делимичног рекогносцирања, овај проблем се релативно лако решава тако што се осмишљава такав територијални узорак на основу кога је могуће генерализовати резултате на подручје целе регије. На пример, у најпростијем случају, ако је на 25% рекогносциране површине пронађено 100 локалитета из неке фазе, очекивали бисмо да их на целој територији има око 400.

96 Уз додатну претпоставку да је насељавање на датом локалитету било континуално, ако је присутна керамика из две фазе.

тренутку који означава почетак посматране фазе једнак је $a+b$, где је a број локалитета типа a , b број локалитета типа b . Дивор користи компјутерску симулацију како би оценио број истовремених локалитета. Симулација почиње са $a+b$ локалитета, јер их је толико морало бити у истовременој употреби на почетку фазе, а затим у свакој години током трајања фазе компјутер оснива или брише један локалитет према вероватноћама које зависе од емпиријски израчунатих стопа оснивања или напуштања локалитета у датој фази. На тај начин је за сваку годину током трајања фазе уз помоћ симулације могуће израчунати просечан број локалитета у истовременој употреби. Додатна корист овог метода је што омогућава и директну оцену просечног трајања локалитета. Ако се стопа напуштања подели добијеним просечним бројем истовремених локалитета, добија се просечна стопа напуштања по локалитету по години – реципрочна вредност овог броја јесте просечно трајање локалитета односно насеља током посматране фазе. Дивор је свој метод илустровао на археолошким подацима са подручја Мексика. На графикону се може видети укупан број локалитета који имају компоненту која припада свакој од посматраних фаза упоређен са просечним бројем истовремених локалитета оцењеним Диворовим методом (Слика 79). Уочљиво је да се, према броју компоненти између раног класичног и касног класичног периода, може закључити да популација опада, док се на основу Диворовог метода добија другачија (и вероватно тачнија) слика, јер када се узме у обзир да локалитети дуже трају током касног класичног периода, да највише има локалитета типа b , јасно је зашто се добија да број симултано насељених локалитета заправо расте.



Слика 79. Промена броја локалитета кроз време у Мексику (према Dewar 1991: Figure 5). Испрекидана линија означава оцену базирану на укупном броју локалитета на којима је присутна дата фаза, а пуна линија оцену броја истовремених локалитета добијену Диворовим методом.

Кинтиг сматра да треба увести додатно ограничење да број локалитета у било ком тренутку током фазе не сме пасти испод броја који је једнак броју локалитета типа b⁹⁷, јер знамо да они трају током целе фазе, но ово је само допуна Диворовог метода, не и концептуална критика (Kintigh 1994). Кључна Кинтигова критика је то да се у Диворовим прорачунима заправо не узима у обзир информација о броју локалитета типа d, показујући како је модел који се користи за симулацију еквивалентан моделу који користи нето стопу раста или опадања броја локалитета од почетка до краја фазе, а која представља разлику између стопе оснивања и стопе напуштања локалитета:

$$\frac{c+d}{p} - \frac{a+d}{p} = \frac{c-a}{p}$$

Као што се види, са десне стране једначине која представља нето стопу раста уопште више не фигурира број локалитета типа d. Такође, просечан број истовремених локалитета може се израчунати као просек броја локалитета на почетку и на крају фазе, што опет значи да је изостављена информација о броју истовремених локалитета типа d, тако да је резултат заправо само просечан број истовремених локалитета типа a, b и c:

$$s_{abc} = \frac{(a+b) + (c+b)}{2}$$

Кинтиг сматра да је проблематично ако се за оцену броја истовремених локалитета током фазе не користи број локалитета који су основани и напуштени током те фазе, односно који су постојали само током трајања дате фазе, и зато предлаже ревизију модела тако што ће се оцени просечног броја истовремених локалитета која је израчуната на основу броја локалитета типа a, b и c, додати и оцена просечног броја истовремених локалитета типа d. Просечан број истовремених локалитета типа d током фазе је (Kintigh 1994):

$$s_d = d \cdot \frac{u_d}{p}$$

где је u_d просечно трајање локалитета типа d. Поставља се питање како израчунати просечно време трајања локалитета типа d (u_d). Кинтиг решава овај проблем и изводи следећу формулу за оцењивање просечног броја истовремених локалитета типа d (Kintigh 1994):

$$s_d = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{c \cdot d}{c+d} + \frac{a \cdot d}{a+d} \right]$$

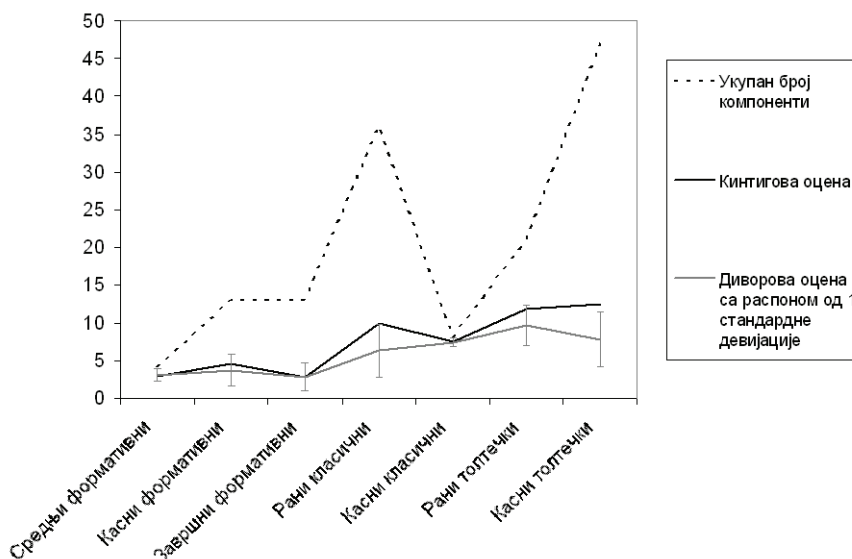
97 Мада Дивор одговара да ова корекција има смисла само ако се претпоставља да су локалитети типа b били континуирано насељени током фазе, у супротном једино ограничење које је потребно, а које је Дивор већ уградио у своју симулацију, јесте оно да број активних локалитета ни у једном тренутку не сме бити нула (Dewar 1994).

Укупан број истовремених локалитета током фазе једнак је збиру просечног броја истовремених локалитета типа *a*, *b* или *c*, који се рачуна као просек броја локалитета присутних на почетку и крају фазе, и просечног броја истовремених локалитета типа *d*:

$$s = \frac{1}{2}[(a + b) + (b + c)] + s_d = s_{abc} + s_d$$

Дивор примећује да су мале разлике које постоје резултат различите концептуализације насобинског и демографског процеса (Dewar 1994). Његов метод заснован је на популационом приступу – он локалитете сваког типа, односно њихово трајање види као да долазе из једне популације односно да су вредности трајања локалитета случајни исходи узорковања из неке јединствене популационе дистрибуције трајања локалитета. Из тог разлога Дивор сматра да број локалитета типа *d* не мора да се додаје као посебна компонента оцени просечног броја истовремених насеља⁹⁸, јер је тај број релевантан само за рачунање стопа оснивања и напуштања локалитета. Његова оцена просечног броја истовремених локалитета као и просечног трајања локалитета односи се на целу популацију локалитета. Са друге стране, Дивор сматра да Кинтиг посматра различите типове локалитета као суштински различите по типу и трајању – конкретно, он оцењује просечно трајање локалитета типа *a*, *b* и *d*, сматрајући локалитет типа *b* суштински другачијим од осталих јер је њихово трајање очигледно дуже од трајања фазе, док их Дивор види само као екстремне вредности (према трајању) једне исте дистрибуције. У пракси нема велике разлике између Диворовог и Кинтиговог метода (Слика 80), јер оба дају сличне резултате, с тим што је оцена броја истовремених локалитета током фазе увек већа код Кинтиговог метода јер је увећана за посебно оцењен број истовремених локалитета типа *d*, тако да се оба метода могу користити, у зависности од контекста и претпоставки истраживача, за решавање проблема савремености у насобинској палео-демографији.

Слика 80. Поређење резултата примене Диворовог и Кинтиговог метода (према Dewar 1994: Figure 1).



⁹⁸ Замислимо да је стопа напуштања једнака стопи оснивања насеља и да је број основаних локалитета типа *a*, *c* и *d* једнак. Могућа је ситуација у којој сви локалитети типа *a* бивају напуштени на крају прве трећине трајања фазе, а сви локалитети типа *c* бивају основани на почетку треће трећине трајања фазе, док сви локалитети типа *d* бивају основани на крају прве, а напуштени на почетку треће трећине трајања фазе. У том случају би додавање компоненте *d* прецењивало прави број истовремених локалитета, јер би он заправо увек био једнак $(a+c)/2+b$. Ово је екстремни случај, али илуструје Диворову логику упросечавања – неки локалитети типа *a* ће бити напуштени одмах по почетку фазе и замениће их локалитети типа *d*, такође, неки од локалитета типа *c* биће основани при самом крају фазе, тако да ће у просеку број локалитета током фазе бити једнак просеку броја локалитета на почетку и на крају фазе.

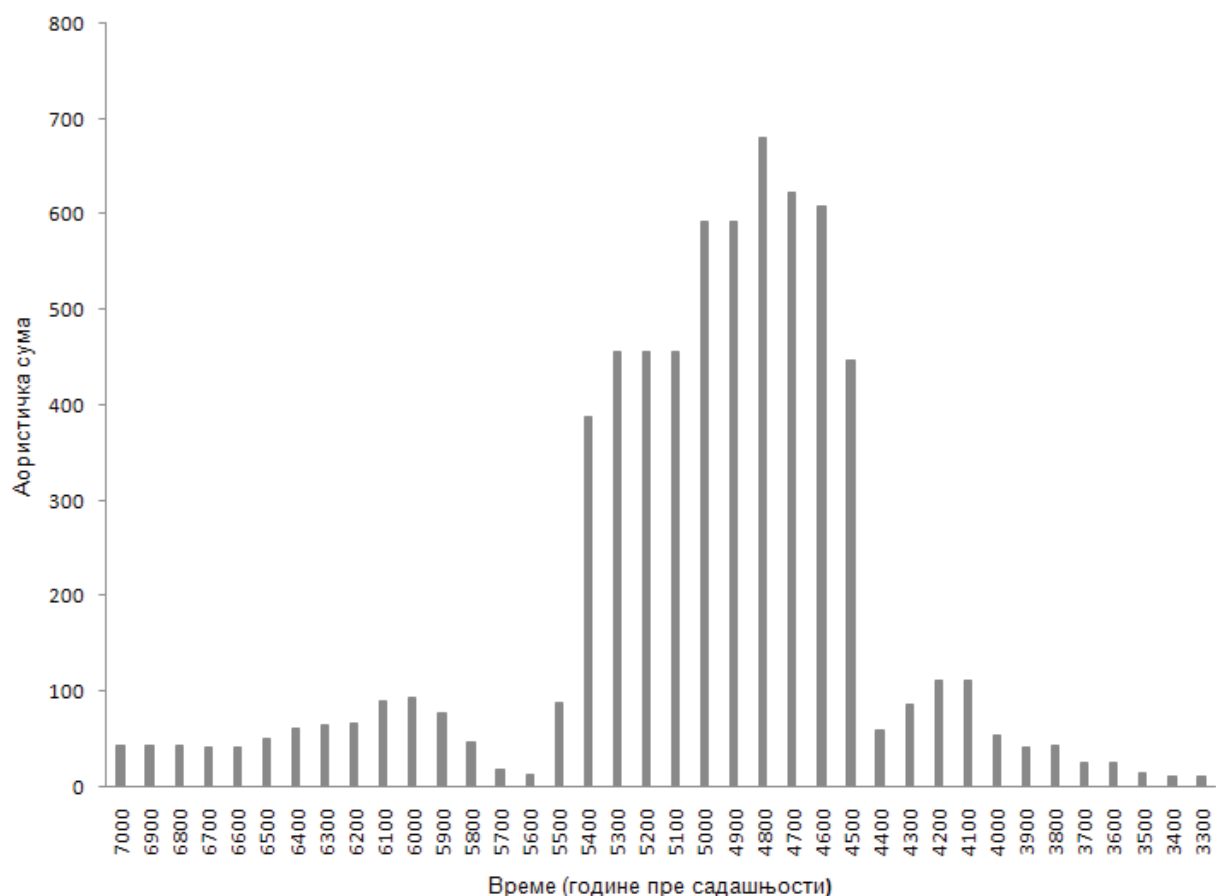
За решење проблема савремености на регионалном нивоу може се, уз потребна прилагођавања и модификације, користити и бајесовски метод представљен у подсекцији која се односи на оцењивање величине популације насеља – уместо стамбених објеката, основна јединица посматрања био би локалитет, односно насеље. Такође, Плогов и Шахтов метод је могуће искористити као први корак за оцењивање популације на регионалном нивоу у одређеном временском интервалу, што Шахт заправо и ради. Ако за сваку годину, на сваком локалитету имамо оцену величине популације, на регионалном нивоу ћемо добити величине популације за сваку годину (или неки други временски интервал) сабирањем оцењених величина популације на појединачним локалитетима за одговарајуће године.

Временска неодређеност и проблем савремености

У археологији је уобичајен случај да се појединачни стамбени објекти или појединачни локалитети датују у неку стилску или стратиграфску фазу. Уколико је трајање те фазе релативно добро познато, ако се зна колико у годинама траје одређена фаза (нпр. колико траје Винча А фаза), за јаму која је датована у фазу Винча А може се рећи да је она, у одсуству других информација, могла настати у било ком тренутку током те фазе. Дакле, може се рећи да одређивање неког археолошког ентитета (било артефакта, архитектонског објекта или целог насеља) у одређену фазу подразумева придруживање одређене дистрибуције вероватноће времена настанка, коришћења или одбацивања тог ентитета. На пример, може се поставити питање, како на основу скупа кућа, где је свака кућа датована у одређени временски интервал, с тим што ти временски интервали могу и да се преклапају, реконструисати популациону динамику у неком насељу или региону, ако подаци о кућама долазе са више локалитета. Приметимо да је овај проблем сличан проблему оцењивања дистрибуције старости скелетне серије на основу оцена појединачних старости које су дате у преклапајућим интервалима (видети Поглавље 5). Као што ће се видети, решење овог проблема је такође слично методу понуђеном за решење аналогног проблема у скелетној палеодемографији тј. методу Халејевих трака (Luy and Wittwer-Backofen 2008).

Метод који решава проблем савремености, формулисан у виду проблема временске неодређености, формулисао је Енрико Крема и илустровао на примеру земуница Јомон културе у Јапану (Crema 2012). Укупан број земуница из периода од 7000 до 3300 година пре садашњости износи 6757. Свака земуница је на основу керамике у испуни одређена у једну или неколико од 29 узастопних и непреклапајућих хронолошких фаза дефинисаних на основу особина керамике. Свега 15.8% земуница одређено је искључиво у једну фазу, а остале су одређене у више фаза. Једно решење би било да се за анализу користе само они објекти који су одређени у једну фазу, али на овај начин би се одбацила информација о демографској динамици која је садржана у броју кућа које се могу одредити у више фаза⁹⁹. Друго решење је да се за сваку годину учесталост кућа оцени тако што би се свака кућа расподелила по временским јединицама и онда би се тако добијене временски „размазане” куће сабрале тј. сабрао би се број временских јединица који долази од сваке куће. Овакво сабирање временски распоређених кућа назива се *аористичка сума* (Crema, Bevan, and Lake 2010; Crema 2012), а резултати овог поступка приказани су на слици (Слика 81).

⁹⁹ Треба разликовати две ситуације када је реч о интерпретацији временске неодређености: 1) одређење земунице у једну или више фаза значи да је она трајала током трајања тих фаза, у том случају временска неодређеност заправо представља трајање земунице, а не неодређеност у правом смислу 2) земуница је коришћена у једном ужем временском интервалу унутар саме фазе, а временска неодређеност представља у правом смислу неодређеност. Метод који је овде представљен подразумева ову другу интерпретацију, мада у конкретном случају нема никакве разлике у математичком смислу, јер се за сваку кућу узоркује по један могући датум из распона (видети опис метода).



Слика 81. Аористичка сума према подацима о датовању Јомон земуница. Висина правоугаоника на хистограму за сваки временски период представља индиректни показатељ величине популације (према Crema 2012: Fig.5).

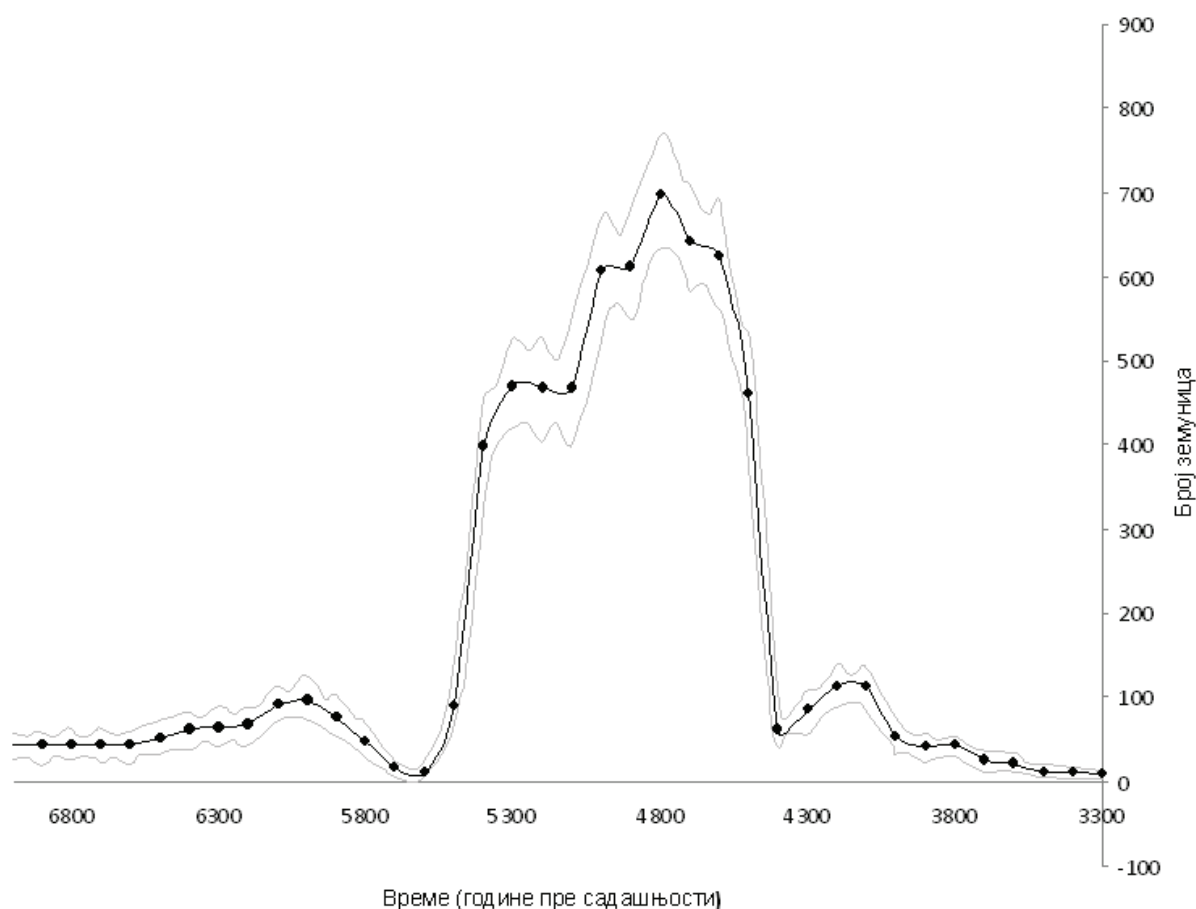
Постоје два проблема са методом аористичке суме. Први и најважнији је тај што не допушта никакву варијацију у оцени релативне учесталости земуница у различитим временским тренуцима, тј. игнорише се пробабилистичка и статистичка природа проблема. Други проблем је то што се подразумева једна интерпретација која није увек најподеснија, а то је да интервали трајања сваке куће не означавају временску неодређеност о њеној употреби, већ да могу представљати и њено трајање.

Кремино решење зато почива на симулацији по принципу који је сличан оном на коме почива метод Халејевих интервала (видети Поглавље 5). Кремин метод подразумева неколико корака:

1. За сваку земуницу узоркује се насумично по један датум из интервала неодређености специфичног за ту земуницу, тако да сви датуми унутар интервала имају једнаку вероватноћу избора. Нпр. ако је земуница опредељена у фазе 3 и 4, а оне заједно трају од 6050. до 5750. године пре садашњости, један могући датум за нпр. време њеног коришћења је 5873. година пре садашњости.
2. Када се поступак из претходног корака спроведе за сваку земуницу, онда је свака земуница датована у тачно једну арбитарно изабрану временску јединицу и могуће је побројати земунице по арбитарним временским интервалима једнаке дужине (временским јединицама). Крема је изабрао резолуцију од 100 година, тако да се онда броје узорци

који падају у појединачне интервале од по 100 година између 7000 и 3300 година пре садашњости. Резултат овог пребрајања је један могући сценарио популационе динамике.

3. Кораци 1 и 2 спроводе се велики број пута (нпр. 10000 пута) и као резултат добија се 10000 могућих демографских сценарија.
4. За сваки временски интервал могуће је одредити просечан број узорака, као и доњу и горњу границу варијације броја узорака по интервалу. Ово представља реконструкцију тренда популационе динамике, заједно са увидом у грешку оцене која постоји услед временске неодређености (Слика 82).



Слика 82. Резултат Креминог метода. Тачке представљају просечан број земуница по интервалу, а сиве површине представљају варијацију у броју кућа око просека за сваки интервал (према Crema 2012: Fig.7).

Такође, Кремин метод омогућава анализу промене стопе раста. Уколико се израчуна разлика узастопних вредности броја узорака за сваки демографски сценарио, добија се дистрибуција могућих стопа раста за све интервале. Код година где интервал варијације не обухвата нулу, већ су границе изнад или испод нуле, можемо бити готово сигурни да у тим интервалима постоји раст или опадање популације у зависности од вредности оцењене стопе раста, док за оне интервале где нула пада у распон варијације, не можемо бити сигурни да ли број кућа расте или опада или остаје исти између два интервала. Да би се статистички тестирала значајност одступања броја кућа по интервалима, од нултог модела који претпоставља да промене није било (стационарна популација), Крема генерише низ демографских сценарија узоркујући број кућа, под претпоставком да свака кућа има једнаку вероватноћу да дође из

било које године између 7000. и 3300. пре садашњости. На тај начин може да провери за сваки пар узастопних интервала да ли је распон варијације у промени броја кућа између њих (стопа раста) добијен узорковањем из емпиријских података већи или мањи од оног добијеног на основу узорковања према нултом стационарном моделу.

Продуктивност животне средине и густина популације

Теоријска основа

У Поглављу 3 средински капацитет дефинисан је као теоријски максимална могућа величина популације у некој животној средини за задати ниво технологије, а демографски капацитет као она величина популације при којој долази до заустављања раста, а коме је претходило успоравање раста као последице промена у густини популације тј. резултате интеракције срединских ограничења и социо-економских образаца одређене заједнице. У оба концепта ограничења животне средине фигурирају као значајан фактор, што је сасвим очекивано будући да су људи део живог света, и величина људске популације је у крајњој инстанци ограничена количином материје и енергије која је доступна у природи на неком месту у одређеном времену. Стога би било очекивано да између атрибута животне средине, који детерминишу количину и проток материје и енергије у неком екосистему, и густине људске популације постоји корелација – нпр. показано је да постоји јака корелација између регионалне количине падавина и регионалне величине популације ловачко-сакупљачких заједница у Аустралији (Birdsell 1953), а до данас је откривен читав низ односа између еколошких и демографских варијабли код ловаца-сакупљача (Binford 2001; Kelly 2013).

Енергетско-материјалну основу сваког екосистема тј. читавог ланца исхране чини примарна продукција органске материје процесом фотосинтезе у коме биљке неорганску материју из природе (вода и угљен-диоксид) претварају у органску материју (нпр. угљоводонике) уз помоћ сунчеве енергије. Две основне детерминанте примарне производње органске материје јесу количина сунчеве енергије (температура) и воде (падавине), што дефинише климу неког подручја. Примарна продуктивност биома односи се на примарну производњу органске материје из неорганске коју спроводе биљке и мери се обично у јединицама масе нове органске материје (прираштају биљне масе) произведене по јединици површине током једне године. Укупна маса биљака у једном биому представља примарну биомасу тог биома. Секундарна продуктивност односи се на годишњу производњу (прираштај) биомасе животињског света (секундарне биомасе) која се развија на основу примарне биолошке продукције. Биоми планете Земље разликују се по примарној и секундарној продуктивности (Табела 21). Међутим, веза између примарне продуктивности и секундарне продуктивности, као и примарне и секундарне биомасе, није једноставна, јер зависи од тога у које делове биљке иде новостворена биомаса, односно да ли су ти делови биљке доступни за конзумирање животињама и људима. Такође, са повећањем трофичког нивоа долази до губитка енергије – у просеку сваки следећи трофички ниво добија и складишти у форми материје свега 10% од енергије произведене на претходном трофичком нивоу (Hassan 1981:26). На пример, укупна енергија коју ће биљоједи да искористе и претворе у биомасу износи свега 10% од енергије коју произведу биљке. Затим, месоједи који једу биљоједи искористиће свега 10% енергије биљоједи итд. Из овог разлога, што је ресурс који људи експлоатишу на вишем трофичком нивоу, мање људи ће моћи да се издржава од тог ресурса у односу на ресурс на nižем трофичком нивоу – у једном екосистему, ако се жито користи као храна за стоку, више људи ће моћи да се прехрани од дате количине жита него од стоке која се може прехранити том истом количином жита (Hassan 1981:26).

Биом	Примарна продуктивност (kg/m ² /години)	Биомаса (kg/m ²)
Тропска шума	3.25	50
Листопадна храстова шума	0.9	40
Тајга	2	26
Савана (умерена)	0.73	6.66
Степа (умерена)	1.12	2.5
Тундра	0.1	0.5
Пустиња	0.25	0.6

**Табела 21. Примарна продуктивност и биомаса основних биом на Земљи
(подаци из Binford 2001:Table 4.06).**

За сваки биом чија су својства позната, у смислу количине и структуре флоре и фауне, могуће је оценити укупну примарну продуктивност тј. количину биомасе која се произведе током једне године по јединици површине и биомасу појединачних врста (Binford 2001). Материја биомасе може се прерачунати у јединице енергије односно у калорије (енергетски потенцијал одређеног простора). Пошто је познато колике су калоријске потребе просечних припадника људске врсте одређеног пола и старости (за одраслу особу 2000–3000kcal у зависности од начина живота), могуће је израчунати густину или величину популације која би могла да се прехрани доступним ресурсима. Ово представља основу за оцењивање густине или величине људске популације у зависности од продуктивности одређене животне средине.

Иако је сам принцип једноставан, у пракси оцењивање демографског капацитета није уопште једноставно јер подразумева узимање у обзир различитих чинилаца који компликују просту везу између енергије присутне у екосистему и величине људских популација. Информација о примарној продуктивности, иако представља ограничавајући фактор за људске популације, није довољна да би се оценило колико људи може да се издржава од ресурса једног екосистема, јер количина енергије коју човек може да добије из екосистема никада није једнака укупној биомаси чак и када се искључи све оно што се подразумева под процесима који зависе од густине популације (Dewar 1984), већ је далеко мања од тога из три основна разлога: 1) није сва биомаса погодна за људску исхрану (нпр. део биомасе коју чине нејестиве биљке и животиње или њихови делови) 2) људске заједнице немају нужно технологију за експлоатацију одређених ресурса (нпр. присуство ресурса из река, језера и мора не значи много ако популација нема технологију, као што су мреже и чамци, да те ресурсе искористи) 3) сезоналност, односно временски распоред доступности ресурса може да буде различит тако да онемогућава симултану експлоатацију. На пример, ако је познато на ком проценту површине у неком региону је растао лешник, и ако је познато колико се килограма лешника годишње у просеку добије са јединице површине, могуће је израчунати колико се људи може прехранити том количином калорија, али сама чињеница да неких ресурса има довољно за прехрану популације одређене величине не подразумева да је популација била баш толика, јер додатни услов јесте да људи поседују технологију за коришћење ресурса, као и да се експлоатација не преклапа временски с експлоатацијом неког другог ресурса, да је не омета, њу или неку другу активност.

Треба узети у обзир и то да нису све калорије једнаке у нутритивном смислу, односно да су људима осим енергије, која долази пре свега од угљених хидрата и масти, за нормално функционисање потребни протеини као градивне материје, као и витамини и минерали. Једна од основних еколошких лекција твз. *Либигов закон минимума* је да величину популације организама ограничава количина оног ресурса кога има најмање. На пример, ако је просечни енергетски потенцијал неке области током године такав да, када се подели са годишњим калоријским потребама по особи може да издржава неку популацију величине N то не значи много, ако је у неком периоду током године количина свих или неког од неопходних ресурса таква да може само $N/2$ популације да преживи. У одсуству технологије складиштења, горња количина популације ће бити ограничена овом минималном вредношћу током године, а не просечном, а додатно ограничење произлази из *Шелфордовог закона толеранције* који гласи да неопходне компоненте исхране морају бити доступне у одређеним пропорцијама (Hassan 1981:29).

Када је реч о просторним аспектима анализе животне средине, продуктивност животне средине могуће је оцењивати на регионалном нивоу, а могуће је и померити фокус на привремено или стално насеље и оцењивати продуктивност животне средине везане за то насеље. У оквиру палеоекономске школе Ерика Хигса развијен је концепт територије која се експлоатише (енг. *catchment*), акоја се дефинише у односу на неко насеље, привремено или стално (Roper 1979). Територија која спада у домен експлоатације једног насеља често представља просторну целину за коју се процењује продуктивност животне средине, јер се на тај начин може оценити и средински капацитет популације која живи у том насељу (привремено или стално). Територија која се експлоатише из једног насеља обично се дефинише као замишљени круг око насеља¹⁰⁰ чији је пречник једнак оној раздаљини коју особа може прећи за два сата у случају ловачко-сакупљачких заједница (што отприлике одговара полупречнику од 10km, колики је радијус кретања Кунг Бушмана), или за један сат у случају земљорадника (круг полупречника од 5km) (Roper 1979).

Оцењивање густине популације ловачко-сакупљачких заједница

Као илустрација, овде ће бити приказан Хасанов модел оцењивања густине популације ловачко-сакупљачких заједница на основу продуктивности животне средине (Hassan 1981:29–37), мада треба нагласити да то свакако није нити једини, нити стандардни модел. Заправо, не постоји један стандардизован метод, већ читав низ метода и модела (видети Binford 2001), а посебно су значајни они који се развијају у оквиру теорије бихевиоралне екологије људских заједница (Winterhalder and Smith 2000; Winterhalder 1980; Winterhalder et al. 1988b).

Код Хасановог модела основна формула за оцењивање густине ловачко-сакупљачке популације (која не експлоатише акватичке ресурсе) има следећи облик:

$$D = \frac{(F_m \cdot N_{m,cal}) \cdot (F_p \cdot N_{p,cal})}{L_{cal}}$$

где је F_m маса јестивог меса по километру квадратном, $N_{m,cal}$ је број калорија по килограму јестивог меса, F_p је маса биљне хране по километру квадратном, $N_{p,cal}$ је број калорија по килограму биљне хране, а L_{cal} је количина калорија потребна по особи за једну годину.

¹⁰⁰ Наравно, услед неједнаке топографије у различитим правцима, облик територије која се експлоатише не мора бити кружан, то је само прва апроксимација. Такође, у анализи територије која се експлоатише прави се разлика између оне која се редовно користи и свеукупне територије са које долазе ресурси (што може обухватати и нека веома удаљена места), а термин *catchment* је обично резервисан за ово друго (Roper 1979).

Количина јестивог меса по километру квадратном са одређене територије чији се ресурси експлоатишу изражава се преко следеће формуле:

$$F_m = k \cdot Y_m$$

где је Y_m укупна количина меса на одређеној територији, а k константа која ће ускоро бити објашњена. Укупна количина меса једнака је:

$$Y_m = \left(\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{T} \cdot B_i \right) \cdot C$$

где је A_i површина тог биотопа у оквиру територије чији се ресурси експлоатишу, T укупна површина територије, B_i биомаса животиња (у kg/m^2) тог биотопа у оквиру територије, а C је стопа екстракције (проценат животиња које могу бити уловљене годишње али тако да се не наруши екосистем, односно не угрози репродукција популације животиња). Константа кодражава неколико чинилаца:

1. M је ефективни проценат доступне количине меса који мора бити набављен како би количина хране имала и одређену маргину сигурности у односу на потребну количину тј. како би се избегла несташица у случају непредвиђених флуктуација;
2. E је проценат јестивог меса од укупне масе животиње;
3. W је проценат меса који не пропада (ефикасност коришћења сваке уловљене животиње никада није 100%);
4. S је проценат животињских врста изабраних за лов од оних које су присутне на територији.

Вредност константе k рачуна се као производ ових чинилаца:

$$k = M \cdot W \cdot E \cdot S$$

Хасан илуструје овај модел на хипотетичком примеру, а онда га примењује код етнографски забележених заједница. На пример, његов прорачун за Хадза заједницу износи 0.2 особе по километру квадратном што је веома близу емпиријској вредности од 0.15 особа по километру квадратном (Hassan 1981:33).

Дакле, као што се на овом примеру види, основни задатак јесте да се дефинишу и квантификују сви релеватни параметри животне средине, да се дефинишу и квантификују сви релеватни параметри људских заједница (пре свега технологија, сезонско и територијално понашање), затим да се математички моделују односи између свих ових параметара и густине или величине људске популације, како би се на основу овако конструисаног математичког модела израчунала густина популације.

Оцењивање густине популације земљорадничких заједница

Оцењивање густине популације на основу продуктивности животне средине почива на истим општим принципима као и у случају ловаца – сакупљача, али због специфичности земљорадње и сточарства као техно-економских система, потребно је методе који се користе у ову сврху представити посебно. Основна разлика лежи у степену контроле над ресурсима. Док ловци – сакупљачи немају начин да у задатим условима животне средине и са задатом технологијом освоје већи број калорија од оног који ти услови допуштају као максимални, код земљорадње се активном улогом човека може повећати принос тј. количина извучених калорија из екосистема повећањем приноса по јединици површине (нпр. употребом ђубрива, плуга, наводњавањем итд.) или повећањем површине која се култивише (Hassan 1981:41-42).

Кључни ресурс земљорадничких заједница су domestikоване биљке и стога је од примарног значаја да се прво израчуна продуктивност domestikованих биљака које се експлоатишу у одређеној области (пољопривредни потенцијал). Природне детерминанте пољопривредне продуктивности су клима (температура и влажност), тип и плодност земљишта, топографија, присуство и близина воде, а осим природних детерминанти, на продуктивност утичу културни фактори као што су количина радне снаге, начин организације и технологија производње (Hassan 1981:41). Наравно, продуктивност пољопривредног система не може се бесконачно повећавати, јер важи закон опадајућих приноса (видети Поглавље 1), тако да у једном тренутку престаје да се исплати даље улагање рада и радне снаге, што значи да и то треба узети у обзир при моделовању¹⁰¹.

Основни параметри за рачунање оцено густине земљорадничке популације су површина обрадивог земљишта, образац коришћења земљишта (нпр. да ли се, у којој мери и у ком интервалу земља оставља на угар), обрасци и технологија култивације, нето приноси по јединици обрадиве површине по јединици времена и количина пољопривредног ресурса по особи по јединици времена (Hassan 1981:45). Површина обрадиве земље за неки регион или археолошки локалитет може се одредити на основу географских карактеристика региона или територије која се експлоатише (дакле, у кругу пречника 5km око насеља) у случају појединачног локалитета. Обрасци коришћења земљишта и технологија култивације могу се реконструисати на основу палеоботаничких (нпр. Vogaard 2004b) и археолошких остатака, попут остатака пољопривредног алата (мотика, српова, плуга, силоса), уз неопходне допуне према етнографским и историјским подацима или аналогијама. Калоријске потребе по особи по јединици времена су константне за људску врсту. Количина приноса по јединици површине зависи пре свега од квалитета земљишта и технологије. У праисторијској археологији, овде је неизбежна употреба етнографске аналогије за оцено овог параметра. У пракси је најбоље узети одређени распон вредности приноса и израчунати различите густине за различите вредности. Грег као референтну вредност за моделовање узима приносе од око 800–1000 kg/ha који су изведени на основу статистичких података из 19.века са подручја средње и западне Европе (Gregg 1988). Бенкоф и Гринфилд у својим прорачунима срединског капацитета праисторијских насеља у Србији користе етнографске податке о пољопривредним приносима у Србији (Bankoff and Greenfield 1984).

Хасан у својој књизи представља неколико једначина за оцењивање густине популације (Hassan 1981:45–50), а све оне имају мање-више сличну форму где се укупна обрадива површина множи вредношћу просечних приноса по јединици површине на годишњем нивоу,

¹⁰¹ Ово се најлакше може илустровати на примеру проширивања површине која је под култивацијом. Чак и када има довољно простора за ширење, до њега неће нужно доћи јер постаје логистички неисплативо ширити култивисану површину тако да она пређе неку разумну удаљеност од самог насеља (која се обично узима да износи око 5 km).

а онда се то дели са просечним потребама особе на годишњем нивоу и укупном површином простора који се анализира. Сложенији и реалистичнији модели узимају у обзир чињеницу да ниједна заједница не живи искључиво од нпр. житарица, већ је често присутно сточарство, а у многим случајевима компоненте лова и размене, тако да се онда и ти фактори узимају у обзир (број грла, неопходна површина за испашу, потенцијал за лов итд.) (Gregg 1988).

Оцењивање продуктивности одређеног пољопривредног режима може да се искористи и у другом смеру – за задату величину популације (нпр. оцењену на основу величине и броја кућа) једног насеља, могуће је на основу постојећих студија о економији земљорадничких заједница израчунати неопходну површину за њиве, ливаде и шуме. Грег је конструисала референтни модел за типично село из времена раног неолита западне и централне Европе које има шест домаћинства, просечну величину домаћинства од 5.66 особа и просечну популацију од 34 особе (Gregg 1988). Једна од основних претпоставки овог модела јесте да житарице задовољавају 60% годишњег износа калорија, месо 15.3%, млеко 7.7%, легуми 2.9%, а осталих 14.1% долази од дивљих ресурса (Gregg 1988: Table 43). Просечна површина по особи износи око 0.38 хектара, а модел предвиђа да је референтном селу потребно укупно 6.07 km² простора за насеље, њиве, шуме и ливаде (Gregg 1988:167).

Пропорционалном пројекцијом могуће је израчунати за било који број становника потребну површину. Ова површина заправо представља територију која се експлоатише из једног насеља. На овај начин могуће је проценити реалистичност оцене величине популације у насељу на основу неког другог палеодемографског показатеља, јер ако је нпр. добијени полупречник ове територије неколико пута већи од уобичајених вредности, онда треба посумњати у оцену величине популације. Код бајесовских метода оцене величине популације, величина која одговара максималној реалистичној површини територије која се експлоатише може се користити као горња граница тј. ограничење приликом евалуирања различитих комбинација параметара модела.

Закључне теоријске напомене

Поставља се питање шта представља оцена густине популације (или величине популације која се лако добија множењем густине са површином територије) добијена на основу оцењивања продуктивности животне средине. Да ли је то средински или демографски капацитет? На први поглед може се рећи да су вредности које се оцењују овим моделима ближи срединском капацитету (према дефиницији из Поглавља 3) него демографском капацитету, јер узимају се у обзир само ограничења животне средине и технологије, а не и утицаји који зависе од достигнуте густине (Kelly 2013:184). Многи модели узимају у обзир етнографски установљену чињеницу да је величина популација ловачко-сакупљачких заједница у већини случајева далеко испод теоријски максималне могуће вредности на коју би указивао укупни енергетски потенцијал животне средине рачунат само на основу биомасе¹⁰² (Wilkinson 1981; Birdsell 1953; Lee and DeVore 1968) тј. да фактори који зависе од технологије ипак имају

102 Резултати различитих теренских етнографских студија културне екологије, углавном из 50-их и 60-их година 20. века, навеле су истраживаче тог времена да закључе да су величине ловачко-сакупљачких популација обично за 20–50% испод вредности која би била могућа на основу теоријски максималне могуће вредности на коју би указивао укупни енергетски потенцијал животне средине рачунат само на основу биомасе. Међутим, ова потенцијална вредност представља једну варијанту срединског капацитета која је још мање релевантна за конкретне заједнице, јер не узима у обзир чак ни технолошке аспекте једног друштва (који се обично узимају у обзир приликом рачунања срединског капацитета), тако да сама тврдња да су популације ловаца – сакупљача испод максималне вредности нема много смисла, јер је максимална вредност рачуната на тај начин у самом почетку нереалистична, јер не узима у обзир ни факторе који су независни, ни који су зависни од густине популације, а који заиста одређују капацитет.

утицаја на вредност оцењених густина. Ако је, пак, имплицитна претпоставка да је оцењена величина/густина популације равнотежна, онда се та оцена може протумачити као демографски капацитет без обзира на то што нису експлицитно моделовани фактори који зависе од густине популације (мада модели из домена бихевиоралне екологије експлицитно моделују и густинске факторе, као што је утицај величине људске популације на популацију ловљених животиња, в. Winterhalder et al. 1988b), јер он је по дефиницији равнотежна вредност (видети Поглавље 3). Међутим, чак иако се као циљ постави оцењивање демографског капацитета, то значи да се имплицитно претпоставља да је ловачко-сакупљачка популација увек и на свим местима у равнотежном стању (пошто је вредност популације која одговара демографском капацитету равнотежна вредност величине популације), што је прилично проблематична претпоставка (Kelly 2013:185). Такође, показано је да је претпоставка о пропорционалном односу количине ресурса и величине/густине популације погрешна, јер је тај однос сложен и није линеаран (Belovsky 1988).

Из ових разлога има највише смисла овако добијене оцене густине популације посматрати као хипотетичке оцене у односу на низ јасно дефинисаних претпоставки које треба упоредити са другим демографским оценама како би се нешто могло рећи о ваљаности датог скупа претпоставки или модела¹⁰³. Такође, могуће је ове оцене посматрати и као максималне оцене величине популације у неком подручју и као такве могу се користити као ограничења приликом моделовања популационе динамике или реконструкције величине популације насеља или региона.

Метод сумираних дистрибуција радиокарбонских датума – радиокарбонска палеодемографија

Теоријска основа

Метод сумираних дистрибуција калибрисаних радиокарбонских датума (даље у тексту *метод сумираних дистрибуција*) је релативно нов палеодемографски метод. Основни принципи метода постављени су још осамдесетих година 20. века у чланку Џона Рика објављеном 1987. године у часопису *American Antiquity* (Rick 1987), али метод је заживео и развијен је у потпуности тек у последњих 10 година¹⁰⁴ (нпр. Gamble et al. 2005; Timpson et al. 2014; Shennan and Edinborough 2007a; Shennan et al. 2013; Buchanan, Collard, and Edinborough 2008; Bamforth and Grund 2012; Manning and Timpson 2014; Williams 2012; Riede 2009; Williams 2013; Bonsall et al. 2015; French and Collins 2015b; Hinz et al. 2012; Tallavaara, Pesonen, and Oinonen 2010; Wicks and Mithen 2014; Zahid, Robinson, and Kelly 2015). Основна претпоставка метода јесте да је количина материјалне културе директно пропорционална величини популације.

Када би сваки артефакт и екофакт могли бити прецизно апсолутно датовани (нпр. када бисмо знали тачно годину у којој су направљени/настали или годину када су ушли у

¹⁰³ Занимљив је начин на који Луис Бинфорд користи овај метод срединског моделовања густине популације (Binford 2001). Он конструише минималистички модел ловачко-сакупљачких заједница који предвиђа густину популације само на основу срединских карактеристика и неких основних знања о територијалном понашању ловаца-сакупљача, а онда тако добијене оцене густине популације пореди са емпиријским густинама (на основу етнографског узорка) како би пратио процес интензификације, односно да би идентификовао оне заједнице које су интензификовале своје активности прехрањивања у односу на минималистички ловачко-сакупљачки модел.

¹⁰⁴ Од објављивања овог чланка до поновног интересовања за овај метод прошло је скоро 20 година, када је опет откривен у археологији. Овако дуг период последица је тога што је осамдесетих па и деведесетих година број радиокарбонских датума био релативно мали, а до наглог пораста је дошло почетком 21. века. Други разлог је то што све до краја 20. века није постојао широко доступан и лако употребљив софтвер који би омогућио рутинску примену овог метода.

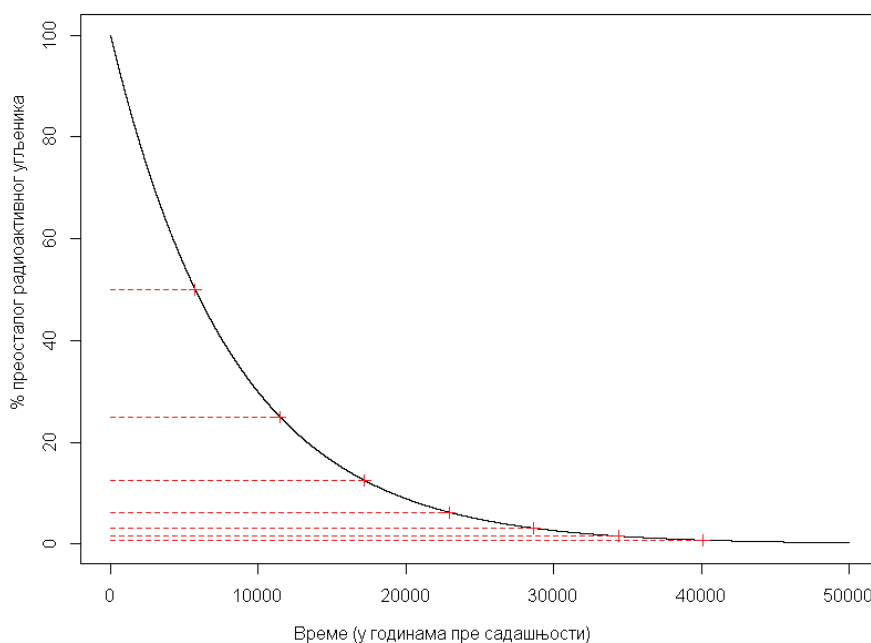
археолошки запис), и када бисмо у некој идеалној прилици узели случајан узорак археолошког записа (нпр. насумично одабрали локације по региону и ископали сонде), дистрибуција датума, односно учесталост предмета из различитих година би представљала индиректни показатељ популационе динамике. У години из које долази највећи број датованих предмета закључили бисмо да је била највећа популација, а у години из које долази најмањи број датованих предмета закључили бисмо да је била најмања популација. Промена учесталости предмета по годинама кореспондира са променом у величини популације кроз време, с тим што бисмо на овај начин могли само да пратимо релативне промене у величини популације, а не бисмо могли да оценимо апсолутну величину популације у било ком тренутку. Другим речима, ако бисмо у једној огромној кутији имали све предмете из свих периода људске (пра)историје и ако би на сваком од тих предмета стајао тачан датум када је он настао, и ако бисмо узели случајан узорак предмета из те кутије, пребројавање предмета по годинама би нам дало слику популационе динамике кроз време, јер би из оних година када је било више људи долазило више и предмета (ако важи основна претпоставка о пропорционалности између броја људи и количине материјалне културе).

Међутим, у стварности ми готово никада не можемо да одредимо артефакте и екофакте тачно у годину (осим у случају новца), чак ни у деценију. Археолошко датовање предмета је сложена делатност, а резултати су, нарочито за праисторију, веома ниске хронолошке резолуције. Ипак, артефакти од органског материјала као и екофакти могу се датовати методом радиоактивног угљеника (C^{14}). Овај метод представља најраспрострањенији и сада већ рутински метод апсолутног датовања у археологији за прошлост старости до ~50 хиљада година (а у ретким случајевима је могуће датовати материјал старости и до 70 хиљада година) (Taylor 1997).

За разумевање метода сумираних дистрибуција потребно јепознавање принципа радиокарбонског датовања (Aitken 2013; Грин 2003:215–231; Bronk Ramsey 2008; Taylor 1997). Подсећања ради, радиокарбонско датовање почива на следећим основама:

1. Атоми истих хемијских елемената, који имају исти број протона у језгру и исти број електрона у омотачу, а разликују се само по атомској маси односно броју неутрона у језгру атома, називају се изотопи.
2. У природи постоје три изотопа угљеника, два стабилна (C^{12} и C^{13}) и један нестабилни (радиоактивни) (C^{14}). Атоми стабилних изотопа не мењају се кроз време, док се атоми нестабилних изотопа са протоком времена распадају ослобађајући радиоактивно зрачење. У атмосфери има око 99% стабилног изотопа C^{12} , око 1% C^{13} , и веома мала количина C^{14} .
3. Упркос тенденцији ка радиоактивном распаду и смањењу количине радиоактивног угљеника кроз време, он се стално изнова ствара у горњим слојевима атмосфере као последица космичког зрачења.
4. Биљке као примарни произвођачи органске материје на Земљи процесом фотосинтезе производе органску материју из атмосферског угљен-диоксида и воде.
5. У процесу стварања органске материје из неорганске путем фотосинтезе у све молекуле органске материје уграђују се стабилни и нестабилни изотопи угљеника према односу из атмосфере. Сва жива бића као део једног ланца исхране уносе током целог живота изотопе угљеника. Док год је организам жив, у његовом телу је однос количине изотопа C^{14} константан, јер се услед одржавања живота стално уносе нове количине радиоактивног угљеника и тако се компензује оно што се у међувремену распадне. Када организам умре, престаје даљи доток угљеника и тада почиње процес смањивања количине нестабилног C^{14} у остацима организма (нпр. костима) услед радиоактивног распада

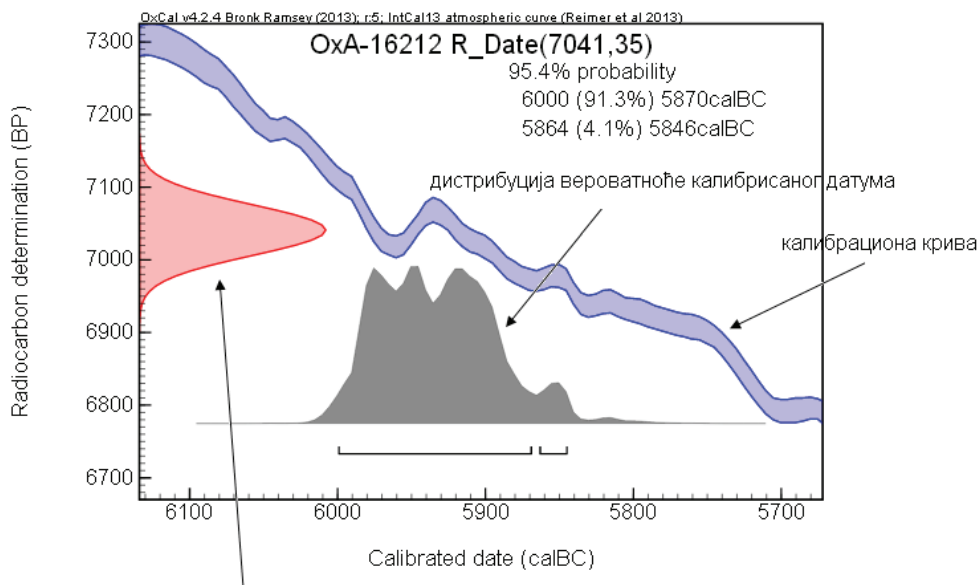
Период полураспада атома радиоактивног угљеника C^{14} износи 5730 година – то значи да се за један период полураспада распадне половина од првобитно присутног броја атома, за период од два полураспада распадне половина од броја атома после првог периода полураспада тј. четвртина од првобитно присутног броја атома тј. итд. Дакле, број атома нестабилног изотопа опада експоненцијално са временом (Слика 83). То значи да уколико је позната иницијална количина C^{14} изотопа, могуће је на основу присутне количине изотопа (у узорку за датовање) израчунати колико је времена прошло од тренутка када је организам умро, под претпоставком да се концентрација C^{14} као и однос изотопа у атмосфери нису мењали кроз време.



Слика 83. Опадање количине радиоактивног угљеника кроз време. Црвене линије означавају преосталу количину после 1, 2, 3 ...7 периода полураспада од 5730 година.

Испоставило се да је ова претпоставка нетачна, тј. да концентрација C^{14} изотопа није била константна у прошлости и зато је нужна калибрација сирових радиокарбонских датума (који заправо не представљају праву старост већ концентрације C^{14} изотопа без јасне временске интерпретације пре него што се изврши калибрација¹⁰⁵). Калибрација подразумева конструкцију калибрационе криве која за сваку календарску годину даје одговарајућу сирову радиокарбонску старост. Калибрациона крива конструисана је уз помоћ једног другог метода апсолутног датовања – дендрохронологије (за опис принципа по којима функционише дендрохронологија видети Aitken 2013). Дендрохронологијом је могуће прецизно (најчешће са прецизношћу од једне године) утврдити старост дрвета уколико су годови очувани. Радиокарбонским датовањем година чија је апсолутна старост позната на основу дендрохронологије конструисана је калибрациона крива за радиокарбонске датуме. Сирови радиокарбонски датуми, који заправо представљају мерење релативне количине C^{14} изотопа (и стандардну грешку мерења) калибришу се у календарски датум сложеним математичким прорачуном који узима у обзир сирово радиокарбонско мерење, грешку мерења и калибрациону криву (која такође има придружену грешку). Резултат калибрације радиокарбонског датума није прецизна (тачкаста) оцена тренутка у ком је организам умро, већ представља дистрибуцију вероватноће правог календарског датума. Сирово радиокарбонско мерење изражено у радиокарбонским годинама (некалибрисани датум) представља оцену старости узорка под претпоставком да је концентрација C^{14} изотопа била константна у времену и да је била једнака концентрацији из 1950. године.

датума смрти организма¹⁰⁶. На графикону је представљена калибрација појединачног датума на узорку животињске кости из Лепенског Вира (Borić 2011) у програму OxCal 4.2.4 (Bronk Ramsey 2009). Дистрибуција вероватноће калибрисаног датума приказана је црном бојом. Вероватноћа да је прави календарски датум смрти датоване животињске кости између 6000. и 5864. године пре наше ере износи 95%.



сирово радиокарбонско мерење (са грешком мерења) - некалибрисани датум са грешком мерења

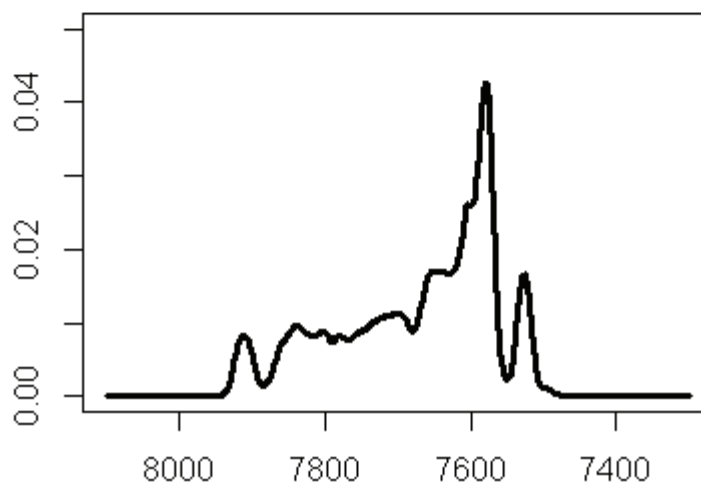
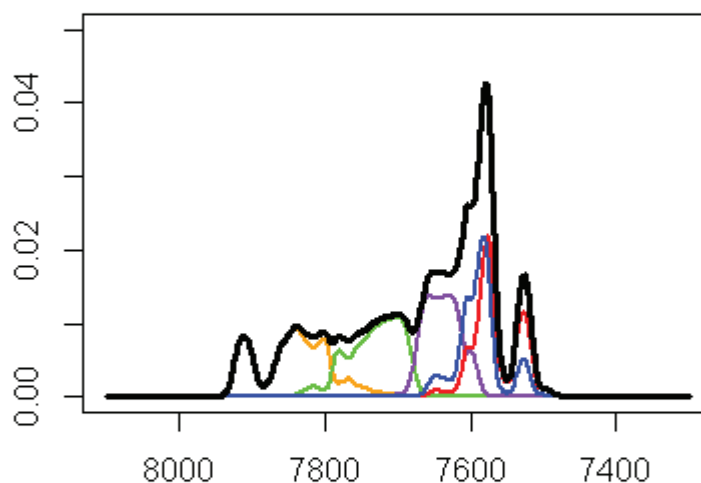
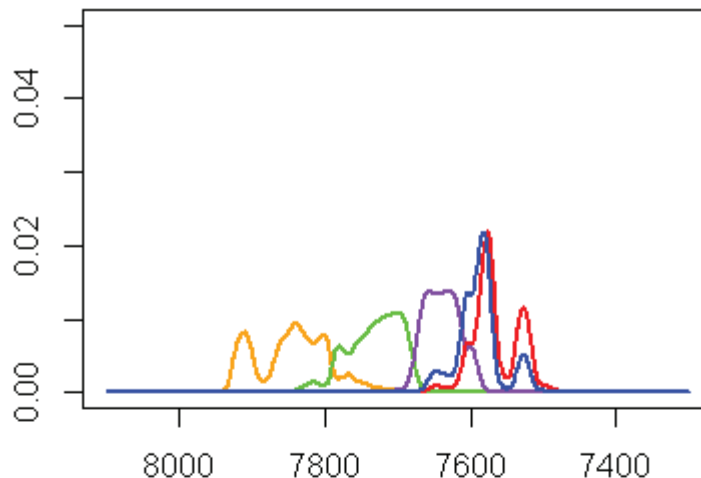
Слика 84. Пример калибрације појединачног радиокарбонског датума.

Дакле, чак и у случају када располажемо апсолутним датумима археолошких предмета, ми немамо прецизне датуме, већ само дистрибуције вероватноће правог датума. Метод сумираних дистрибуција подразумева сабирањерасподела вероватноћа појединачних датума. Шта то значи?

Наше знање о правом календарском датуму одређеног узорка је неизвесно и нама се чини као да је сваки појединачни узорак „размазан” у времену с различитим вероватноћама везаним за различите временске тренутке. Свака дистрибуција вероватноће добијена калибрацијом може се посматрати и тако да у њој постоје сигнал правог календарског датума и шум, односно грешка мерења која потиче од лабораторијске грешке читавања концентрације C^{14} атома и процеса калибрације. За сваку календарску годину на x оси, висина криве дистрибуције вероватноће на y оси је пропорционална вероватноћи да је баш та година прави календарски датум за дати предмет. Уколико располажемо великим бројем датума, разумно је очекивати да ако је у једном временском периоду била већа популација, онда ће у различитим узорцима висина криве вероватноће бити највиша баш за оне године које припадају том временском периоду, а у просеку ниска биће за оне периоде када је ниво популације био мањи. Сумирање радиокарбонских датума подразумева да се направи нова дистрибуција вероватноће тако што ће се за сваку годину направити нова вредност на y оси сабирањем појединачних вредности за ту годину из појединачних датума односно њихових калибрисаних дистрибуција вероватноће, и тако за сваку годину (Слика 85). Ако се вратимо на перспективу сигнала и шума, сабирање великог броја појединачних дистрибуција на основу појединачних узорака, према закону великих бројева, довешће до тога да ће се укупни

¹⁰⁶ Уколико се датуми изражавају у календарским годинама пре садашњости, под садашњошћу се конвенционално подразумева 1950. година.

шум поништити или значајно смањити, а сигнал ће се појачати. Као резултат ћемо добити криву сумираних дистрибуција калибрисаних радиокарбонских датума, а промене те криве кроз време могу се тумачити као релативне промене величине популације кроз време тј. као индикатор популационе динамике у прошлости.



Слика 85. Пример сумирања дистрибуције калибрисаних радиокарбонских датума на примеру четири хипотетичка датума. Различитим бојама су приказане дистрибуције вероватноће појединачно калибрисаних датума, а црном бојом је приказана сума дистрибуција вероватноћа калибрисаних датума. Временска скала на свим панелима је изражена у календарским годинама пре конвенционалне садашњости.

Методолошки проблеми: истраживачка пристрасност, калибрациона крива, разлике у трајању и величини локалитета

У стварним истраживачким ситуацијама постоји читав низ фактора који могу утицати на резултате овог метода кроз различите пристрасности које истраживачи могу погрешно да интерпретирају као палеодемографски сигнал (Williams 2012). Другим речима, различити фактори могу да утичу на облик резултирајуће криве сумираних дистрибуција тј. да облик ове криве буде последица ових фактора, а не популационе динамике.

Први и најочигледнији фактор пристрасности јесте истраживачка пристрасност која постоји на неколико нивоа:

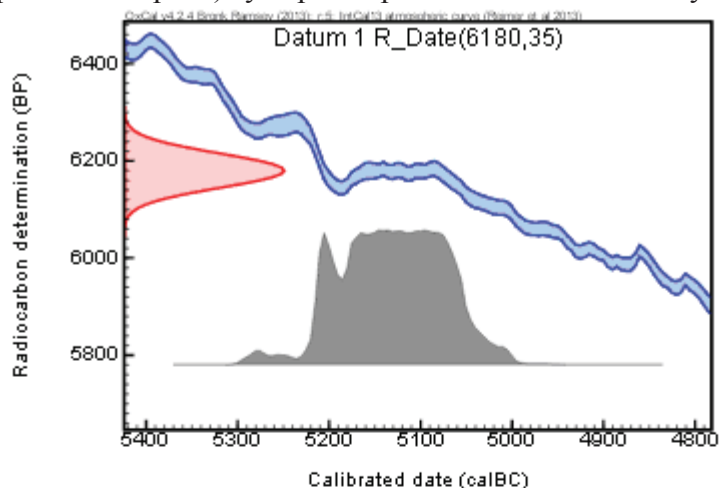
1. Са неких локалитета постоји више датума него са неких других (нпр. истраживач периода А је имао више новца за истраживање и датовао је већи број узорака од истраживача периода Б). Ако би се ова чињеница занемарила, и применио метод сумираних вероватноћа, онда би максимум резултирајуће кривуље, који би био у периоду А, одражавао интерес истраживача са већим финансијским средствима, а не величину популације у периодима А и Б. Ово важи и за датовање објеката или фаза унутар самих локалитета.
2. Археолози готово никада не узимају случајан узорак датума са локалитета, већ је обично циљ да се датују одређени јасно дефинисани контексти, најчешће везани за сам почетак или крај насеља, некрополе или фазе у оквиру насеља или некрополе.
3. Локалитети из једног периода су откривени у већем броју него локалитети из неког другог периода, иако је нпр. број локалитета у оба периода био исти. Замислимо ситуацију да су у једном периоду људи живели у котлини, а у другом у планинско-брдским крајевима, а да је величина популације била једнака. У том случају је вероватно да би било откривено далеко више локалитета из периода када су људи живели у нижим пределима (јер је археолошка активност, по правилу, већа тамо где у модерно време има више људи, што је обично на нижим надморским висинама), а самим тим би их више било и датовано.

Тафономија представља значајан фактор пристрасности. Квантитет археолошких остатака (не само археолошких већ и палеонтолошких и геолошких) смањује се што се дубље иде у прошлост услед деловања различитих фактора формирања археолошког записа, како природних (распадање органске материје, фрагментација, ерозија), тако и културних (грађевинска делатност, земљорадња). Суровел и колеге су на различитим културним и природним феноменима показали како се квантитет трагова смањује експоненцијално са временом (у смеру веће старости) (Surovell et al. 2009; Surovell and Brantingham 2007). Импликације ове чињенице су јасне: очекиваћемо да из млађих периода имамо више остатака него из старијих и самим тим да имамо више и датума.

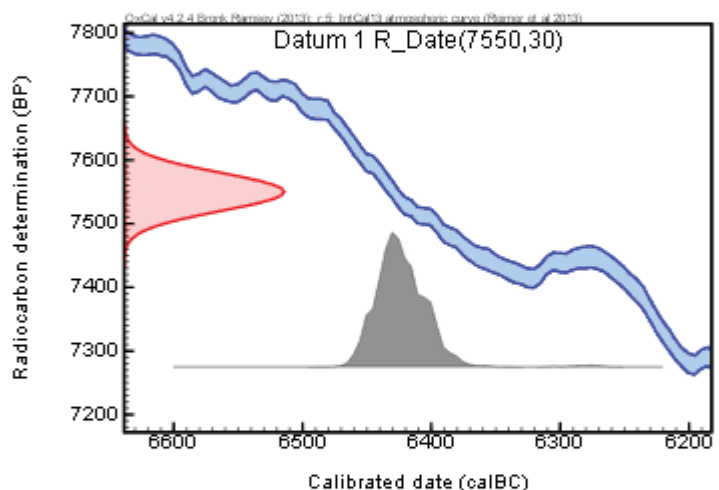
Разлике у трајању локалитета и, уопште, разлике у обрасцима мобилности могу да утичу на број археолошких остатака који су доступни за датовање (Torfing 2015b). Замислимо две заједнице – једна је седентарна и живи у насељима која трају у просеку 100 година, а друга је мобилна, има једнаку величину популације као и седентарна и једнаку величину насеља, али насеља трају само 1 годину. То значи да би за 100 година мобилна популација оставила 100 пута више локалитета у археолошком запису од седентарне. Археолози би, онда, пронашли далеко више остатака мобилне популације (мерено бројем локалитета) што би резултирало и већим бројем датума. Ако је мобилна популација временски претходила седентарној, применом метода сумираних дистрибуција чинило би се да је дошло до драстичне депопулације у тренутку када долази до седентаризације. Такође, разлика у просечној величини локалитета из два периода може да буде фактор пристрасности. Ако је у два периода био исти

број насеља, али су у једном насеља (и популација) били два пута већи него у другом, и ако постоји једнак број датума из оба периода, то ће створити лажну слику о једнакој величини популације.

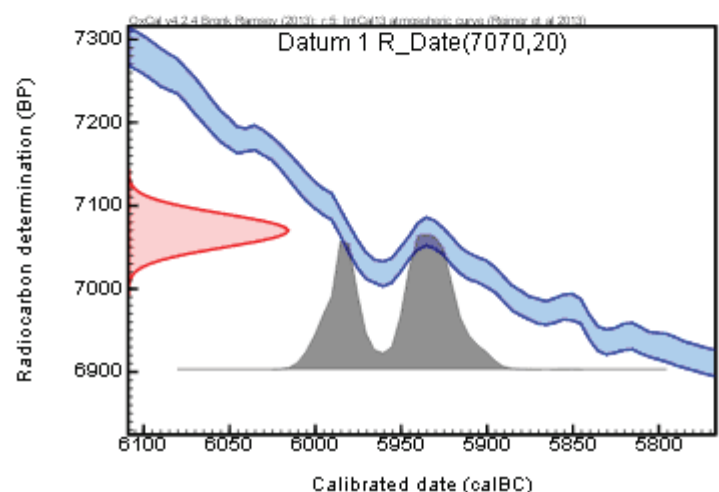
Облик калибрационе криве у неком конкретном временском интервалу може значајно да утиче на резултирајући облик криве сумираних дистрибуција вероватноћа на идентичан начин као што утиче и на дистрибуцију вероватноће појединачно калибрисаних датума. Тамо где је калибрациона крива релативно равна (тзв. плато који се јавља онда када различитим календарским датумима одговара иста радиокарбонска старост) сумирана крива ће бити нижа и обухватаће шири временски интервал (Слика 86а), може чак изгледати и као удубљење, у односу на оне делове криве где је она стрма, када долази до концентрације дистрибуције вероватноће на ужем календарском временском интервалу (Слика 86б). Такође, „вијугања” калибрационе криве могу да створе вештачке обрасце раста и опадања праћеног поновним растом, јер се вероватноћа групише на почетку и крају „вијуге” где је ту калибрациона крива најстрмија (Слика 86в).



a



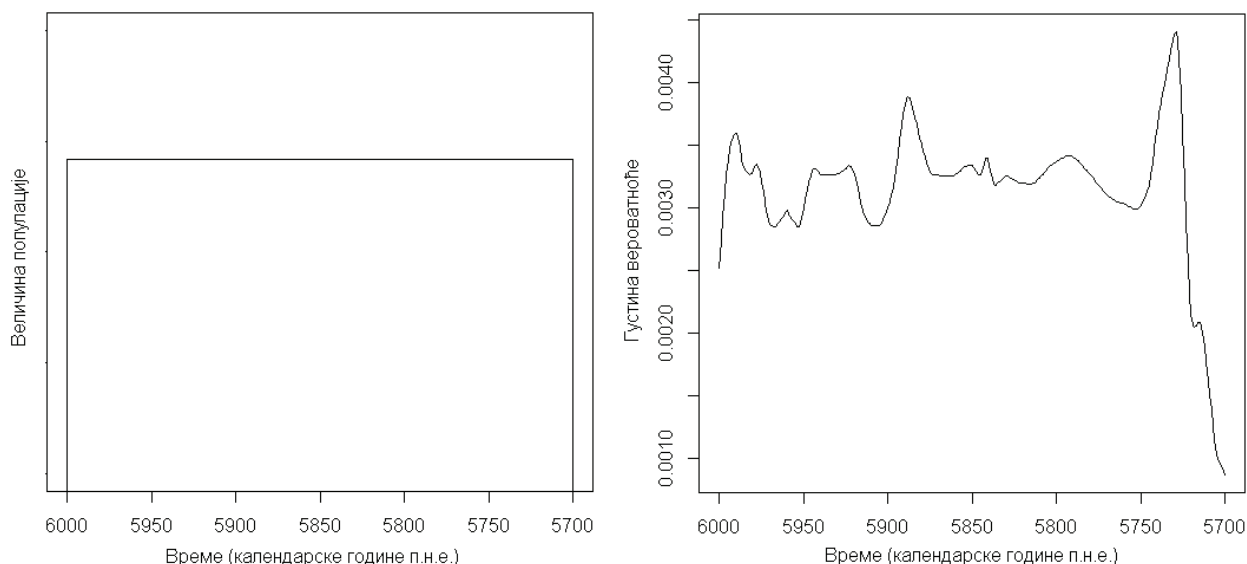
б



в

Слика 86. Утицај облика калибрационе криве на облик дистрибуције калибрисаног датума: а) ефекат „платоа” односно оних делова где је крива заравњена б) ефекат стрме криве в) ефекат „вијуга” калибрационе криве.

Ефекти облика калибрационе криве се најбоље могу илустровати на примеру хипотетичке популације која је стационарна. На графикону су илустровани ефекти калибрационе криве – из сваке пете године из интервала на коме је хипотетичка популација била исте величине генерисано је по 10 датума¹⁰⁷ (за сличан експеримент в. Bamforth and Grund 2012) што значи да бисмо очекивали да крива на датом интервалу има мање-више константну вредност (са флукуацијама граница грешке радиокарбонског мерења која је за ову сврху подешена на једну годину, што је недостижно висок ниво прецизности) баш као и величина хипотетичке популације, али као што се може видети на слици, крива добијена на основу радиокарбонских мерења генерисаних на основу календарских датума на једнаким интервалима сугерише постојање промена у величини популације кроз време иако ми знамо да ових промена нема, јер је популација била константна и сви узорци долазе из једнаких временских интервала (Слика 87). Овај резултат јасно показује да чак и када је популација константна на неком интервалу, у одсуству тафономских фактора, када је узорковање непристрасно, и када је грешка читавања концентрације C^{14} атома у узорку сведена на нереалистично мали ниво, сам облик калибрационе криве може да генерише обрасце који се могу погрешно тумачити као обрасци популационе динамике, иако је јасно у овом случају да је у питању пре свега ефекат облика калибрационе криве.



Слика 87. Резултати метода сумираних дистрибуција примењени на радиокарбонским мерењима која долазе из стационарне популације односно датумима који су равномерно распоређени по посматраном временском интервалу; са леве стране види се популациона динамика хипотетичке стационарне популације, а са десне реконструисана популациона динамика на основу узорка од 610 датума, где по 10 датума долази на сваких 5 година у интервалу од 6000. до 5700. године п.н.е. Добијене флукуације криве сумираних дистрибуција су пре свега последица облика калибрационе криве.

¹⁰⁷ Технички, ово је еквивалентно претпоставци о стационарној популацији. На основу изабраних календарских датума у интервалима од по 5 година симулирани су радиокарбонски датуми који би се могли добити на основу датих календарских датума, а напослетку је на овако генерисаном скупу радиокарбонских датума примењен метод сумирања дистрибуција вероватноћа тј. они су калибрисани и њихове вероватноће су сумиране (в. Bamforth and Grund 2012).

Интегрисани метод демографске реконструкције на основу сумираних дистрибуција

Наведени проблеми и извори пристрасности разлог су скептичности многих истраживача према методу сумираних дистрибуција и сматрају да је непрецизан, или га чак у потпуности одбацују као потпуно непоуздан и нетачан метод (Torfing 2015a; Contreras and Meadows 2014; Torfing 2015b; Cromb  and Robinson 2014). Међутим, ниједан од ових проблема није, макар у принципу, нерешив. Напротив, група истраживача са Универзитетског колеџа у Лондону (University College London), на челу са професором Стивеном Шенаном, формулисала је интегрисани метод сумираних дистрибуција који елиминише или макар значајно смањује утицај ефеката истраживачке пристрасности, тафономије и облика калибрационе криве (Timpson et al. 2014; Shennan et al. 2013). Реч је о софистицираном статистичком оквиру чији је циљ да пружи истраживачу могућност да формално (статистички) тестира да ли се у подацима може детектовати сигнал популационе динамике, контролишући у исто време све поменуте факторе који могу да створе вештачке обрасце. Метод подразумева следеће кораке:

1. Контролисање истраживачке пристрасности. Како би се спречило то да локалитети или фазе унутар локалитета који су игром случаја датовани боље (више узорака је датовано) у односу на неке друге локалитете/фазе утичу на резултат сумирања тј. да створе пристрасност, пре саме анализе датуми се групишу у два корака: а) датуми који припадају једном локалитету (ако је локалитет једнослојан) или једној стратиграфски јасно дефинисаној фази (нпр. одређени хоризонт становања на вишеслојном локалитету) унутар локалитета чине посебне групе б) сирови радиокарбонски датуми се унутар првобитно формираних група поређају по опадајућој вредности, а ако је разлика између два сукцесивна датума већа од 200 радиокарбонских година, онда се првобитна група дели на две нове групе – датуми који претходе овом „процепу” и они који следе. Колико год пута унутар једне првобитне (локалитетске или фазне групе) дође до тога да је разлика између два сукцесивна датума већа од 200 радиокарбонских година, врши се подела те првобитне групе на нове групе. Претпоставка је да уколико су групе датума довољно удаљене једне од других унутар истог локалитета или локалитетске фазе, онда их је оправдано посматрати као одвојене ентитете из различитих хронолошких фаза. Када се формирају коначне групе, сумирање датума врши се прво унутар група (а сума се нормира тако да износи 1), а онда се саберу суме сума груписаних датума. На овај начин се једнака тежина даје свакој групи датума, а не сваком појединачном датуму и тако се елиминише ефекат диференцијалног датовања локалитета или фаза унутар локалитета.

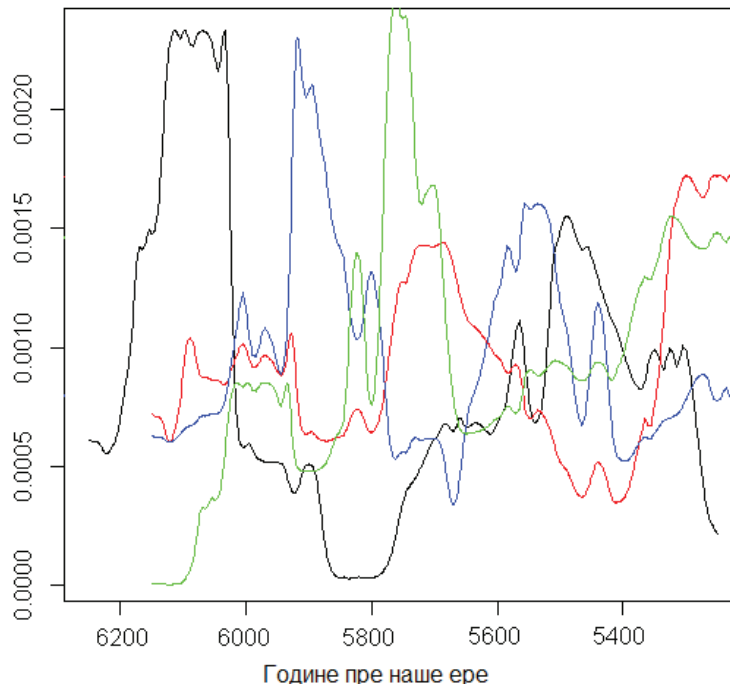
2. Контролисање тафономске пристрасности (и секуларног тренда раста популације). С обзиром на то да је познато да тафономска крива (функција квантитета остатака од времена) има експоненцијални облик, баш као и секуларни (дугорочни) тренд раста људске популације (од појаве наше врсте па до данас, о овоме ће бити речи више у Поглављима 7 и 8), метод подразумева да се регресионим методом конструише експоненцијална крива која најбоље одговара емпиријски добијеној криви сумираних дистрибуција вероватноће¹⁰⁸. Ова експоненцијална крива представља нулти модел у односу на који се пореди емпиријска крива сумираних дистрибуција вероватноћа. Она представља нулти модел у смислу да су њиме обухваћени само ефекти тафономије и позадинског раста популације¹⁰⁹, а циљ је да се емпиријска крива упоређи са нултим моделом да би се видело да ли промене облика емпиријске

¹⁰⁸ О регресији је већ било речи у претходним поглављима. Ако замислимо резултирајућу криву сумираних дистрибуција као скуп тачака чија је x координата време, а y у координата нешто што ћемо условно назвати вероватноћом, конструисање експоненцијалног регресионог метода подразумева проналажење једначине односно вредности параметара експоненцијалног модела на такав начин да је одступање емпиријски добијених тачака од тако конструисане експоненцијалне криве најмање могуће.

¹⁰⁹ На макровременској скали људска популација расте експоненцијално од праисторије до модерног доба (в. Поглавље 8).

криве садрже информацију о демографским променама које се не могу објаснити нултим моделом тј. тафономским утицајем и секуларним трендом раста популације.

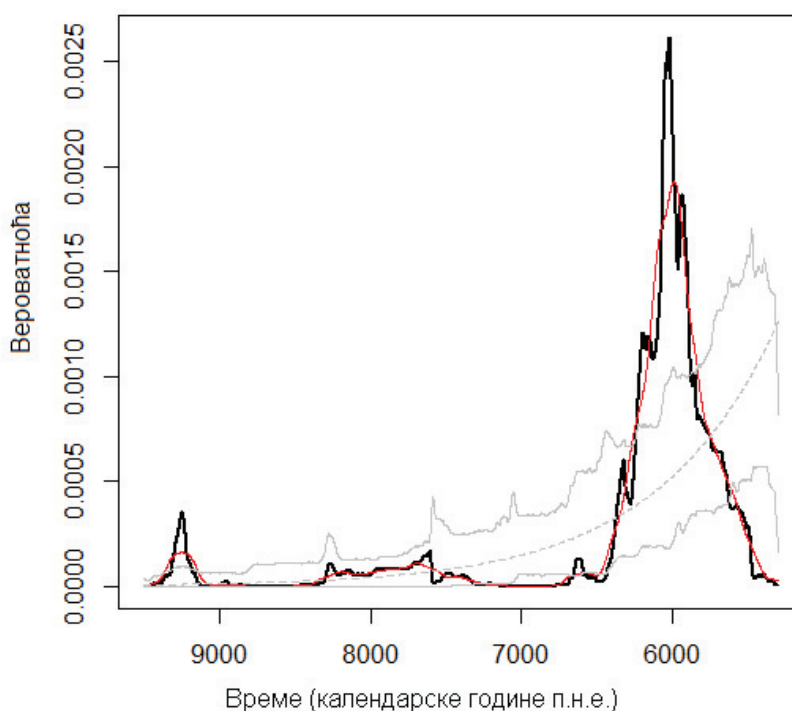
3. Узимање у обзир облика калибрационе криве. Кључни корак представља симулирање датума према нултом моделу. Према вероватноћама датим нултим моделом¹¹⁰, узоркује се број календарских датума на задатом интервалу који је једнак броју добијених група, а сваком овако узоркованом датуму придружује се стандардна грешка радиокарбонског мерења узорковањем са понављањем из скупа грешака мерења емпиријских појединачних датума. Затим се сваки овако узорковани календарски датум калибрише уназад (антикалибрише) тако што се на основу придружене стандардне грешке симулира радиокарбонски датум који би се могао добити мерењем узорка старости која одговара узоркованом календарском датуму. Овако добијена радиокарбонска мерења се поново калибришу и сумирају. Резултат овог алгоритма је симулирана крива сумираних дистрибуција вероватноће на основу узорковања из нултог модела (Слика 88). Наведена процедура понавља се велики број (неколико хиљада) пута и као резултат добија се читав низ сумираних дистрибуција вероватноћа које се могу добити узорковањем броја датума, који је једнак емпиријском броју група, према вероватноћама датим на основу нултог модела. Свака од ових симулираних сума дистрибуција представља могући облик криве који одговара нултом моделу популационе динамике за дату величину узорка (број датума, односно број група датума). За сваку годину је, на основу овог симулираног скупа података, могуће конструисати интервале поверења од 95% тако што се за сваку годину (или неки други временски интервал, обично 5 година) може одредити која је то вредност вероватноће од којих 2.5% симулираних кривих има мању вредност за дату годину, као и вредност вероватноће од које 2.5% симулираних кривих има већу вредност за дату годину. Емпиријски добијена крива сумираних вероватноћа се онда пореди са овако добијеним интервалима поверења на основу нултог модела – уколико емпиријска крива на неком делу излази из интервала поверења (већа је или мања), значи да у то време на календарској скали долази до повећања или смањења популације у односу на нулти модел, јер је веома мало вероватно да се за дату године добију тако екстремне вредности вероватноће узорковањем из нултог модела (Слика 89). На овај начин узимају се у обзир флукуације калибрационе криве, јер су интервали поверења конструисани на основу вредности сумираних симулираних датума који су калибрисани, што значи да горња и доња граница интервала поверења узимају у обзир и имају већ уграђен ефекат флукуације калибрационе криве.



Слика 88. Скуп симулираних сумираних дистрибуција према експоненцијалном нултом моделу – приказане су 4 могуће криве од мноштва.

¹¹⁰ Технички, календарски датуми узоркују се из експоненцијалне дистрибуције где су конкретни параметри дистрибуције једнаки параметрима нултог експоненцијалног модела. То значи да ће датуми који су млађи имати већу вероватноћу да буду узорковани у односу на старије датуме.

4. Тестирање глобалне значајности демографског сигнала. Поређење емпиријске криве са интервалима поверења представља статистичко тестирање одступања од нултог модела. Међутим, очекивано је и да 5% вредности које долазе од нултог модела буду веће или мање од вредности које дефинишу интервал поверења од 95%. Због тога Шенан и колеге уводе глобални тест значајности који треба да покаже да ли је укупна површина оних делова емпиријске криве који су изван интервала поверења (испод или изнад) од 95% статистички значајно већа од укупне површине која се налази изван интервала поверења а долази од кривих симулираних према нултом моделу. Треба нагласити да је ово строг тест, јер може се десити да само на малом временском сегменту долази до значајног одступања од нултог модела тј. да површина криве изнад или испод интервала поверења буде знатно мања од очекиваних 5%, а да сигнал ипак буде стваран.

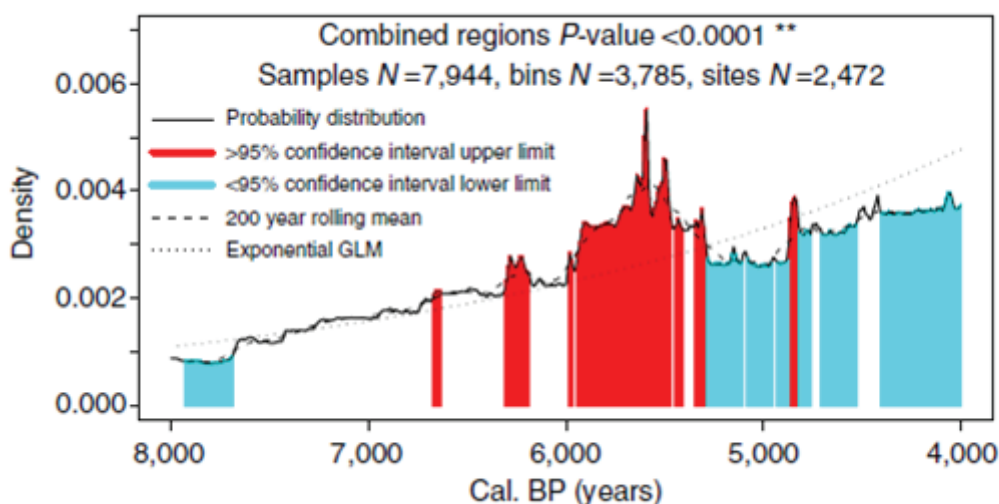


Слика 89. Интегрисани метод сумираних дистрибуција вероватноће примењен на датуме са локалитета Лепенски Вир. Испрекидана линија представља нулти модел, сиве пуне линије означавају доњу и горњу границу интервала поверења од 95%, црвена линија представља покретни просек вредности на емпиријској криви израчунат упросечавањем вредности за узастопних 200 година, а црна пунa линија емпиријску криву сумираних дистрибуција вероватноћа.

Треба напоменути да је овај метод изузетно конзервативан, у смислу да је тако конструисан да само изузетно јак демографски сигнал достигне статистичку значајност, тако да ако се неки сигнал покаже као важан, онда он то највероватније и јесте. Конзервативност модела произлази пре свега из чињенице да се нулти модел конструише регресионим методом према емпиријским подацима, што значи да нулти метод осим тафономске пристрасности може да укључи и део правога демографског сигнала (јер одређује се тако да минимизира одступања од емпиријског обрасца), а пошто се одступање емпиријске криве посматра у односу на нулти модел, онда је могуће да одступања нема зато што је нулти модел већ апсорбовао сигнал демографске динамике који је био присутан у емпиријској кривој. Мање рестриктивна, и према мишљењу аутора ове књиге, боља алтернатива је да се као нулти модел користи само тафономски модел односно експоненцијална крива која је конструисана независно од

конкретних емпиријских података, попут тафономске калибрационе криве коју су конструисали Суровел и колеге (Surovell et al. 2009; Surovell and Brantingham 2007). Такође, глобални тест значајности је превише рестриктиван, јер не постоји ниједан демографски разлог зашто до раста или опадања популације не би могло доћи на временском интервалу и у обиму који је мањи или једнак ономе који се очекује на основу нултог модела. Глобални тест је направљен тако да смањује вероватноћу лажних позитивних сигнала, али зато повећава вероватноћу да дође до лажног негативног закључка, односно да прави сигнал на уском временском интервалу буде одбачен као статистички безначајан.

Интегрисан метод је представљен и први пут примењен на великом скупу радиокарбонских датума са мезолитских и неолитских локалитета западне Европе (Shennan et al. 2013). На графикону је испрекиданом тачкастом линијом приказан нулти модел, испрекиданом линијом покретни просек, а пуном линијом емпиријска крива сумираних вероватноћа. Црвеном бојом су означени временски интервали на којима је емпиријска крива виша од горње границе интервала поверења, а плавом бојом интервали на којима је емпиријска крива нижа од доње границе интервала поверења. На графикону се види да са почетком неолита у западној Европи долази до раста популације који свој максимум достиже приближно средином шестог миленијума пре садашњости, да би после тога дошло до значајног популационог колапса (Слика 90). Вредност глобалне статистичке значајности је испод 0.0001 што значи да је веома мало вероватно да су уочени обрасци последица стохастичких флукуација које долазе од нултог модела.



Слика 90. Резултати примене интегрисаног метода сумираних дистрибуција вероватноћа на радиокарбонске датуме (7944 датума са 2472 локалитета груписаних у 3785 група) из мезолита и неолита западне Европе (Репродуковано са дозволом издавача/Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: Nature Communications 4, Shennan et al. 2013: Figure 4, copyright 2013). Црвене зоне означавају делове где је крива сумираних дистрибуција значајно већа од онога што предвиђа нулти модел, а плаве зоне делове где је крива значајно мања од онога што предвиђа нулти модел – другим речима, то су времена у којима долази до значајног раста или опадања популације.

Представљени метод сумираних вероватноћа решава готово све проблеме који су горе наведени осим пристрасности у избору локалитета. На пример, ако постоји пристрасност ка узимању датума са најранијих локалитета или најкаснијих локалитета једног периода, добиће се вештачки обрасци резултирајуће криве сумиране вероватноће и чиниће се да је у најранијој или најкаснијој фази постојао раст популације. Такође, разлике у истраживачким стратегијама у истраживању два периода могу да унесу сличне пристрасности. На пример, ако

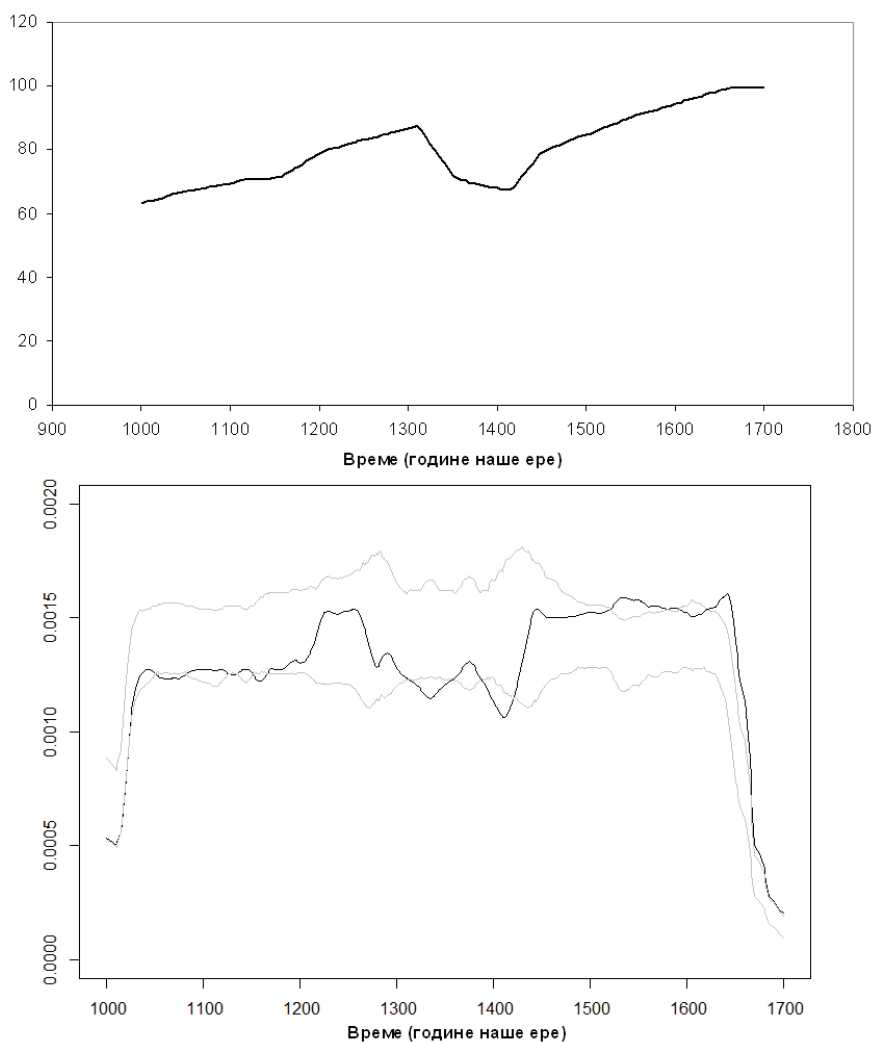
се из једног периода узима мање датума по локалитету, а из другог више датума по локалитету, чак иако је број датума по периоду једнак, услед груписања датума са локалитета са којих је узето више датума (они ће прво бити сумирани у оквиру локалитета, а њихова сума ће бити пондерисана тако да се рачуна као само један датум) резултирајућа крива сумираних вероватноћа биће виша у оном периоду где је узимано мање датума по локалитету, јер ту ће бити мање груписаних датума. Из ових разлога интегрисани метод ће бити слободан од свих пристрасности само у два случаја:

1. Уколико датуми долазе са заштитних ископавања или онога што се у Западној Европи назива комерцијална или развојна археологија. Овде се ради о ископавањима која нису вођена академским разлозима и конкретним истраживачким плановима већ грађевинском делатношћу. Претпоставка је да се на овај начин апроксимира репрезентативност учесталости локалитета из различитих периода у археолошком запису тј. апроксимира се случајност узорка.
2. Циљаним узимањем узорака за датовање, где је узорак посебно планиран за потребе метода, односно представља неку врсту случајног узорка. Ово до сада није рађено у археолошкој пракси, јер подразумева издвајање великих финансијских средстава (потребно је узети преко 100 и више узорака за датовање да би подухват имао смисла) и принцип бирања узорака за датовање који је у супротности са начином на који археолози обично бирају узорке (циљним бирањем). Ово би у будућности требало да постане стандард јер се на тај начин у потпуности елиминише истраживачка пристрасност, што повећава и ефикасност и статистичку осетљивост анализе, јер се онда датуми не морају груписати, што повећава статистичку јачину тестова значајности. На овај начин би се поуздано могла пратити демографска динамика и на нивоу насеља уколико би сви датуми били случајно узорковани са локалитета.

Треба нагласити да метод сумираних дистрибуција не подлеже проблему савремености, јер по самој својој дефиницији, сваки калибрисани датум, па тако и свака сума калибрисаних датума, представљају вероватноће да датовани узорак долази из неке конкретне године. Другим речима, временска неодређеност је уграђена у сам концепт калибрисаног датума и суме калибрисаних датума. Ова чињеница користи се као основ за решавање проблема савремености при анализи просторно-временске популационе динамике на регионалном нивоу (Collard et al. 2010; Grove 2012). Такође, приликом примене овог метода треба обратити пажњу на врсту узорака који се користе за датовање услед проблема који се јављају у основној хронометријској примени метода C¹⁴, а то су ефекат старог дрвета и резервоар ефекат (Bronk Ramsey 2008), који доводе до прецењивања односно сувише високог (старог) датума коришћења или депозиције одређеног артефакта или екофакта.

Све у свему, може се закључити да овај метод представља вероватно најзначајнију иновацију у студијама палеодемографије на почетку 21. века. Иако неки аутори критикују метод (Contreras and Meadows 2014; Torfing 2015b, 2015a), може се лако показати да су те критике углавном неубедљиве и да почивају на нетачним тврдњама или неразумевању самог метода и научне методологије уопште (Timpson, Manning, and Shennan 2015; Timpson et al. 2014). На пример, Контрерас и Медоуз тврде да метод сумираних дистрибуција не може да детектује популациону динамику, а као пример за ту тврдњу користе историјске податке о популационој динамици у Европи између 1000. и 1700. године наше ере (Contreras and Meadows 2014). Они сматрају да њихов резултат показује да се овим методом не може ухватити депопулација средином 14. века која је последица епидемије бубонске куге. Лако је показати да нису у праву.

Према историјским подацима које су Контрерас и Медоуз приказали у чланку, симулирано је 1000 узорковања за датовање из различитих периода у поменутом интервалу, тако да је вероватноћа да узорак за датовање буде узет из неке одређене календарске године пропорционална величини популације у тој години (Edinburgh and Porčić, у припреми). Затим је на тако добијеном симулираном узорку датума за датовање примењен описани интегрисан метод сумираних дистрибуција. Као што се види на слици, резултати указују на то да постоји значајно одступање емпиријске криве (пад) у односу на нулти модел¹¹¹, и то баш у интервалу када је избила епидемија куге (Слика 91). Дакле, када не бисмо знали на основу историјских података да је после средине 14. века дошло до смањења популације у Европи, методом сумираних дистрибуција могли бисмо да детектујемо ову демографску промену само на основу учесталости радиокарбонских датума (нпр. ако сви датуми долазе из заштитних истраживања). Ова проста методолошка вежба потврђује потенцијал метода, јер јасно показује како метод сумираних дистрибуција може да открије демографски догађај релативно кратког трајања и мале амплитуде у односу на демографске процесе које обично проучавају праисторичари, а који се одвијају на већој временској скали и који подразумевају далеко веће релативне промене у величини популације (нпр. неолитска демографска транзиција).



Слика 91. Права (горе) и популациона динамика реконструисана методом сумираних дистрибуција (доле) (Edinburgh and Porčić, in preparation).

¹¹¹ Као нулти модел овде је коришћен модел стационарне популације тј. нулти модел претпоставља да од 1700. до 1900. године нема промене у величини популације. Стационарни модел је коришћен зато што знамо да нема ефекта тафономије приликом симулирања датума – јер је број датума из сваког периода директно пропорционалан величини популације (случајно узорковање), без утицаја тафономије. У принципу, могуће је симулирати и тафономске ефекте, али за ову методолошку вежбу то није неопходно.

Поглавље 7: Изабране теме из палеодемографије

Увод

У претходна два поглавља представљени су различити палеодемографски методи, са нагласком на техничке аспекте. Циљ овог поглавља јесте да се палеодемографски методи представе у свом „природном окружењу”, тј. да се види како се интегришу у оквиру неке шире истраживачке теме и како изгледа њихова примена у решавању конкретних истраживачких проблема, на конкретним подацима. Избор тема је свакако субјективан, али не и без критеријума. Основна два критеријума за избор су општи антрополошки значај и методолошка сложеност. Ово прво значи да су изабрани они истраживачки проблеми који су од глобалног археолошког и антрополошког значаја, што значи да резултати ових истраживања утичу на формирање фундаменталних знања о човеку и култури у простору и времену. Методолошка занимљивост подразумева истовремену употребу тј. комбиновање различитих палеодемографских метода и интерпретативно занимљиве резултате. Већина изабраних тема испуњава оба критеријума, тако да ће оне бити представљене као добри примери за то како палеодемографска истраживања изгледају у пракси.

Палеодемографија палеолита

Када је реч о археологији палеолита, готово свака тема из овог периода има велики, неретко кључан, антрополошки значај. Ово уопште не чуди, јер током овог изузетно дугачког периода људске праисторије одигравала се и сама биолошка еволуција људске врсте – људи и све оно што нас чини људима настало је управо током палеолита. Такође, све предачке и паралелне врсте рода *Homo* (хоминини) живе су у овом периоду. У биолошкој еволуцији демографија има централни значај, јер ефекти деловања еволутивних сила попут природне селекције и дрифта зависе од величине и структуре популације, тако да осветљавање демографских аспеката популација хоминина током палеолита има прворазредни значај за разумевање људске еволуције. У одличном и исцрпном прегледу палеодемографских истраживања палеолитске епохе, Џенифер Френч је идентификовала три истраживачке области за које су демографски аспекти важан чинилац објашњавања социокултурне промене (French 2016): 1) технолошку стагнацију током доњег палеолита (нпр. непромењеност ашелске технологије израде ручног клина у периоду који је трајао преко милион година) 2) смену неандерталске популације популацијом анатомски савремених људи у Европи 3) настанак бихевиоралне модерности (о чему је било речи у Поглављу 2). Френч такође примећује да, када је реч о оцењивању демографских карактеристика палеолитских популација, доминирају студије које спроводе генетичари, а да се археолози углавном држе по страни, што је лоше из два разлога. Први је тај што се занемарује потенцијал археолошког материјала за реконструкцију демографије популација из прошлости, а други је тај што генетички метода дају оцену *ефективне величине*

популације¹¹² на основу које није једноставно оценити њену укупну величину (Hawks 2008), о чему ће ускоро бити више речи.

Од мноштва палеодемографски занимљивих тема из палеолитског доба, изабране су две теме које добро илуструју палеодемографски метод, а од несумњивог су општег антрополошког значаја. Прва тема односи се на демографију неандерталаца – каква је била животна историја неандерталског човека, колика је била популација неандерталаца и на који начин су повезани демографија, климатски услови током последњег глацијала са нестанком неандерталаца? Друга тема је палеодемографија горњег палеолита, односно палеодемографија анатомски савремених људи, плеистоценских ловаца – сакупљача. Каква је била животна историја плеистоценског човека, колика је била величина популације људи у палеолиту и да ли је и на који начин популациона динамика горњопалеолитских заједница била повезана са великим климатским флукутацијама током последњег глацијала?

Средњи палеолит – палеодемографија неандерталаца

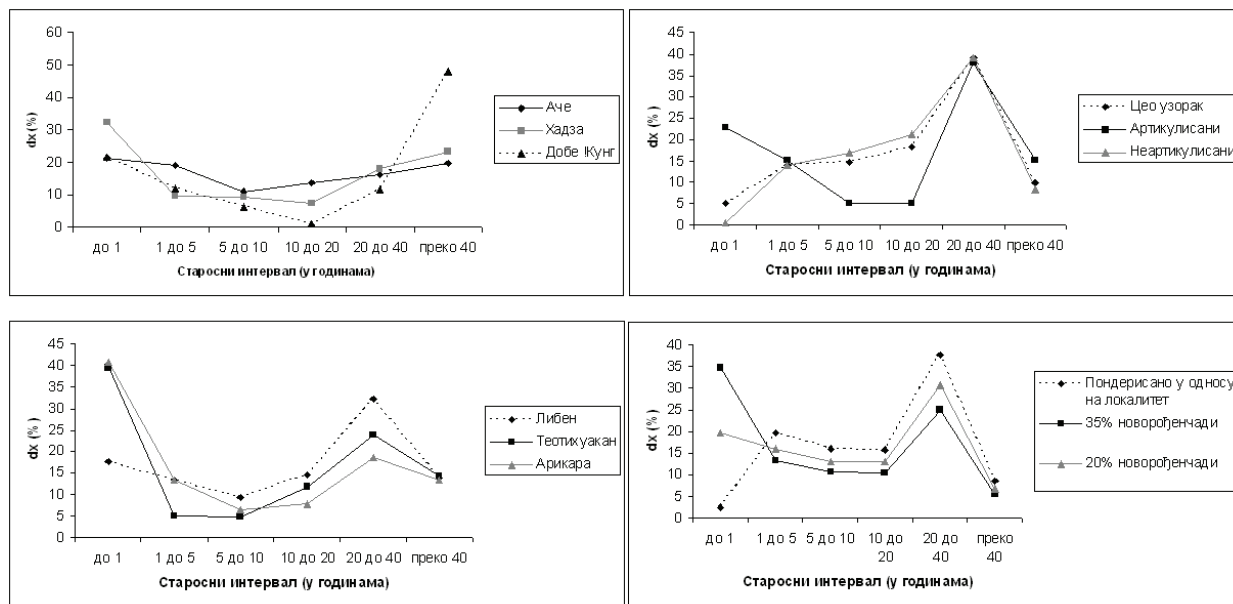
Средњи палеолит је у Европи почео пре око 300–240 хиљада година¹¹³ и завршио се пре око 45 хиљада година. Ово је веома важан период људске праисторије са становишта технологије, економије и биолошке еволуције хоминина (Hopkinson 2007; Milisauskas 2011). У Европи, материјална култура средњег палеолита везује се за популацију неандерталаца. Неандерталци и модерни људи еволуирали су од исте предачке линије, од палеоврсте *Homo heidelbergensis*, а време раздвајања процењује се између 600 и 300 хиљада година пре садашњости, у зависности од истраживача и метода (Hublin 2009).

Ерик Тринкаус спровео је опсежну палеодемографску студију на основу података о старости неандерталских скелета (Trinkaus 1995). Он је на основу скелетних индикатора старости класификовао остатке укупно 206 неандерталских индивидуа са 77 европских и блискоисточних локалитета у 6 старосних категорија: новорођенче (мање од једне године старости), дете (од 1 до 5 година), јувенилна особа (од 5 до 10 година), адолесцент (од 10 до 20 година), млађа одрасла особа (од 20 до 40 година) и старија одрасла особа (преко 40 година). Како би смањио утицај различитих контекстуалних пристрасности (тафономских или бихевиоралних), Тринкаус је разматрао неколико различитих могућих старосних дистрибуција: старосну дистрибуцију само на основу артикулисаних скелета поредио је са оном изведеном на основу изолованих скелетних елемената. Старосну дистрибуцију је кориговао диференцијалним пондерисањем локалитета, тако да се смањи утицај бројнијих скелетних серија које су настале као последица модела морталитета који није атрициони. Затим је извршена корекција за недостатак новорођенчади тако што је пондерисана дистрибуција

112 У одсуству природне селекције, учесталости гена, односно алела, мењају се стохастички, а једини параметри који утичу на овај процес су демографски – величина популације и образац размножавања – што значи да су генетске особине популације одраз демографских особина (Hawks, 2008). Штавише, однос између генетских и демографских карактеристика може се, под одређеним условима, сумирати у виду једног параметра који се зове ефективна величина популације (Hawks, 2008). Ефективна величина популације представља број индивидуа у репродуктивном периоду које се размножавају насумично, умиру одмах после размножавања (нема преклапања генерација), а тако да популација ових индивидуа има исти генетски диверзитет као и емпиријска популација која се разматра. Дакле, ефективна величина популације је заправо величина једне теоријске или моделске популације чија је генетичка варијанса једнака некој емпиријској популацији. Ефективна величина популације је увек мања од укупне величине популације. Такође, увек треба имати на уму да ефективна величина популације одговара величини идеалне теоријске популације код које важе неке претпоставке – људске популације одступају на много начина од идеалног модела што уноси компликације у повезивање ефективне и стварне величине популације (Hawks, 2008).

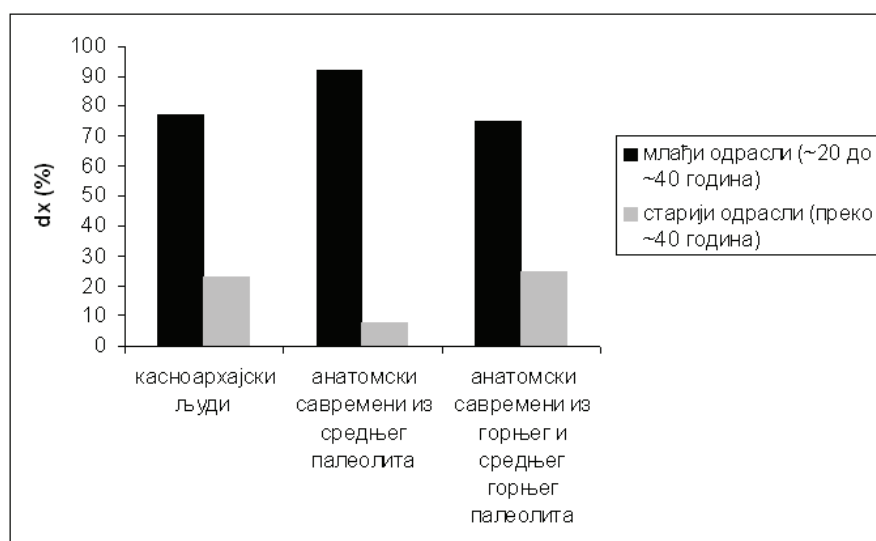
113 У традиционалној подели палеолита почетак средњег палеолита је угрубо синхронизован са почетком претпоследњег интерглацијала, пре око 125 хиљада година.

вештачки увећана додавањем новорођенчади, па њихов проценат у скелетној серији износи у једном случају 35%, а у другом 20%, што одговара средини распона код демографских профила анатомски модерних људи (преиндустријских заједница). Тринкаусов циљ био је да добијене профиле морталитета тј. старосне структуре скелетне серије (изражене у процентима скелета по старосним категоријама, дакле, d_x колоне таблице морталитета) неандерталске популације упореди са етнографски и археолошки (палеодемографски) забележеним тј. реконструисаним старосним структурама популација анатомски савремених људи. Тринкаусови резултати указују на то да постоје разлике између неандерталских профила и профила анатомски савремених људи, како етнографских тако и палеодемографских (све серије су из постпалеолитских периода), и да су те разлике најизраженије у морталитету младих одраслих особа (Слика 92). Неандерталска популација има значајно већи проценат умрлих у овој старосној категорији у односу на етнографски забележене заједнице, а чак и у односу на палеодемографске профиле који иначе имају велику концентрацију индивидуа у категорији млађих одраслих особа. Такође, неандерталци имају и значајно мањи број умрлих у категорији старијих одраслих индивидуа. Тринкаус одбацује тафономију као могући узрок, као и бихевиоралне разлоге (нпр. да су можда старе и немоћне особе остављане да умру негде другде и да нису сахрањиване унутар пећина и поткапина), и сматра да је ово слика разлике демографских карактеристика неандерталаца и анатомски савремених људи. Неандерталци су, према овим резултатима, имали краћи очекивани животни век при рођењу од анатомски модерних људи (око 20 година), као последицу повећане смртности у младом одраслом добу. Тринкаус примећује да су са овако великом смртношћу и релативно малим фертилитетом, неандерталске популације морале бити стално на ивици изумирања и нестајања тј. да су биле веома осетљиве на флукуације у животној средини, тако да је чак и мало повећање морталитета или смањење фертилитета могло да доведе до изумирања локалних популација.



Слика 92. Старосни профили: 1. етнографски забележених ловаца – сакупљача (горе лево) 2. археолошких скелетних серија (доле лево) 3. неандерталаца, без корекција (горе десно) и са корекцијама за величину збирке и број новорођенчади (доле десно) (према Trinkaus 1995: Fig.1, Fig. 2, Fig. 4). Корекције за величину збирке на локалитету подразумевају пондерисање у односу на величину узорака, док корекције за новорођенчад подразумевају вештачко додавање процента новорођенчади (јер њихови скелети најчешће недостају из тафономских и културних разлога).

Међутим, у новијој студији у којој је поређен проценат старијих од 40 година у скупу скелетних остатака индивидуа преко 20 година старости, откривено је да се неандерталски профили не разликују од профила анатомски савремених људи из средњег и горњег палеолита (Слика 93), а да се све три групе (неандерталци, анатомски савремени људи из средњег и горњег палеолита) значајно разликују у односу на демографске профиле добијене на основу етнографских и археолошких података из каснијих периода (Trinkaus 2011). Остаје упитно колико се ови скелетни подаци могу користити за палеодемографску реконструкцију, јер постоје индиције да значајан део палеолитских скелетних серија, људских и неандерталских, представља резултат катастрофичног, а не атриционог морталитета (Trinkaus 2011; Vosquet-Appel and Arsuaga 1999), што може делимично да објасни мањак старијих индивидуа у палеолитским серијама – ове серије онда у већој мери одражавају пирамиду живе популације које иначе карактерише мањи проценат старијих особа, те стога оне и нису директно упоредиве са старосном структуром популација мртвих насталих као последица деловања атриционог режима морталитета, било археолошких било етнографских.



Слика 93. Однос учесталости старијих и млађих индивидуа у скелетним серијама неандерталаца и касноархајских људи, анатомски савремених људи из средњег палеолита, анатомски савремених људи са почетка и средине горњег палеолита(према Trinkaus 2011: Fig.1).

Каспари и Ли су спровели компаративну палеодемографску студију са циљем да утврде како се мења однос броја старих према броју младих индивидуа у скелетним серијама код аустралопитекуса, раних *Homo* врста, неандерталаца и врсте *Homo sapiens sapiens* из времена горњег палеолита (Caspari and Lee 2004). Овај однос показује колико је особа доживело већу старост. На основу релативне истрошености зуба¹¹⁴, индивидуе су сврстане у једну од две старосне категорије – млади или стари. Резултати показују да је овај однос далеко већи код врсте *Homo sapiens sapiens* у односу на све раније хоминине и неандерталце, што би значило да је очекивани животни век (и максимални животни век?) код анатомски савремених људи био већи у односу на остале хоминине (Табела 22).

¹¹⁴ Примењен је Мајлсов метод посматрања релативне истрошености зуба који је делимично независан од референтних колекција (Miles 2001). Уколико је познато време избијања молара, онда се за сваки скелет може израчунати релативна стопа трошења зуба на основу које је могуће оценити старост индивидуе. М1 избија у шестој, М2 избија у дванаестој, а М3 у осамнаестој години. Посматрањем разлике у истрошености између М1 и М2, као и М3 и М2 могуће је установити која је стопа трошења зуба, јер се зна колико је година М1 био трошен пре него што се појавио М2 итд.

	Број старих (C)	Број младих (M)	C:M
Аустралопитекус	37	316	0.12
Ране <i>Homo</i> врсте	42	166	0.25
Неандерталци	37	96	0.39
<i>Homo sapiens sapiens</i> из раног горњег палеолита	50	24	2.08

Табела 22. Однос броја старих према броју младих индивидуа на основу података о индивидуалној старости добијеним Мајлсовим методом (према Caspari and Lee 2004: Table 1).

Међутим, у новијој студији, Каспари и Ли су спровели још једну анализу где је направљена финија разлика унутар људских и неандерталских популација (Табела 23), јер су као посебна популација посматрани анатомски савремени људи из средњег палеолита западне Азије у односу на анатомски савремене људе из раног палеолита Европе, а исто тако је направљена разлика између неандерталаца из западне Азије и европских неандерталаца (Caspari and Lee 2006). Резултати су показали да се само анатомски савремени људи из Европе значајно разликују по релативној учесталости старијих индивидуа од неандерталских популација, док та разлика није значајна када се азијски анатомски савремени људи пореде са неандерталцима. Такође, показало се да између неандерталских популација у Азији и оних у Европи постоје значајне разлике у старосној структури (више старих индивидуа код азијских неандерталаца). На основу представљених резултата, Каспари и Ли су закључили да разлике између неандерталаца и људи у морталитету (очекиваном животном веку и максималном трајању живота) не представљају есенцијалистичке разлике у животним историјама које одвајају две врсте, већ да су последица културних промена које су наступиле доласком анатомски савремених људи у Европу (Caspari and Lee 2006).

	Број старих (C)	Број младих (M)	C:M
Неандерталци из западне Азије	9	9	1
Анатомски савремени људи из западне Азије	6	8	0.75
Европски неандерталци	36	103	0.35
Европски <i>Homo sapiens sapiens</i> из горњег палеолита	88	42	2.1

Табела 23. Однос броја старих према броју младих индивидуа на основу података о индивидуалној старости добијеним Мајлсовим методом (према Caspari and Lee 2006: Table 1).

Боке-Апел и Дежоани наводе како се на основу знања из домена биологије сисара о повезаности максималног животног века са биометријским карактеристикама, конкретно тежином мозга и тежином тела, може закључити да је максимални животни век код људи и неандерталаца био готово идентичан (Bocquet-Appel and Degioanni 2013). Са друге стране,

результати добијени на основу скелетне палеодемографије, како су то показале студије које су спровели Тринкаус и Каспари и Ли (Trinkaus 1995; Caspari and Lee 2004), указују на то да је очекивани животни век неандерталаца био краћи него код анатомски савремених људи из постпалеолитских периода, јер у скелетним збиркама неандерталаца има веома мало особа старијих од 40 година, мада, као што је речено, директна поређења са палеолитским анатомским савременим људима су показала да између њих и неандерталаца нема разлике (Trinkaus 2011). Дакле, када се неандерталци пореде са анатомски савременим људима из каснијих тј. постпалеолитских периода, постоје разлике у старосној структури, али када се упореде са палеолитским анатомски савременим људима, различити аутори добили су различите резултате у зависности од примењеног метода и структуре узорка (нпр. Тринкаусови резултати насупрот резултатима које су добили Каспари и Ли). У светлу свих представљених студија, чини се да је највероватнији закључак који су Каспари и Ли предложили, а то је да су разлике између неандерталаца и људи у морталитету ситуационог карактера (да морталитет зависи од културних и срединских услова), а не да представљају биолошки фиксирани разлике у дуговечности (максималном трајању живота).

На основу анализе генома митохондријске ДНК неандерталских индивидуа, генетичари су изнели различите оцене ефективне популације. Резултати студије коју су спровели Бригс и колеге указују на то да је ефективна популација неандерталских жена била мала, у распону од 268 до 3510 одраслих жена, са просеком од око 1500 (Briggs et al. 2009). Уколико би се претпоставило да је било исто толико мушкараца, и да одрасле особе чине 50% популације, укупна величина неандерталске популације би се кретала око 6000 индивидуа. Фабре и колеге су оценили на основу ДНК анализа да се ефективна величина популације кретала између 3 и 125 хиљада, а укупна између 25 и 200 хиљада индивидуа (Fabre, Condemi, and Degioanni 2009). У две студије дошло се до закључка да је ефективна популација неандерталаца бројала око 5–10 хиљада индивидуа (што је оцена која је добијена и за анатомски савремене људе) (Green et al. 2006; Lalueza-Fox et al. 2005). Боке-Апел и Дежоани су на основу оцена величине ефективне популације из литературе и формуле која повезује ефективну и укупну величину популације, преузете из студија очувања животињских врста, израчунали да је укупна популација неандерталаца бројала између 5 и 70 хиљада индивидуа (Bocquet-Appel and Degioanni 2013).

Наравно, овде опет треба нагласити да је оцењивање укупне величине популације на основу оцена ефективне популације проблематична ствар и треба указати и на то да су оцене ефективне популације пристрасне ка мањим вредностима, ако је популација мењала величину кроз време (нпр. ако је пролазила кроз неко популационо „уско грло” као што се за неандерталце претпоставља) (Bocquet-Appel and Degioanni 2013; Hawks 2008). Ово би у случају неандерталаца вероватно одговарало периодима екстремних глацијалних услова, док је у интерглацијалима ефективна популација могла бити и већа.

Посебно занимљив проблем јесте нестанак неандерталаца и њихова интеракција са анатомски савременим људима. Према најновијим истраживањима, последње неандерталске популације, везане за *шателперонијенску* индустрију окресаног камена, нестале су пре око 40 хиљада (Higham et al. 2014), са изузетком неандерталаца на Иберијском полуострву који су се одржали до око 30 хиљада година пре садашњости¹¹⁵ (Zilhão 2000). Шателперонијенска култура везује се за неандерталце и представља изузетно занимљиву појаву, јер су у технологији окресаног камена присутни елементи горњопалеолитске технологије (пре свега алатке на сечивима) која се везује за анатомски савремене људе, тако да шателперонијен представља

115 Још увек је отворено питање дужине опстанка неандерталаца на Иберијском полуострву. Неки аутори сматрају да постоје докази да су неандерталци ту опстали до око 30 хиљада година пре садашњости (Zilhão 2000), док Хајам и колеге сматрају да ови датуми нису сигурни и да је потребно још нових података како би се ово питање разрешило (Higham et al. 2014).

неку врсту транзиционе технологије између средњег и горњег палеолита. Анатомски модерни људи дошли су у Европу пре око 48–45 хиљада година, и то вероватно у два таласа: први талас био је пре око 48 хиљада година, и везан је за бохуницијен, а други талас пре око 45 хиљада година везан је за протоорињасијен (Hoffecker 2009). Установљено је да постоји временско преклапање које траје између 2500 и 5500 хиљада година између неандерталских и анатомски савремених људи у Европи (Higham et al. 2014). Генетска истраживања су показала да су се људи и неандерталци укрштали након емиграције мале групе анатомски савремених људи из Африке, те стога неафричке људске популације и данас имају мали проценат неандерталских гена (Green et al. 2010).

Постоји читав низ хипотеза које објашњавају нестанак неандерталаца, а основне компоненте тих хипотеза су идеја о когнитивној надмоћи и/или демографској надмоћи анатомски савремених људи у односу на неандерталце (Kuhn 2013; Bocquet-Appel and Degioanni 2013; Kobayashi 2013; Bar-Yosef 2013; Kuhn and Stiner 2006). Већина аутора се слаже да је један од разлога нестанка неандерталаца био тај што их је било далеко мање него људи тј. да је демографија свакако део објашњења (Bar-Yosef 2013; Kuhn 2013; Bocquet-Appel and Degioanni 2013), али онда се поставља питање зашто их је било мање, јер ако су две подврсте имале различите популације у истом окружењу, нешто је морало проузроковати те разлике. Да ли је то нешто интринзички (биолошки) везано за модерне људе или је последица неких историјских околности које су само утицале на модерне људе, а не на неандерталце остаје да се види.

Кун сматра да постојање малобројних примера да су неандерталци проширивали репертоар ловљених врста и сакупљали биљке показује њихове способности да промене образац долажења до хране тј. прошире разноврсност исхране, што је неопходна адаптација да би већа густина популације била могућа, али поставља се питање зашто нису то чинили у мери у којој и анатомски савремени људи (Kuhn 2013). Такође, шателперонијенски репертоар алатки јасно показује да су неандерталци били способни да користе горњопалеолитску технологију и испољавају бихевиоралну модерност и у другим аспектима (D’Errico et al. 2003), што је чињеница која додатно иде у прилог хипотези да су разлике у демографским околностима, а не у когнитивним способностима биле узрок напредније технологије код анатомски савремених људских заједница. Треба напоменути и то да су заједнице анатомски савремених људи користиле средњопалеолитску технологију десетинама хиљада година пре појаве горњег палеолита. Штавише, Зилхао сматра да ниво технологије не треба користити као меру интелигенције и подсећа на чињеницу да су становници Тасманије у време контакта са Европљанима, пре око 200 година, имали веома скромну технологију и да чак нису умели да запале ватру, иако је реч о анатомски савременим људима, са идентичним биолошким и психолошким особинама и предиспозицијама које имају и остали припадници људске врсте (Zilhão 2000).

Боке-Апел и колеге сматрају да је управо демографија разлог зашто мустеријенска технологија није напредовала током плеистоцена и да је то стварало својеврсну „босерупијанску замку”, односно технологија није могла да се развије услед мале величине популације (Bocquet-Appel and Degioanni 2013; Bocquet-Appel and Tuffreau 2009), што је у складу са предвиђањима теорије културне трансмисије (видети Поглавље 2). Такође, сама биологија неандерталаца сугерише да би те популације требало да буду мање од популација анатомски савремених људи, јер неандерталци имају скоро дупло веће калоријске потребе у односу на људе (око 3500–5000 kcal), тако да са истом технологијом и у истом окружењу, може да се очекује да ће њихова густина и величина популације бити сразмерно мање него популације анатомски савремених људи. Дакле, само метаболичке разлике између ове две подврсте би теоријски биле довољне да објасне разлике у густини и величини популације.

Палеодемографска истраживања која је спровео Тринкаус сугеришу да између неандерталаца и палеолитских анатомских савремених људи нема битних разлика у морталитету када су одрасле индивидуе у питању, па он претпоставља да узрок демографске експанзије људи на рачун неандерталаца можда лежи у повећаном фертилитету, полазећи од, као што ће се видети, емпиријски утемељене претпоставке да је људска популација била већа од неандерталске (Trinkaus 2011). Са друге стране, резултати студије Каспарија и Лија (Caspary and Lee 2006) указују на разлике у морталитету између европских неандерталаца и савремених људи као могући узрок опадања величине неандерталске популације у односу на људску.

Кун сматра да је начин на који су неандерталци ловили, а који је подразумевао учешће свих чланова заједнице, онемогућавао другачије режиме лова и сакупљања који би омогућили издржавање веће популације и да је то разлог зашто су неандерталци остали на нижим нивоима величине популације (Kuhn 2013). Кун и Стајнер су изнели хипотезу да је код анатомски савремених људи, за разлику од неандерталаца, еволуирала полна подела рада и да је она омогућила већу продуктивност у лову и сакупљању што је дало одређену демографску предност анатомски савременим људима (Kuhn and Stiner 2006).

Пошто теоријска разматрања указују на то да је разлика у величини популација анатомски савремених људи и неандерталаца играла кључну улогу у изумирању неандерталаца, Пол Меларс и Џенифер Френч спровели су палеодемографску студију са циљем да емпиријски провере да ли су и колико анатомски савремене људске заједнице везане за *орињасијенски* комплекс (од око 40 до 35 хиљада година пре садашњости) на подручју југозападне Француске биле веће од неандерталских заједница везаних за шателперонијенску индустрију окресаног камена (између 44 и 40 хиљада година пре садашњости) (Mellars and French 2011). У ову сврху коришћена су четири независна палеодемографска индикатора: број локалитета на хиљаду година, површина локалитета, густина окресаних камених алатки у културним слојевима на хиљаду година, и густина оцењене тежине мяса (на основу животињских костију) на локалитетима на хиљаду година. Резултати показују да сва четири палеодемографска индикатора конвергирају тј. указују на исти резултат тј. популацијеанатомски савремених људи биле су вероватно око 10 пута¹¹⁶ веће од популације неандерталаца (Mellars and French 2011).

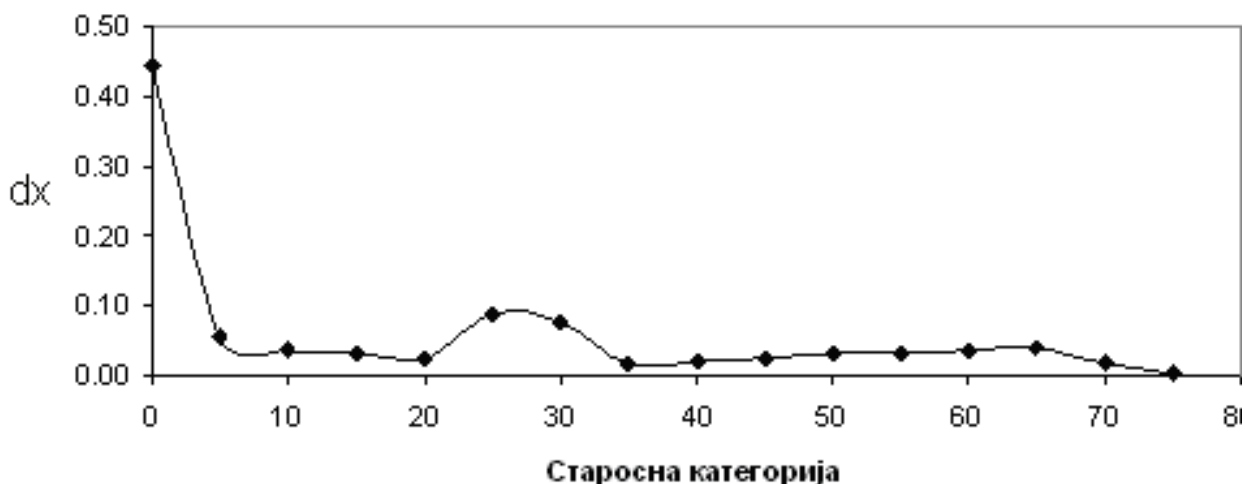
Горњи палеолит

Током горњег палеолита, који је почео пре око 45 хиљада година, анатомски савремени људи остају једина врста хоминина на еволутивној и историјској сцени¹¹⁷. Седамдесетих година 20. века примењени су методи класичне скелетне палеодемографије, конкретно табеле морталитета, на збирке скелетних остатака из горњег палеолита како би се реконструисао режим морталитета плеистоценских ловаца – сакупљача (Weiss 1973; Acsádi and Nemeskéri 1970). Посебно је значајна епипалеолитска скелетна серија из пећине Тафоралт у Мароку која броји 186 индивидуа (Acsádi and Nemeskéri 1970:153). На основу ових података Ачади и Немешкери су саставили таблицу морталитета и израчунали да очекивани животни век при рођењу за ову популацију износи 21.4 године (Acsádi and Nemeskéri 1970: Table 43) што одговара доњој граници интервала очекиваног животног века код етнографских ловаца – сакупљача. Код Агта и Јаномама, етнографски забележених ловачко-сакупљачких заједница са највећим

¹¹⁶ На појединачним индикаторима однос варира између 1.8 и 2.5, али пошто је реч о независним индикаторима, прави увид у однос величина популације добија се када се израчуна производ броја локалитета, површине локалитета, густине алатки и густине животињских остатака.

¹¹⁷ Са вероватним изузетком врсте *Homo floresiensis*, за коју постоје јаке индикације да представља архајску врсту рода *Homo* која је преживела на острву Флорес (Индонезија) да би изумрла тек на самом крају плеистоцена (Argue et al. 2006).

морталитетом, очекивани животни век при рођењу износи 21 годину (Gurven and Kaplan 2007). Старосна структура ове скелетне серије подсећа на општи образац палеодемографски реконструисаних старосних структура умрлих, са карактеристичним „вишком” млађих одраслих особа (Слика 94). Са друге стране, у већ поменутој Тринкаусовој студији (Trinkaus 2011), где је горњопалеолитска скелетна серија формирана груписањем скелета са различитих локалитета и из различитих времена, резултати указују на то да у горњопалеолитском узорку има значајно мање старијих одраслих индивидуа у односу на палеодемографске профиле из касније праисторије и етнографије. Нема посебног теоријског разлога да се очекује да је морталитет плеистоценских ловаца – сакупљача био значајно већи од морталитета холоценских, али према овим резултатима може се закључити да је вероватно био веома висок.



Слика 94. Старосна структура скелетне серије са епипалеолитског локалитета Тафоралт (према подацима из Acsádi and Nemeskéri 1970: Table 43).

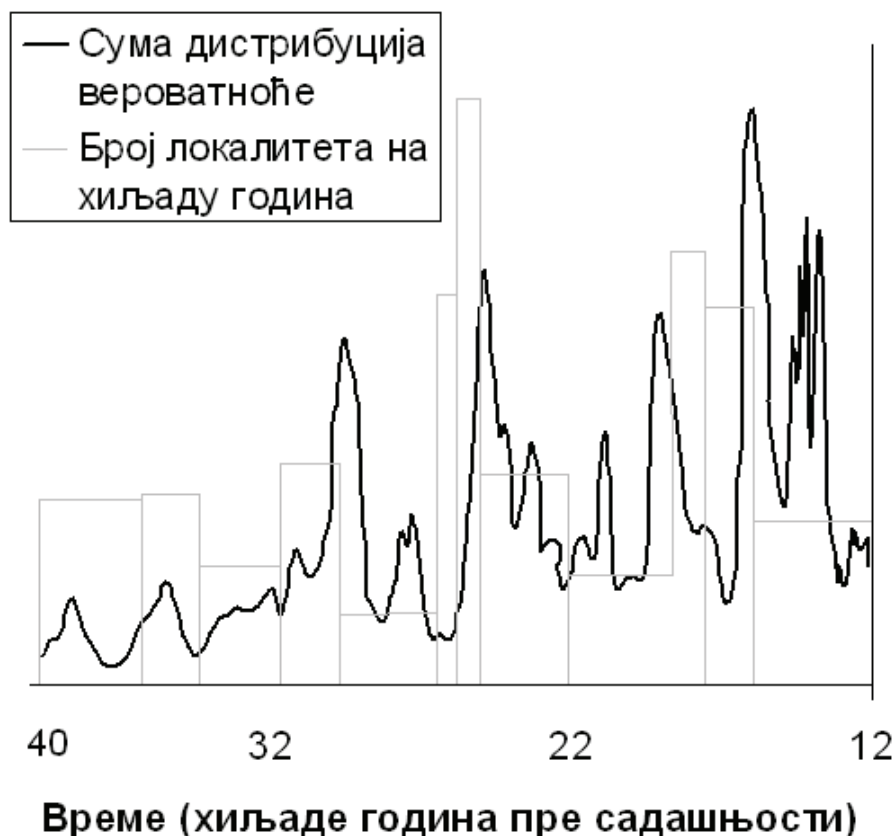
Када је реч о оцени величине горњопалеолитских популација, Боке-Апел и колеге спровели су опсежно и сложено истраживање како би оценили величину популације у различитим фазама, као и популациону динамику током горњег палеолита у Европи користећи методе насеобинске палеодемографије (Bocquet-Appel et al. 2005; Bocquet-Appel and Demars 2000). Ово истраживање одлично илуструје како се комбинују археолошки подаци о насеобинским остацима са подацима о палеоклими, палеогеографији и теоријским знањима везаним за однос климе и демографских параметара ловачко-сакупљачких заједница, и као такво представља до сада најбољу оцену величине популације анатомски савремених ловаца – сакупљача из последње трећине горњег плеистоцена.

Горњи палеолит је подељен на четири фазе (Bocquet-Appel et al. 2005): орињасијен (од ~40 до ~30 хиљада година п.н.е.), граветијен (од ~30 до ~23 година п.н.е.), глацијални максимум (солитрејска култура, доњи магдаленијен, од ~23 до 17 хиљада година п.н.е.) и касни глацијал (средњи, горњи, финални магдаленијен, хамбургијен, кресвелијен, од ~17 до 11 хиљада година п.н.е.). За сваку од ових фаза забележена је површина на којој су били присутни археолошки локалитети и на основу тога израчуната је густина локалитета на хиљаду година трајања сваке фазе. Услед смене стадијалних и интерстадијалних услова током последњег глацијала, ова површина се мењала, јер су се ловачко-сакупљачке заједнице повлачиле ка југу у стадијалним условима са ширењем ледника, а поново колонизовале северне области Европе са повлачењем границе ледника ка северу током интерстадијала.

На основу овако израчунате густине локалитета по јединици времена од хиљаду година, могуће је израчунати релативну стопу промене густине популације између сваког пара фаза у секвенци. Резултати овог прорачуна показали су да су оцењене стопе раста изузетно мале, реда величине 10^{-5} (тј. 0.001% тј. око хиљаду пута мање од просечних стопа раста током неолитске демографске транзиције, а сто пута мање од стопа раста после неолитске демографске транзиције, а пре савремене демографске транзиције), што значи да је популација током горњег палеолита практично била стационарна уз тек незнатни раст. Нешто већа стопа раста била је на прелазу између фазе глацијалног максимума и фазе касног глацијала, када је број локалитета порастао, што је и очекивано с обзиром на топлију климу која је уследила након фазе глацијалног максимума.

Познато је да између климатских услова који детерминишу примарну и секундарну продуктивност екосистема са једне, и густине популације ловачко-сакупљачких заједница са друге стране, постоји релативно јака веза (Tallavaara, Pesonen, and Oinonen 2010; Birdsell 1953; Binford 2001). Из овог разлога, Боке-Апел и колеге су спровели реконструкцију палеоклиме у времену касног глацијала да би пронашли оне етнографски забележене ловачко-сакупљачке заједнице које живе у сличној клими, односно податке о густини популације тих заједница. Ове густине су узете као референтне за реконструкцију величине популације у фази касног глацијала, а затим су оцењене стопе раста искоришћене да би се величина популације пројектовала уназад од фазе касног глацијала, преко фаза глацијалног максимума и граветијена, до орињасијена. На овај начин оцењене су величине популација ловаца-сакупљача у Европи током различитих фаза горњег палеолита. Резултати указују на то да је величина популације у орињасијену била између ~2000 и ~28000 људи, у граветијену између ~2000 и ~30000 људи, у фази глацијалног максимума између ~2300 и 38000, и у касном глацијалу између ~11000 и 73000 људи (Vocquet-Appel et al. 2005). Ове оцене су истог реда величине као генетичке оцене на основу величине ефективне популације (Hawks 2008).

Најновије студије палеолитске популационе динамике у југозападној Француској које је спровела Џенифер Френч посебно се издвајају по примерној методологији и занимљивим резултатима. Френч је у две студије применила неколико палеодемографских метода како би реконструисала популациону динамику у горњем палеолиту (French and Collins 2015a; French 2015). Френч и Колинс су примениле метод сумираних дистрибуција калибрисаних датума и израчунале су број локалитета на хиљаду година за сваку горњопалеолитску фазу и потфазу (основне фазе су дефинисане слично као и код Боке-Апела и колега са нешто другачијим датовањем: орињасијен, граветијен, солитреј, магдаленијен и азилијен). Резултати ове анализе показали су да постоји релативно добро слагање између два палеодемографска индикатора (сумираних дистрибуција калибрисаних радиокарбонских датума и броја локалитета) као и да је током горњег палеолита долазило до промена у величини популације у Европи које су у великој мери повезане са климатским флукуацијама током последње трећине последњег глацијала. На слици се види како током орињасијена, у периоду од пре 40 до 30 хиљада година, долази до постепеног повећања популације, који је очигледнији на индикатору сумираних дистрибуција, а затим до пада на почетку граветијенског периода (после 30 хиљада година пре садашњости) (Слика 95). Популација током граветијена опет расте и достиже свој максимум у солитрејском и раном магдаленијенском периоду да би са наступањем последњег глацијалног максимума популација опала, са поновним растом тек крајем магдаленијена.



Слика 95. Реконструисана популациона динамика током горњег палеолита на основу броја локалитета по миленијуму (хистограм) и на основу сумираних дистрибуција радиокарбонских датума (крива) (према French and Collins 2015a: Fig.7).

Добијени образац је тек делимично у корелацији са климом, Френч и Колинс опажају да врхови криве временски коинцидирају углавном са хладнијом климом, што тумаче као резултат тога што је југозападна Француска била рефугијум током плеистоценских захлађења па је због тога услед миграција долазило до повећања популације у овом региону, а као алтернативно и мање вероватно објашњење нуде промену у обрасцима мобилности, тј. да су у хладним периодима људске заједнице биле мобилније, што је резултирало већим бројем локалитета (French and Collins 2015a).

У другој студији, Френч је поново користила број локалитета у фази на хиљаду година као индикатор, уз три нова индикатора: површину локалитета, густину ретушираних артефаката по квадратном метру на хиљаду година и оцењену укупну масу конзумираног животињског меса (на основу учесталости животињских костију) по квадратном метру на хиљаду година (French 2015). За разлику од броја локалитета и сумираних дистрибуција, ови индикатори су дали делимично дивергентне обрасце који указују на то да иза њих не стоје само демографски фактори, уз то да је релативно мала величина узорака, када су у питању новоуведени индикатори, такође допринела замагљивању демографског сигнала.

Опште напомене о палеодемографији палеолита

Као што се из представљених истраживања може видети, палеолитска палеодемографска реконструкција и анализа палеолитских заједница је изузетно компликован, али не и немогућ

подухват. Студије које имају за циљ реконструкцију параметара животне историје различитих врста хоминина дају понекад контрадикторне резултате, а мали и пристрасни узорци додатно компликују слику.

Када је реч о популационој динамици, ситуација је слична, с тим што се могу реконструисати неки општи обрасци везани за разлике у величини популације између неандерталаца и анатомски савремених људи, као и промену величине људских популација током горњег палеолита. Оно што је карактеристично за палеолит јесте стационарност популације на дуге стазе. Пораста популације је било у различитим периодима, али то није довело до трајног раста. Неки истраживачи овакву динамику виде као последицу катастрофичног морталитета који је увек изнова враћао величину популације на неки минимални ниво, чак иако би дошло до краткорочног раста тј. краткорочно гледано популације никада нису стационарне већ или расту или опадају, а током палеолита просечна стопа раста на дуге стазе била је веома блиска нули тј. око 0.01% (0.0001) (Boone 2002) или још мања (Vocquet-Appel et al. 2005).

Палеодемографија мезолита Европе

Почетак мезолита у Европи поклапа се са почетком холоцена пре око 11 и по хиљада година. Мезолит у културном смислу представља одговор европских ловачко-сакупљачких заједница на промењене услове климе и животне средине (Bailey and Spikins 2008). Повлачење ледника на север, подизање нивоа мора, као и смена степо-тундре листопадним и четинарским шумама резултирали су драстично измењеном животном средином у односу на палеолитску еру (Roberts 2014). Последица овога је и промена у начину живота већине холоценских ловачко-сакупљачких заједница. Усмереност на акватичке ресурсе (рибе и шкољке) из мора, река и језера, као и већа изолованост и ограниченост локалних микрорегиона услед постгласијалног ширења шума, као резултат су имале смањену мобилност, односно повећану седентарност људских заједница у мезолиту. Ово је са демографског становишта можда и најзанимљивији аспект мезолитског периода, јер према моделу релативног метаболичког оптерећења, повећана седентарност би требало позитивно да утиче на раст популације (Vocquet-Appel 2008).

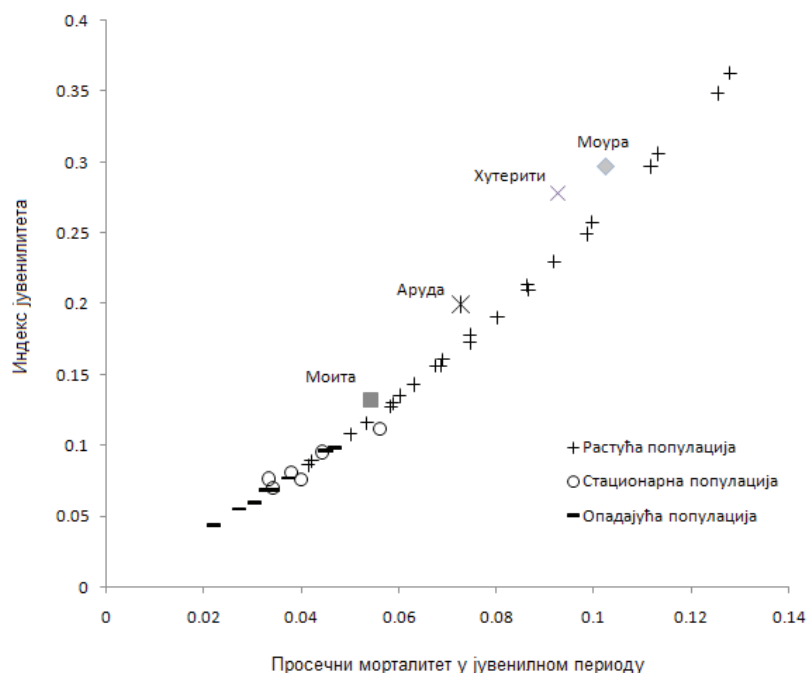
У овој секцији биће представљене три палеодемографски добро истражене мезолитске популације са три различита краја Европе – са Иберијског полуострва, из северозападног дела Русије (Карелије) и са централног Балкана, како би се стекао увид у демографске карактеристике мезолитских заједница.

Иберијско полуострво

На мезолитским локалитетима у Португалу, пронађен је релативно велики број мезолитских скелета што је омогућило палеодемографску анализу. Мери Џекс и Кристофер Мајклџон спровели су опсежну палеодемографску анализу, са примарним циљем да упореде демографске карактеристике мезолитских заједница са карактеристикама неолитских заједница у овој микрорегији (Jackes and Meiklejohn 2008, 2004; Jackes, Lubell, and Meiklejohn 1997). Конкретно, аутори су поредили демографске карактеристике скелетних серија са мезолитских локалитета из 7. и 6. миленијума п.н.е. са скелетном серијом са неолитског локалитета из 6. миленијума п.н.е. Џекс и Мајклџон су се фокусирали на индикаторе фертилитета на основу старосне дистрибуције скелетне серије: на индекс рачунат као количник броја индивидуа старости од 5 до 20 година према броју одраслих индивидуа (старости преко 20 година), и на просечни морталитет у јувенилном периоду који се рачуна као просечна вредност q_x .

вредности (старосно специфичне вероватноће умирања) за индивидуе старости између 5 и 20 година. Ови индиректни показатељи фертилитета израчунати су за мезолитске популације са локалитета Моита и Аруда, као и за неолитску популацију са локалитета Моура. Такође, аутори су ове резултате ставили у упоредни оквир тако што су на основу историјских и демографских података израчунали ова два индикатора фертилитета за популације чији је фертилитет познат или се може релативно поуздано оценити. На овај начин могуће је видети која је популација ближа стационарној, а која растућој или опадајућој популацији.

Резултати су показали да је неолитска популација, као што је и очекивано, имала знатно већи фертилитет од обе мезолитске популације (Слика 96). Оцењена укупна стопа фертилитета је око 8.6 (веома блиска вредности коју имају Хутерити). Такође, занимљиво је то да између мезолитских локалитета постоји значајна разлика. Чини се да је фертилитет популације из Аруде (укупна стопа фертилитета око 6) био већи у односу на популацију са локалитета Моита (укупна стопа фертилитета око 4), а такође треба нагласити да су сахране на локалитету Аруда нешто касније од оних у Моити, што је ауторе навело на закључак да у касном мезолиту долази до пораста фертилитета, али да је тај раст прекинут вероватно услед погоршања услова животне средине или повећањем морталитета инфаната (Jackes and Meiklejohn 2008).

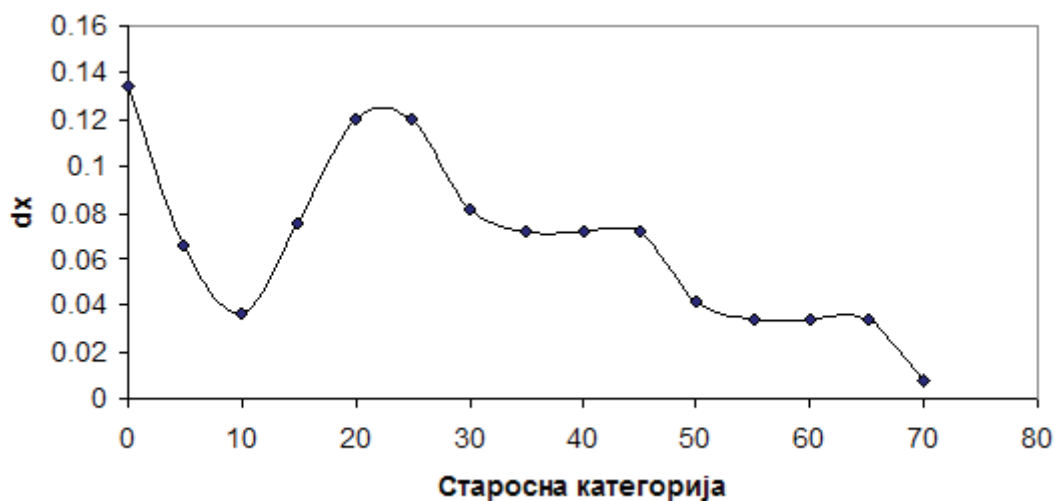


Слика 96. Вредност индиректних показатеља фертилитета са португалских мезолитских локалитета (Моита и Аруда) и неолитског (Моура) у поређењу са вредностима ових показатеља за растуће, опадајуће и стационарне популације (према Jackes and Meiklejohn 2004: Fig.22).

Источна Европа

Једна од најпознатијих и највећих мезолитских скелетних серија (преко 170 индивидуа) долази са локалитета Оленоостровски могиљник на северозападу Русије. Овај локалитет је био у употреби као гробље од ~9600 до ~6000 године п.н.е. са највећим бројем датума управо из седмог миленијума п.н.е. (Dolukhanov 2008). О'Шеј и Звелебил су спровели палеодемографску анализу скелетне серије са овог локалитета (O'Shea and Zvelebil 1984). На основу табеле морталитета, поменути аутори су израчунали да је очекивани животни век

при рођењу износио 29.6 година¹¹⁸, а старосна структура скелетне серије одговара типичним атриционим палеодемографским профилима (Слика 97). Уколико би се мала учесталост субадултних индивидуа тумачила као последица ниског фертилитета, а не ниског старосно специфичног морталитета за овај узраст, то би имплицирало да је ова мезолитска популација била стационарна односно да се овде не може говорити о неком значајном порасту популације. Процењено је да је на некрополи укупно било око 660 скелета, па према томе просечна величина популације која се сахрањивала на овој некрополи била је око 400 људи (O'Shea and Zvelebil 1984).



Слика 97. Старосна структура популације са некрополе Оленоостровски могиљник са корекцијама за учесталост инфаната (према подацима из O'Shea and Zvelebil 1984: Table 3).

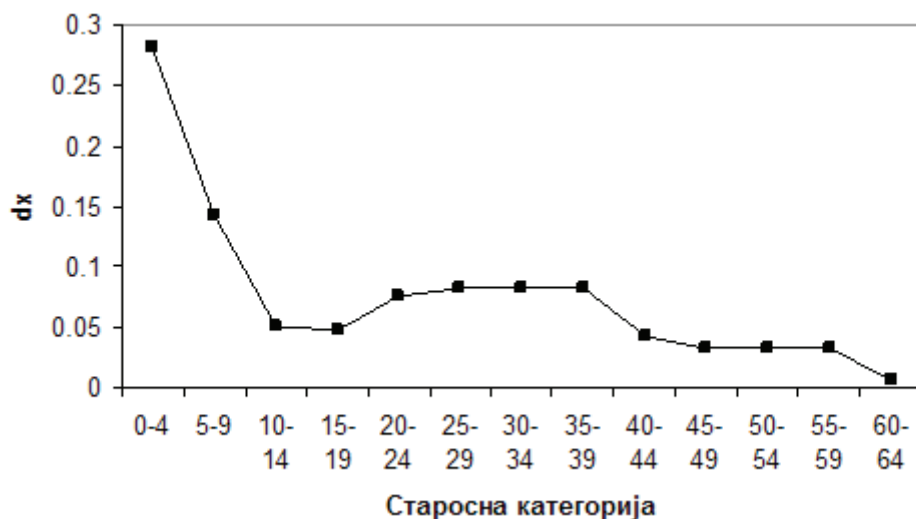
Балкан

Мезолитске заједнице Ђердапа представљају најпознатије и најбоље истражене заједнице из мезолита на подручју Балкана (Borić 2011; Bonsall 2008; Radovanović 1996; Срејовић 1969; Борић 2008). Мезолит Ђердапа подељен је у три фазе: рани мезолит (од 9500. до 7500. г.п.н.е.), касни мезолит (од 7500. до 6300. г.п.н.е.) и трансформациони период (од 6300. до 5900. г.п.н.е.) који представља време контакта са околним неолитским заједницама (Borić and Dimitrijević 2007; Borić 2011). Првобитна палеодемографска анализа коју је спровео Немешкери била је ограничена на узорак са Лепенског Вира (Nemeskéri 1969) на коме доминирају скелети из трансформационог периода, али апсолутна и релативна хронологија скелета је у то време била далеко мање позната него данас, после опсежног програма апсолутног датовања, тако да је за потребе овог поглавља састављена таблица морталитета за популацију из трансформационог периода према хронолошком опредељењу из монографије о скелетној серији са Лепенског Вира Софије Стефановић¹¹⁹ (Стефановић у штампи). Просечни животни век ове популације, израчунат на основу скелетних података, износио је 20.44 године, а на графикону који приказује старосну структуру види се да и ова популација има типичан палеодемографски профил који се везује за атрициони режим морталитета (Слика 98). Оцењени просечни животни век је доста низак, на доњој граници распона забележеног код савремених ловаца – сакупљача

¹¹⁸ Као и у случају Мокрина, и овде је направљена корекција за недостајуће инфанте.

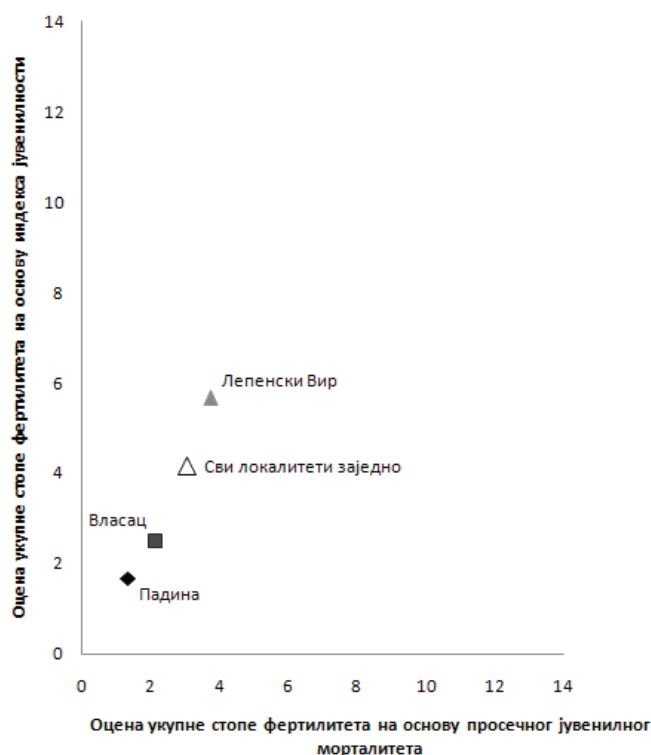
¹¹⁹ С обзиром на то да ни са најновијим подацима неке скелете није могуће прецизно хронолошки одредити, као број скелета за сваку старосну категорију узет је просек могућих опредељења. Број индивидуа из трансформационог периода је између 99 и 114.

и знатно мањи у односу на популације са мезолитских локалитета Васиљевка у Украјини (Acsádi and Nemeskéri 1970) и Оленоостровски могилник у северозападној Русији (O'Shea and Zvelebil 1984). Са друге стране, могуће је да је овако висок проценат субадултних индивидуа последица повећаног фертилитета.



Слика 98. Старосна структура популације из трансформационог периода са локалитета Лепенски Вир (подаци из Стефановић у штампи).

Опсежну палеодемографску студију целокупне ђердапске скелетне серије спровели су Мери Џекс и колеге, са примарним циљем да на основу два параметра старосне структуре скелетне серије (просечна вредност старосно специфичних вероватноћа умирања деце и једна варијанта индекса, што су исти параметри који су коришћени за палеодемографску анализу португалског мезолита и неолита), који су у корелацији са укупном стопом фертилитета, реконструишу фертилитет и популациону динамику ђердапске популације од мезолита до неолита (Jackes, Roksandić, and Meiklejohn 2008). Резултати ове анализе показали су да се општа стопа фертилитета за мезолитски период креће око 4.6–5.4, а за трансформациони око 3.2–3.9 (за Лепенски Вир у овој фази оцена је између 4 и 5). Ове вредности, када се ставе у упоредни оквир, указују на то да је реч о популацијама са релативно ниским фертилитетом, што значи да се највероватније ради о стационарној популацији (Слика 99).



Слика 99. Индиректни показатељи фертилитета за скелетне серије из мезолита Вердапа (према Jackes, Roksandić, and Meiklejohn 2008: Figure 4).

Наизглед постоји контрадикција између тога што је на основу скелетних остатака оцењено да је фертилитет популације мезолитског периода, укључујући и трансформациони, био такав да је популација вероватно била стационарна, и резултата добијених на основу насеобинских остатака и метода сумираних дистрибуција са друге стране, који указују на раст популације у Лепенском Виру током трансформационог периода. Међутим, контрадикција нестаје ако се повећање популације интерпретира као пораст услед прилива миграната, што је у складу са резултатима изотопских анализа (Borić and Price 2013), а не услед повећања фертилитета (Porčić and Nikolić 2016).

Анализа методом сумираних дистрибуција вероватноће радиокарбонских датума показала је да је до статистички значајног пораста популације дошло у касном мезолиту, негде око 6500. године п.н.е. (Porčić et al. 2014), који је праћен падом популације и поновним растом тек негде око 6000. године п.н.е. Клајв Бонсал сматра да је између 6200. и 6000. године п.н.е. на подручју Ђердапа дошло до депопулације услед климатског догађаја од пре 8200 година који је изазвао бројне поплаве и подизање нивоа река (Bonsall, Macklin, and Payton 2002; Bonsall et al. 2015). Међутим, наводна депопулација која се уочава може бити артефакт реструктурирања популације у региону, а не апсолутног опадања величине популације. Крајем 7. миленијума п.н.е. локалитети у доњем делу (низводно) Ђердапа бивају напуштени, али локалити као што је Лепенски Вир управо у овом периоду (између 6200. и 6000. године п.н.е.) достижу врхунац активности. Промена образаца насељавања у смислу смањивања броја, али повећања популације на локалитетима могла би да има овакав ефекат на резултате метода сумираних дистрибуција, јер се датуми са једног локалитета обично групишу као начин да се смањи пристрасност. Међутим, иако се на тај начин смањује пристрасност везана за покривеност датовања фаза унутар локалитета, не узима се у обзир разлика у величинама локалитета – један датум са локалитета површине 5 хектара нема исту тежину као један датум са локалитета који има неколико пута мању површину.

Демографија мезолитских заједница – опште напомене

У општим цртама, мезолитски ловци – сакупљачи су слични по демографским карактеристикама етнографски забележеним ловцима – сакупљачима, али ипак не постоји јединствени мезолитски демографски образац, већ се може видети да је мезолитски период био веома динамичан, са разликама у демографским карактеристикама између популација у простору и времену. Код неких мезолитских група долази до раста популације, односно нечега што подсећа на демографску транзицију, чему је највероватније узрок смањена мобилност и повећана седентарност. Ипак, локализована повећања популације нису резултирала правом и одрживом демографском транзицијом, односно повећањем популације које је карактеристично за неолитски период, јер као што је показао Боке-Апел у својој опсежној студији, мезолитске популације у Европи су углавном биле стационарне (Vosquet-Appel 2002). Ово је у складу са запажањима Боке-Апела да седентарност јесте повезана са фертилитетом (Vosquet-Appel 2008) тј. доводи до краткорочног повећања фертилитета и стопе раста, али није довољан услов за одрживи раст који би се назвао правом демографском транзицијом (Vosquet-Appel 2011a). Могућ разлог за изостанак одрживог раста, упоредивог са неолитским, јесте немогућност преношења мезолитске технологије долажења до хране која омогућава већу седентарност (нпр. риболов) на друга места. Мезолитске заједнице које су постале седентарне услед риболова могу да почну да расту, али када се достигне демографски капацитет на одређеној територији, даљи раст, макрорегионално гледано, није могућ, јер су услови за раст ограничени само на оне области где је риболов могућ. Мигранти из растућих мезолитских заједница не могу пренети ту технологију на подручје где нема потребних ресурса, за разлику од земљорадника

који земљорадњу могу да пренесу на далеко шири спектар подручја тј. могу далеко лакше да модификују затечену животну средину да буде погодна за земљорадњу. Из ових разлога, укупно гледано, мезолитски ловци – сакупљачи су по демографским карактеристикама слични палеолитским, које карактерише стационарност популације на дуге стазе упркос локалним флуктуацијама (Boone 2002).

Неолитска демографска транзиција

Теорија неолитске демографске транзиције

Неолитизација подразумева прелазак на производњу хране засновану на domestikованим биљкама и животињама, уз седентарни начин живота, и као таква представља кључни процес у људској (пра)историји из перспективе настанка цивилизације и савременог света. Први пут у људској праисторији до доместикације биљака, а нешто касније и животиња, дошло је на подручју Блиског истока, када су натуфијенске ловачко-сакупљачке заједнице прешле на интензивну култивацију дивљих житарица која је резултирала доместикацијом ових биљака, као и на седентарни начин живота, који подразумева живот у сталним насељима. Нешто касније, до независног процеса неолитизације дошло је у источној Азији, на подручју данашње Кине, где основне културе чине пиринач и просо, затим још касније у Новом свету, где водећу domestikовану биљку представља кукуруз, као и у области пацифичких острва где основу земљорадничке привреде чине тропске биљке тј. различите врсте кртоластих биљка попут јама.

Постоји општи консензус да је људска популација драстично почела да расте од почетка неолита. Током палеолита и мезолита величина људских популација се није значајно мењала, да би након неолитске транзиције дошло до популационог раста који је без преседана у људској праисторији. За само 11 000 година глобална људска популација је од око неколико милиона (око 6), колико је приближно било људи уочи прве неолитизације, порасла на око 7 милијарди колико износи данас, што је увећање од 1200 пута (Vocquet-Appel 2011b). Чињеница да је до популационог раста дошло је била неупитна, али се постављало питање шта је узрок овог раста – да ли је то повећани фертилитет или смањени морталитет у односу на претходни период или и једно и друго? Такође, да ли је популациони раст био узрок неолитизације, која је омогућила даљи раст, или је демографска експанзија последица неолитизације, или другим речима, да ли се ради о босерупијанском или малтузијанском сценарију? Аутори попут Хасана и Сусман сматрали су да је повећани фертилитет узрок пораста популације (Hassan 1981:222-227; Hassan and Sengel 1973; Sussman and Hall 1972), док су аутори попут Ачадија и Немешкерија, Буна и Хандверкера сматрали да је за раст одговоран смањени морталитет (Acsádi and Nemeskéri 1970; Boone 2002; Handwerker 1983).

Овде ће бити представљена теорија *неолитске демографске транзиције* (НДТ) како ју је формулисао француски палеодемограф Жан-Пјер Боке-Апел (Vocquet-Appel and Bar-Yosef 2008; Vocquet-Appel 2011b, 2011a, 2008, 2014, 2002, 2009), као и емпиријска истраживања која поткрепљују ову теорију, јер она представља најбоље објашњење за уочене обрасце повећања популације у свим деловима света и у свим временима када ловачко-сакупљачке заједнице проналазе или преузимају начин производње хране заснован на domestikованим биљкама и животињама у комбинацији са животом у сталним насељима.

Основу теорије НДТ чини модел релативног метаболичког оптерећења (Vocquet-Appel 2008) представљен у Поглављу 4. Овај модел предвиђа да ће земљорадничке заједнице имати већи фертилитет од ловачко-сакупљачких заједница јер ће располагати већом количином

енергије која се може уложити у биолошку репродукцију. Овај релативни вишак енергије је, пре свега, последица исхране засноване на житарицама и седентарног начина живота. Житарице су богате висококалоричним угљеним хидратима тако да пружају високоенергетску исхрану, и што је можда још важније, од житарица се могу правити каше које се користе као дохрана за бебе, тако да мајке могу раније да престану да доје. Ово последње има демографски значај, јер ранији престанак дојења подразумева краћи период постнаталног стерилитета (видети Поглавље 3), што значи да се интервал између рађања две бебе може смањити, што на крају доводи до повећаног фертилитета. Седентарност директно утиче на метаболизам мајке тако што смањује потрошњу калорија услед кретања па су те калорије потенцијално доступне за репродукцију, а такође постоји и индиректан утицај, услед чињенице да мајке више не морају да носе децу, што је фактор који ограничава број новорођенчади у условима изражене мобилности (Sussman and Hall 1972). Такође, могуће је да је боља терморегулација услед преласка на седентарни начин живота, који је подразумевао веће улагање енергије и ресурса у изградњу кућа, допринела броју успешних порођаја (Stefanović 2006).

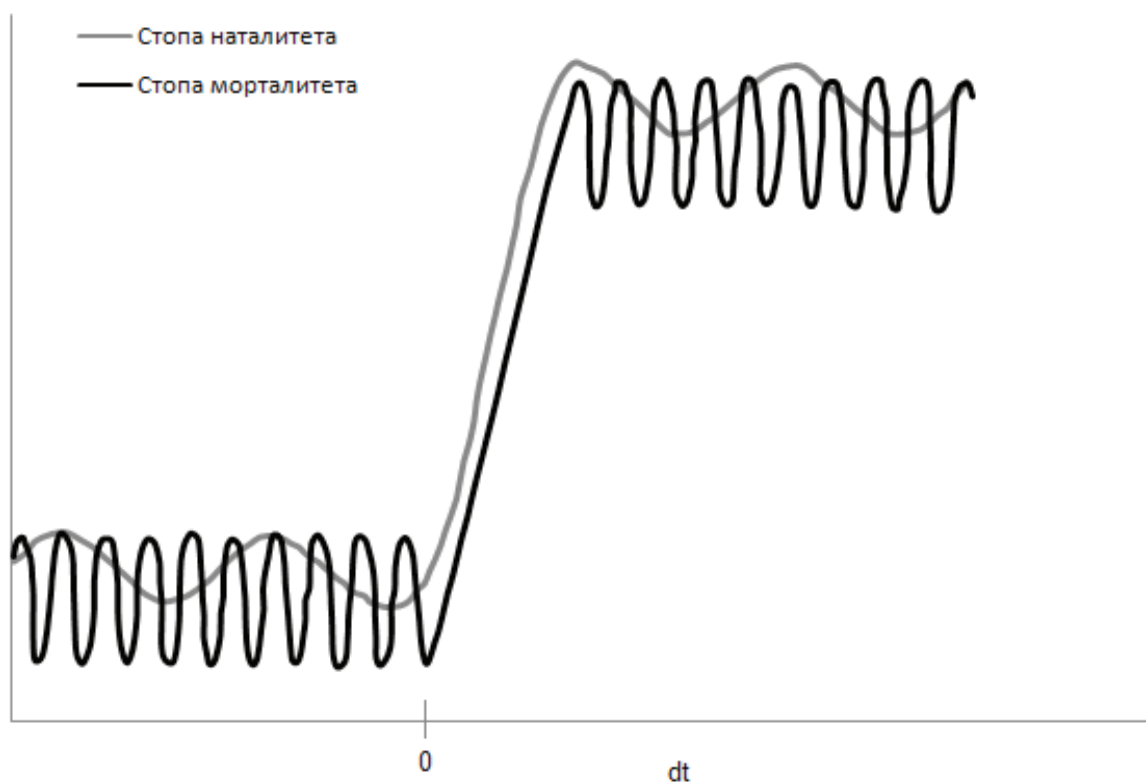
Дакле, деловање свих ових фактора који су специфични за неолитски начин живота би требало да резултира повећаним фертилитетом код земљорадничких заједница и управо ово повећање фертилитета представља основу неолитске демографске транзиције¹²⁰. Процењује се да је укупна стопа фертилитета током НДТ достигла око седморо деце у поређењу са петоро деце у претходном периоду (Vocquet-Appel 2014), а да су се стопе раста током НДТ кретале између 1 и 2% (0.01 и 0.02) (Guerrero, Naji, and Vocquet-Appel 2008; Vocquet-Appel and Naji 2006; Vocquet-Appel 2002) у поређењу са 0.1–0.2% (ред величине мање) колика је оцењена стопа раста после НДТ и пре савремене демографске транзиције (видети следеће поглавље) (Vocquet-Appel 2014, 2011b). Неки аутори сматрају да узрок повећаног фертилитета код земљорадника треба тражити у свесној одлуци да се повећа број деце ради безбедности тј. лакше могућности одбране поља и њива (Cohen 2008) и радне снаге (Kramer and Boone 2002).

Очигледно је да су овако високе стопе раста, какве су претпостављене да су биле током НДТ, неодрживе на дуге стазе. Под претпоставком да је величина популација почетком НДТ износила око 6 милиона и да је популација расла експоненцијално (стабилна популација), са интринзичком стопом раста од 1% данас би величина популације достигла астрономских око $5 \cdot 10^{56}$ (то је 5 са 56 нула) људи, што очигледно није случај, дакле раст популације морао је бити успорен у неком тренутку. Боке-Апел је претпоставио да је неолитски начин живота довео временом до повећања морталитета, који се после одређеног времена изједначио са фертилитетом што је означило крај НДТ, јер је стопа раста популације поново пала на нулу (али је величина популације остала на далеко вишем нивоу него пре НДТ). Седентарност је утицала на смањење општег нивоа хигијене јер су људи сада живели на истом месту на коме су се акумулирали органски отпад и фекалије, што је ситуација која погодује развоју различитих болести. Такође, припитомљавање животиња и суживот људи и животиња повећали су вероватноћу заразе од болести које носе домаће животиње (зоонозе). Повећана густина становништва допринела је лакшем и бржем ширењу болести. Исхрана заснована на житарицама била је калоријски богата, али је нутритивно у просеку сиромашнија од исхране ловаца – сакупљача, пре свега услед мањка протеина, гвожђа и Це-витамина, који има кључну улогу у апсорпцији гвожђа. Такође, угљени хидрати из житарица поговали су развоју каријеса на зубима што је могло утицати на општи здравствени статус. Коен сматра

¹²⁰ Боке-Апел сматра да је исправније говорити о *земљорадничкој демографској транзицији* него о НДТ, јер се на тај начин истиче чињеница да се ради о општем антрополошком феномену који није везан за конкретан постор и време, нити за археолошке одреднице као што је неолит (нпр. у археологији Северне, Средње и Јужне Америке се чак и не користи термин „неолит” већ „формативни период”). Такође, демографска транзиција која је идентична НДТ одиграла се у етнографским контекстима миленијумима након онога што се обично сматра неолитом, нпр. код неких ескимских популација (Vocquet-Appel 2011b).

да пораст морталитета током периода НДТ пре свега одражава пораст морталитета деце услед стомачних (ентеричних) инфекција и дијареје, које су последица седентарности (већа изложеност патогенима из отпада и фекалија), додајући да су промене у обрасцима дојења тј. скраћивање интервала дојења, такође допринеле повећању морталитета, јер се на тај начин скратио и период заштићености детета од болести, је преко мајчиног млека дете добија и антитела за различите патогене (Cohen 2008).

Сви ови разлози који проистичу из неолитског начина живота су са одређеном временском разликом (пошто је било потребно одређено време да популација довољно порасте да већина ових фактора почне да делује) узроковали повећање стопе морталитета која се у једном тренутку изједначила са стопом наталитета, тако да је популација престала да расте и прешла у стационарни режим. Дакле, према теорији Боке-Апела, НДТ је сложени процес који се састоји из фазе демографске експанзије узроковане повећањем фертилитета и пратеће фазе стабилизације у којој се стопа раста смањује на нулу како морталитет расте и сустиже наталитет (Слика 100) (Vocquet-Appel and Bar-Yosef 2008; Vocquet-Appel 2014, 2011b, 2011a, 2002).



Слика 100. Модел НДТ: сива линија представља сирову стопу наталитета, а црна линија сирову стопу морталитета (према Vocquet-Appel 2008: Fig.7). Пре периода транзиције морталитет и наталитет у просеку изједначени (у динамичком су еквилибријуму). Када транзиција почне, почиње прво да расте стопа наталитета, а одмах за њом и стопа морталитета, с тим што је током прве фазе НДТ наталитет доследно већи од морталитета тако да је нето резултат растућа популација. У другој фази морталитет сустиже наталитет и раст популације се зауставља.

Емпиријска провера теорије НДТ

Боке-Апелов кључни допринос теорији НДТ није само формулисање теорије, јер су сличне идеје постојале и раније, већ и опсежна емпиријска провера заснована на индиректним показатељима фертилитета на основу старосне структуре скелетних популација из пренеолитског и неолитског периода широм света (BocquetAppel et al. 2006; Guerrero, Naji, and Bocquet-Appel 2008; Bocquet-Appel 2002; Bocquet-Appel and De Miguel 2002; Kohler et al. 2008). Ако је теорија НДТ тачна, онда би неолитске популације требало да имају већи фертилитет од пренеолитских популација¹²¹. Боке-Апел је осмислио метод за тестирање ове хипотезе на регионалном и глобалном нивоу (Bocquet-Appel 2002).

Прво, било је потребно пронаћи начин да се мери праисторијски фертилитет. У ове сврхе Боке-Апел је користио једну варијанту индекса – пропорцију индивидуа старости од 5 до 20 година у односу на укупни број индивидуа старости преко 5 година у скелетној серији, јер је познато да је старосна структура скелетне серије осетљивија на промене режима фертилитета него на промене режима морталитета (в. Поглавље 5). Овај индекс се може претворити у оцену фертилитета или стопе раста на основу регресионих једначина развијених на основу 45 таблица морталитета преиндустријских популација где су познати и фертилитет и стопа раста и вредност индекса у популацији умрлих. Дакле, за сваку скелетну серију са неког локалитета израчунат је индекс као индиректна мера фертилитета популације која је сахрањена на тој конкретној некрополи.

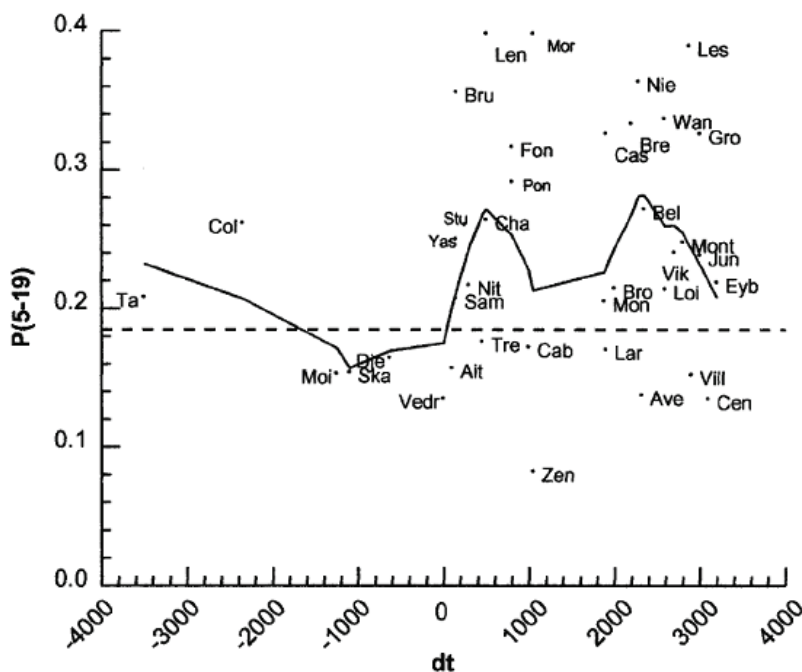
Друго, било је неопходно учинити различите скелетне серије упоредивим у односу на време почетка неолитизације. Није могуће користити апсолутну временску скалу за тестирање теорије НДТ јер у неком региону неолитизација почиње раније у односу на неки други регион – нпр. на Блиском истоку прекерамички неолит А почиње око 9500 година п.н.е., на централном Балкану неолит почиње око 6200 година п.н.е. док на Британска острва неолит стиже тек око 4000. године п.н.е. Из овог разлога Боке-Апел користи релативну временску скалу тј. временска координата сваке скелетне серије је у релативном времену (d_i) у односу на календарски „тренутак” почетка неолитизације у региону у коме се скелетна серија налази. За сваку скелетну серију израчуната је разлика између просечног апсолутног датума те серије и апсолутног датума почетка неолитизације у датом региону. На пример, ако у неком региону до неолитизације долази 6000. године п.н.е., а просечни апсолутни датум који се везује за скелетну серију износи 6500. година п.н.е., релативна временска координата те скелетне серије износиће $6000 - 6500 = -500$, што значи да се ради о популацији која је живела 500 година пре доласка неолита у дати регион. На овај начин могу се директно упоредити вредности индекса за скелетне серије које долазе из региона у које неолит стиже у различитим временским тренуцима у апсолутном времену. Штавише, на овај начин може се спровести глобални тест теорије НДТ користећи податке из свих делова света.

Уколико је теорија НДТ тачна, просечна вредност индекса јувенилитета би требало да порасте после нултог временског тренутка на релативној временској скали. Дакле, оно што се очекује јесте статистички, а не детерминистички образац. За сваку појединачну скелетну серију очекивано је да постоје различите пристрасности које утичу на старосну структуру и самим тим на вредност индекса јувенилитета, тако да вредности индекса јувенилитета као корелата фертилитета са појединачних локалитета нису толико поуздани показатељи. Међутим, ако је теорија НДТ тачна, њен сигнал би требало да буде видљив у виду пораста просечне вредности индекса јувенилитета како време одмиче. Другим речима, требало би да

121 У Европи се ове популације означавају као мезолитске популације, али на Блиском истоку и у Новом свету се овај термин не користи, већ општији термин пренеолитске популације за холоценске ловачко-сакупљачке заједнице.

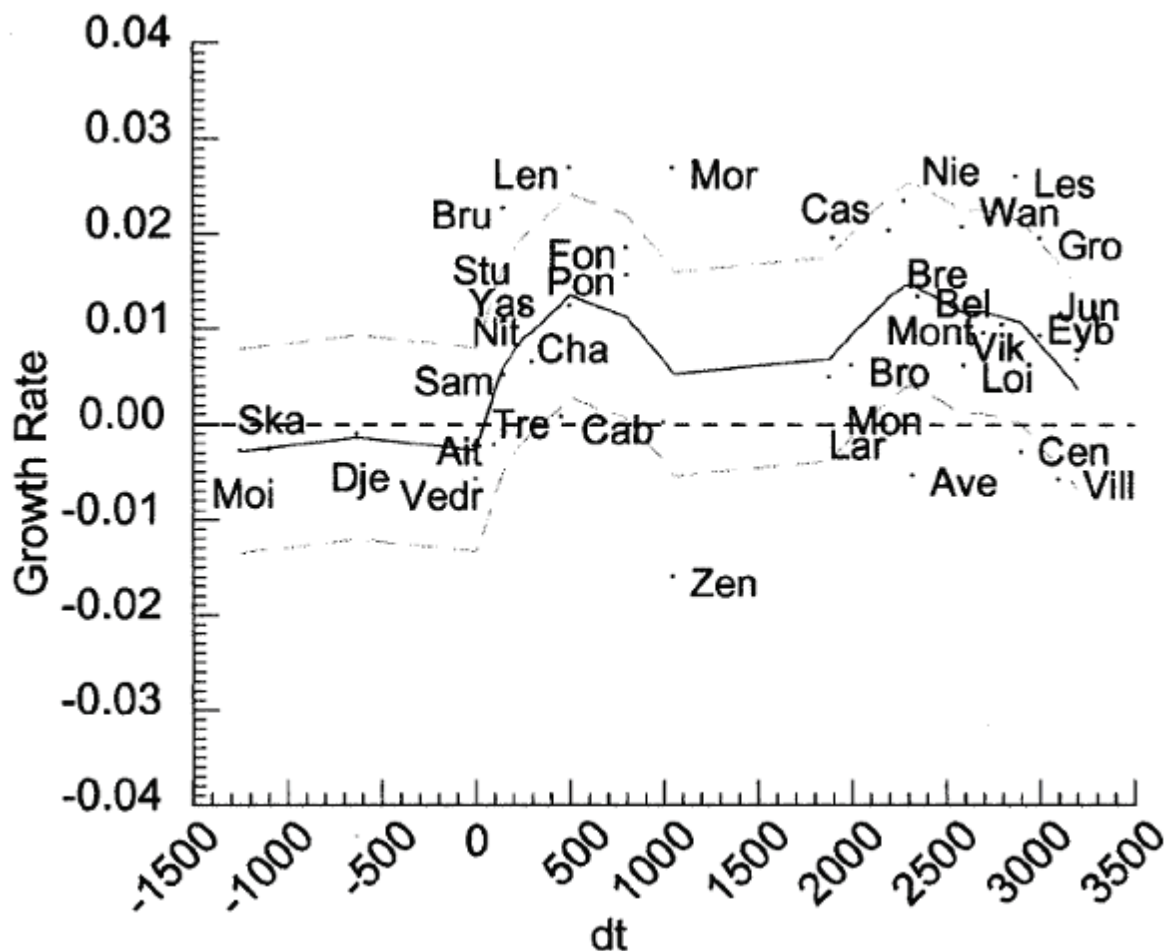
постоји статистички значајан тренд повећања ове мере са доласком неолита. Уколико је овај тренд могуће детектовати, онда је то аргумент више за стварност тренда, јер је он детектован упркос несавршеностима и пристрасностима које су инхерентне археолошким подацима. За реконструисање тренда у променама вредности индекса у зависности од релативне временске скале коришћена је *loess* регресија. Ова статистичка техника има за циљ да на основу података описаних на две континуалне променљиве реконструише тренд који се не може лако описати неком једноставном математичком функцијом као што је линеарна или експоненцијална функција. Овај метод почива на спајању низа локализованих регресија (на краћим временским интервалима) што је слично методу покретног просека¹²² који се користи у анализи временских серија.

Први тест теорије НДТ Боке-Апел је спровео на узорку мезолитских и неолитских скелетних серија са подручја Европеи Северне Африке (Vocquet-Appel 2002). Резултати су у потпуности у складу са предвиђањима теорије НДТ. Као што се може видети на графикону, просечна вредност индекса нагло расте после $d_t = 0$ тј. после тренутка доласка неолита, што значи да фертилитет расте током НДТ, баш као што теорија и предвиђа (Слика 101). Вредности индекса пре НДТ, тј. код мезолитских заједница, у просеку су блиске вредности која одговара стационарној популацији. Оцењене стопе раста током НДТ крећу се између 1% и 2% (Слика 102). Важно је нагласити да индекс не треба тумачити као меру величине популације већ меру стопе промене величине популације и сходно томе треба тумачити и графиконе – ако индекс опада на неком делу графикона, то не значи да величина популације опада, већ популација наставља да расте све док вредност индекса не падне испод неке вредности која одговара нули, али је чак и тада величина популације која одговара временском тренутку када је стопа раста прешла у негативни домен већа него у тренутку пре него што је стопа раста почела да опада. Оно што опада у поменутом случају јесте брзина раста популације, а не величина популације. Величина популације почиње да опада тек онда када стопа раста има негативне вредности. Математички гледано, величина популације је вредност функције, где је независна променљива време, а стопа раста је вредност првог извода те функције.



Слика 101. Сигнал НДТ на основу вредности индекса јувенилитета као показатеља фертилитета; подаци из Европе и Северне Африке (Vocquet-Appel 2002: Fig.4; репродуковано са дозволом издавача The University of Chicago Press).

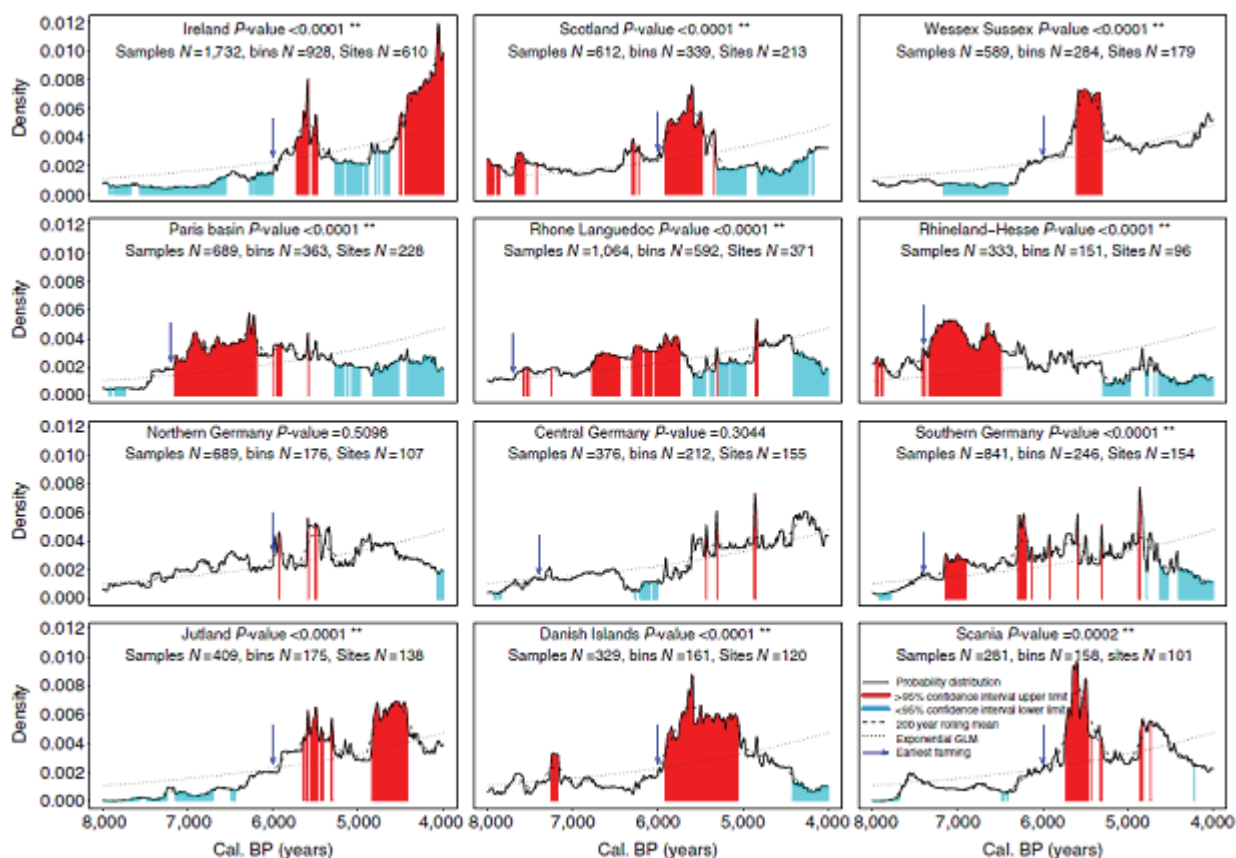
¹²² Покретни просек се користи како би се умањило шум у подацима, а истакао тренд. На пример, уместо да се за сваку x -координату прикаже вредност одговарајуће y -координате, за сваку координату x приказује се просек вредности одговарајуће y -координате на основу наредних или претходних пет тачака у скупу података. На овај начин умањују се флукуације појединачних тачака на y -оси и истиче се тренд.



Слика 102. Оцењене нитринзичке стопе раста на основу пропорције индивида од 5 до 20 година старости (Vocquet-Appel 2002: Fig.5; репродуковано са дозволом издавача The University of Chicago Press).

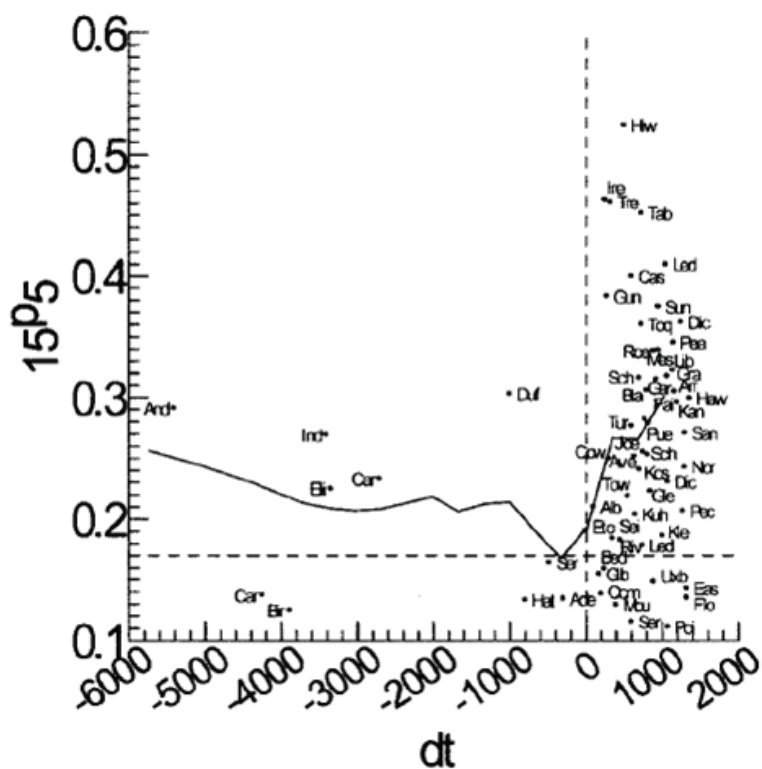
Додатну потврду теорије НДТ представљају резултати анализе радиокарбонских датума из западне Европе методом сумираних дистрибуција, који су приказани у Поглављу 5 (Shennan et al. 2013). Подсетимо се да су они успели да детектују јак сигнал пораста популације који се поклапа са почетком неолита. Ово повећање праћено је смањењем величине популације неколико векова касније, а које се може повезати са повећаним морталитетом који је уследио у другој фази НДТ. Овај сигнал видљив је и када се посматрају резултати метода сумираних дистрибуција по регионима (Timpson et al. 2014; Shennan et al. 2013) (Слика 103). Такође, Дауни и колеге су у посебној студији директно упоредили индекс јувенилитета и сумиране дистрибуције радиокарбонских датума као два независна индикатора и закључили да оба показатеља дају исти образац, који је у складу са теоријом НДТ (Downey et al. 2014). Сигнал НДТ у европском неолиту, конкретно у контекстима ЛБК културе¹²³, уочљив је и на насеобинском нивоу, односно на нивоу домаћинства. Установљено је да од тренутка почетне неолитизације па у наредних 200 година долази до наглог повећања просечне површине кућа што имплицира и повећање просечне величине домаћинства (Dubouloz 2008).

¹²³ LBK (нем. скраћеница од *Linearbandkeramik*) култура или култура линеарне керамике представља водећу археолошку културу раног неолита на подручју централне и западне Европе.

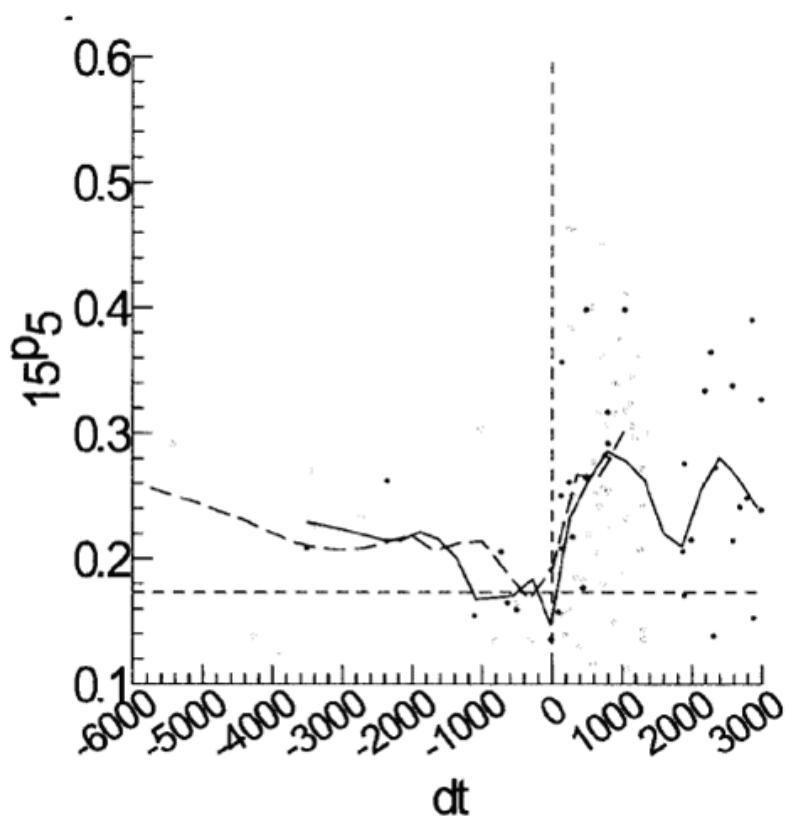


Слика 103. Обрасци сумираних дистрибуција вероватноће калибрисаних радиокарбонских датума за различите регионе у Европи (репродуковано са дозволом издавача/Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: Nature Communications 4, Shennan et al. 2013: Figure 3, copyright 2013).

Уколико је НДТ само једна манифестација општег антрополошког феномена *земљорадничке демографске транзиције*, онда она као нека врста антрополошког закона мора да важи када год се стекну одговарајући почетни услови, односно у свим случајевима када долази до прелаза са лова и сакупљања на земљорадничку производњу хране. Стога је следећи велики тест теорије НДТ спроведен на скелетним серијама из Новог света тј. из Америке. Резултати су и у овом случају били у складу са предвиђањима теорије НДТ (Слика 104) без обзира на то што се ради о земљорадничком систему производње хране који је настао потпуно независно од неолита Старог света (Vosquet-Appel and Naji 2006; Kohler et al. 2008). Занимљиво је и да се трендови добијени *loess* регресијом за европске и америчке скелетне серије готово поклапају што оснажује тврдњу да НДТ представља општи антрополошки феномен тј. законитост утицаја преласка на земљорадњу на демографију (Слика 105). Накнадно истраживање фокусирано на додатни узорак са скелетним подацима из југозападних држава Сједињених Америчких Држава дало је исте резултате – сигнал НДТ је јасно уочљив у скелетним подацима (Kohler et al. 2008).



Слика 104. Сигнал НДТ у Северној Америци (Bocquet-Appel and Naji 2006: Fig.2; репродуковано са дозволом издавача The University of Chicago Press).

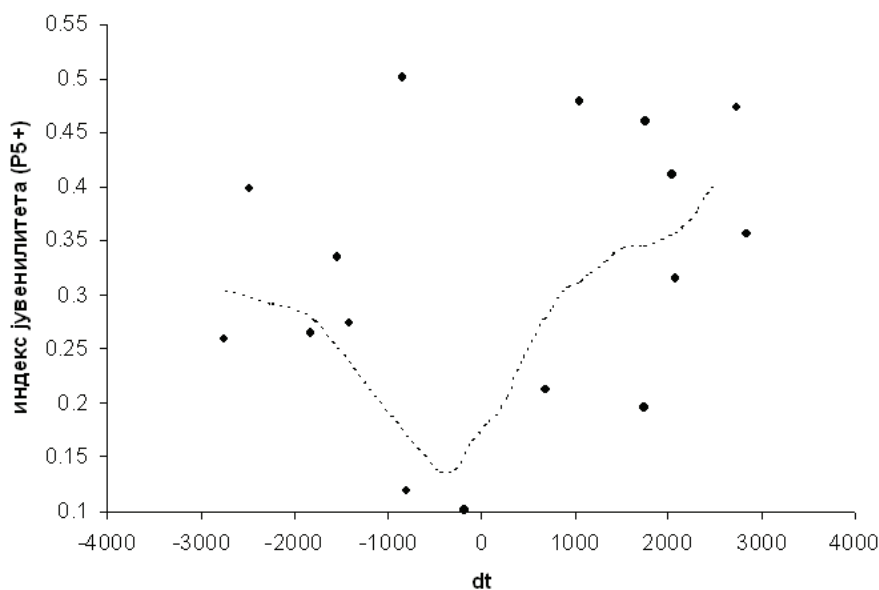


Слика 105. Поређење европског и северноамеричког сигнала НДТ (Bocquet-Appel and Naji 2006: Fig.3; репродуковано са дозволом издавача The University of Chicago Press)

На крају, тест теорије НДТ спроведен је на подацима из самог језгра првобитне неолитизације тј. са подручја Леванта. За Левант је изнето предвиђање да ће сигнал НДТ бити нешто другачији у односу на Европу и Северну Америку, у смислу да ће темпо пораста фертилитета бити спорији јер је неолит на овом простору настајао у дужем временском интервалу кроз процес иницијалне неолитизације која је подразумевала постепени процес трансформације ловачко-сакупљачке привреде натуфијенских заједница у земљорадничку (између осталог, услед времена које је потребно да протекне да би до доместикације биљака и животиња дошло), а није дошао као готов „пакет”, као што је то био случај у Европи и Северној Америци (Guegheo, Naji, and Bocquet-Appel 2008). Резултати анализе података са Леванта приказани су на графикону (Слика 106). Може се видети како је фертилитет релативно висок у времену раног натуфијена¹²⁴, да би затим драстично опао у периоду касног натуфијена (који се временски поклапа са погоршањем климе током млађег дријаса). Од почетка прекерамичког неолита А фертилитет полако почиње да расте да би максимум достигао тек у времену које одговара прекерамичком неолиту Б када се процес доместикације и биљака и животиња завршава.

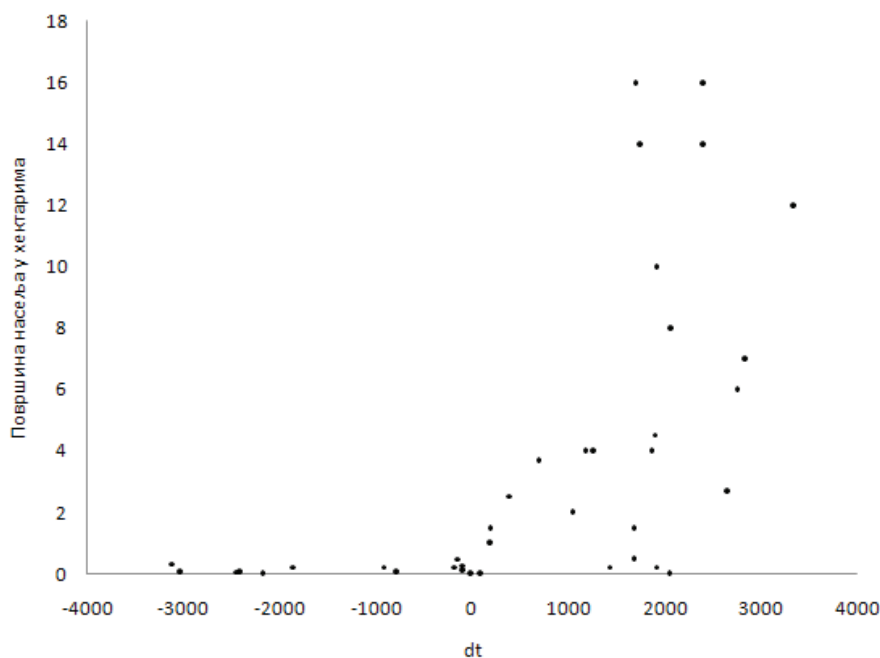
У овом контексту треба поменути и класичну скелетну палеодемографску студију коју су спровели Ешед и колеге на обједињеном узорку свих доступних скелета из натуфијенског и неолитског периода са подручја Леванта (Eshed et al. 2004). Циљ ове студије био је да се упореде демографски параметри натуфијенске (пренеолитске) и неолитске популације. Поменути аутори су на основу података о индивидуалној старости конструисали таблицу морталитета и на основу ње израчунали очекивани животни век при рођењу за натуфијенску и неолитску популацију. Очекивани животни век је био скоро идентичан, износио је 24.7 година за натуфијенску, и 25.5 година за неолитску популацију (Eshed et al. 2004). Оно што је на први поглед збуњујуће и контрадикторно са предвиђањима НДТ теорије је то што је натуфијенски очекивани животни век мањи од неолитског, а када се узме у обзир претпоставка да је неолитска популација расла са интринзичком стопом раста од 1%, оцењени неолитски животни век износи 31 годину. Ако занемаримо класични палеодемографски приступ и претпоставке које стоје иза табеле морталитета и фокусирамо се само на учесталост младих индивидуа у скелетној серији (нпр. од 1 до 10 година), може се видети да је учесталост ових индивидуа чак незнатно мања у неолитској у односу на натуфијенску популацију, што би се могло тумачити као да је фертилитет у неолитском периоду био исти или чак незнатно мањи него у натуфијенском! Међутим, ови резултати нису нужно у контрадикцији са теоријом НДТ из разлога што су у овој студији груписани скелети из раног натуфијена када је фертилитет вероватно био висок, са скелетима из касног натуфијена када се претпоставља да је био низак, а неолитски узорак представља агрегат скелета из прекерамичког неолита А (низак фертилитет) и прекерамичког неолита Б (висок фертилитет), тако да је вероватно дошло до упросечавања вредности како натуфијенских, тако и неолитских. Са друге стране, Ешед и колеге су уочили да је морталитет младих одраслих жена био повећан у неолитском периоду, у односу на натуфијенски, што се тумачи као могућа последица НДТ (Eshed et al. 2004).

124 Рани натуфијен обухвата период од око 13000 до око 11600 година п.н.е. (Bar-Yosef 2002, Grosman 2013). У литератури се понекад прави разлика између касног и финалног натуфијена, а као касна фаза издваја се и харифијен који представља географски ограничену и специфичну културну појаву (Bar-Yosef 2002, Bar-Yosef and Belfer-Cohen 1989, Grosman 2013). Овде се под термином касни натуфијен подразумевају све поменуте фазе које заједно трају од око 11500 до око 9500 година п.н.е. (Grosman 2013), тј. не прави се финија разлика између фаза, него се све што долази после раног натуфијена означава термином касни натуфијен.



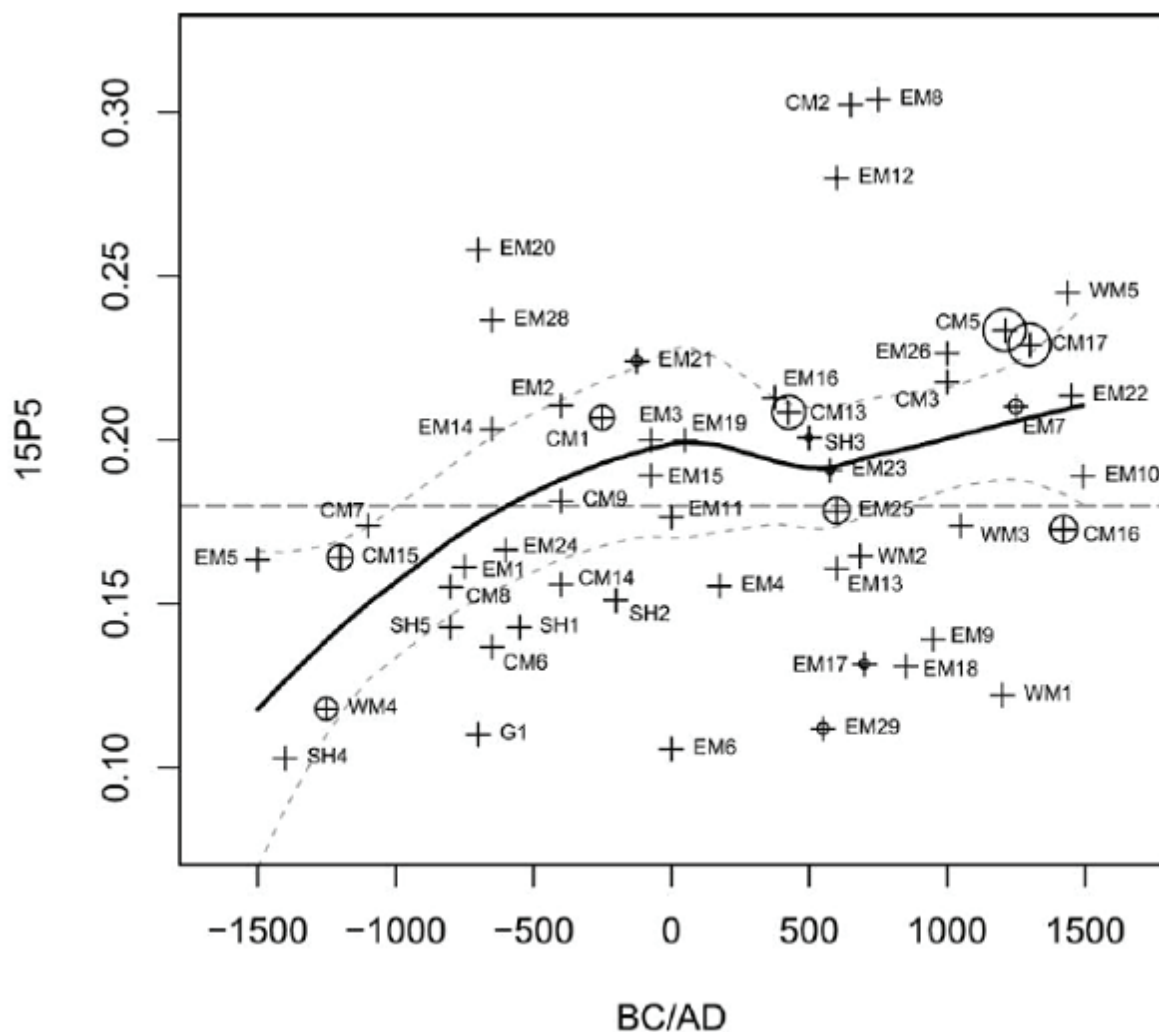
Слика 106. Сигнал НДТ на подручју Леванта (према Guerrero, Naji, and Bocquet-Appel 2008: Fig.2).

Образац НДТ уочен на основу скелетних података се добро поклапа са обрасцем промене у величини локалитета и учесталости костију газеле (као показатеља значаја лова) у фаунистичким збиркама са подручја Леванта. На графикону (Слика 107) се јасно види како површина насеља почиње да расте од „тренутка” почетка неолитизације. Паралелно са растом површине насеља, смањује се учесталост костију газела у фаунистичким збиркама, што указује на то да земљорадња и сточарство имају све значајнију, а лов све мању улогу (Guerrero, Naji, and Bocquet-Appel 2008).



Слика 107. Сигнал НДТ на подручју Леванта према насеобинским подацима тј. површине локалитета пре и после почетка неолита(према Guerrero, Naji, and Bocquet-Appel 2008: Fig.3).

Сигнал НДТ такође је детектован на скелетним подацима из Средње Америке, области примарне доместификације кукуруза која представља амерички пандан Леванту. Откривени сигнал сличан је по облику сигналу из Леванта – раст фертилитета се одвијао мањом брзином у односу на области у које је земљораднички пакет дошао као готов (нпр. Северну Америку, у случају Новог света, и Европу, у случају Старог света) (Lesure et al. 2014) (Слика 108). Фертилитет у области Средње Америке никада не достиже тако висок ниво као у осталим деловима света, што је последица ниже продуктивности иницијалних доместиката (Lesure et al. 2014). Такође, резултати метода сумираних дистрибуција на подацима из Средње Америке уклапају се у образац НДТ (Lesure 2008) – пораст криве сумираних дистрибуција поклапа се са почетком формативног периода који подразумева прелазак на земљорадњу у Средњој Америци (Слика 109), мада овде није примењен интегрисани метод сумираних дистрибуција, тако да статистичка значајност овог сигнала у односу на тафономске ефекте остаје упитна. Бенди је на основу насеобинских података оценио стопе раста на крају прве и на почетку друге фазе НДТ, а резултати су показали да је, као што теорија НДТ предвиђа, дошло до смањења стопе раста у другој фази НДТ (Bandy 2005).



Слика 108. Сигнал НДТ у Средњој Америци (према Lesure et al. 2014: Figure 3, репродуковано са дозволом издавача The University of Chicago Press).



Слика 109. Реконструкција популационе динамике на простору Средње Америке методом сумираних дистрибуција. Сигнал НДТ се види као нагли пораст криве који коинцидира са почетком формативног периода тј. преласком на земљорадњу (према Lesure 2008: Fig.2).

Палеопатологија и морталитет у другој фази неолитске демографске транзиције

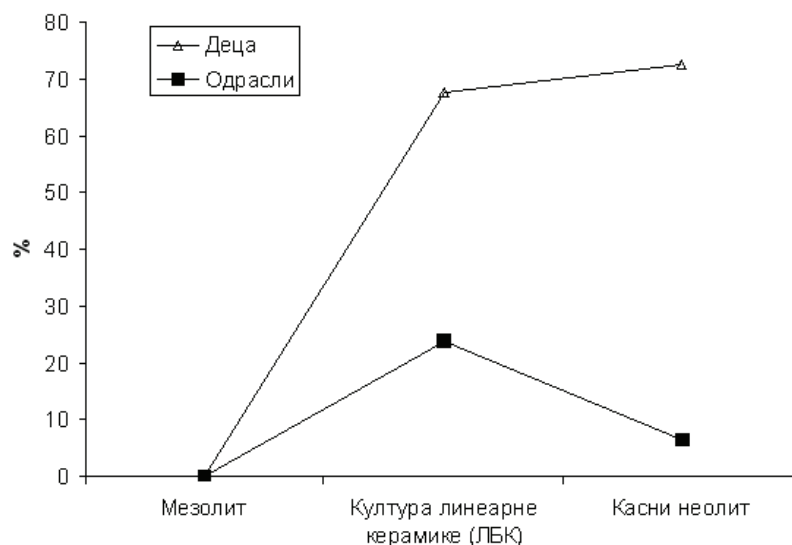
Као што се може видети, теорија НДТ, макар у оном делу који се односи на повећање фертилитета добро је поткрепљена резултатима палеодемографске анализе на скелетним подацима из различитих делова света и из различитих времена неолитизације, а обрасци добијени на основу других палеодемографских метода и класа података такође су конзистентни са овом теоријом. Један од највећих палеодемографских проблема везаних за емпиријску проверу теорије НДТ односи се на предвиђање ове теорије о другој фази НДТ која подразумева повећани морталитет као последицу изражене учесталости инфективних болести (повећаног морбидитета) и лошије исхране (недостатка гвожђа и протеина). Поставља се питање како емпиријски проверити да ли се морталитет заиста повећао у другој фази НДТ?

Услед чињенице да на старосну структуру скелетних серија више утиче фертилитет него морталитет (Sattenspiel and Harpending 1983b, видети Поглавље 5), очекивани животни век реконструисан на основу скелетних података није могуће интерпретирати искључиво као показатељ морталитета. Другим речима, ако једна заједница има краћи животни век од друге, ми не можемо бити сигурни да ли је то зато што она има већи морталитет или зато што има већи фертилитет, а исти морталитет као друга. Из овог разлога, предвиђање о повећаном морталитету проверавано је индиректно, праћењем учесталости трагова болести на костима, под претпоставком да већа учесталост палеопатолошких трагова у популацији умрлих значи да је била и већа учесталост болести, што је генерално повећало вероватноћу умирања тј. општи ниво морталитета. Посматрани су присутност и учесталост скелетних патологија попут неспецифичних лезија (показатељ инфекција), линеарне хипоплазије на зубима (индикатор квалитета и квантитета исхране у развојном периоду), поротичне хиперостозе (индикатор општег здравственог статуса, утичу на њега и исхрана и болест), *cribra orbitalia* (индикатор општег здравственог статуса, утичу на њега и исхрана и болест), присуство Харисових линија као индикатора заустављеног раста, као и оцењене телесне висине и степена полног диморфизма¹²⁵ у висини и метричким карактеристикама дугих костију као показатеља услова живота..

¹²⁵ У условима изобиља степен полног диморфизма је већи него у условима стреса (Bocquet-Appel et al. 2008).

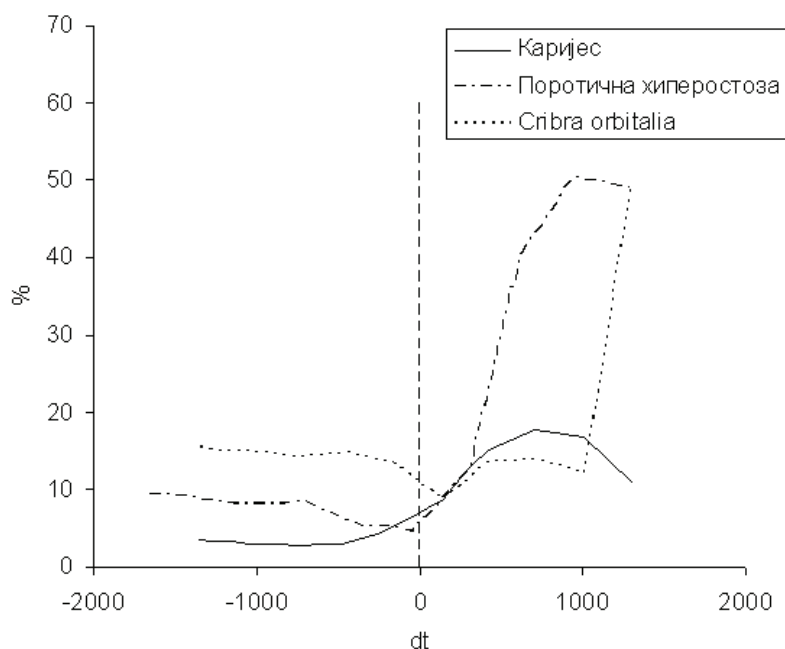
Прву опсежну студију на материјалу из Старог и Новог света спровела је група аутора у оквиру конференције о палеопатолошким променама везаним за почетак земљорадње (Cohen and Armelagos 1984). У већини студија учесталост палеопатолошких стања повећавала се у узорцима из земљорадничких (неолитских) популација у односу на пренеолитске популације. Витвер-Бакофен и Томо су спровели опсежну метаанализу података о присуству и учесталости патологија са наведене листе на скелетима из мезолита и неолита у Европи са циљем да утврде да ли је било промена у смеру који предвиђа НДТ и закључили да су обрасци промене учесталости скелетних индикатора патологија у Европи у складу са предвиђањима теорије НДТ (Слика 110) (Wittwer-Backofen and Tomo 2008).

Слика 110. Промена учесталости линеарне хипоплазије на скелетима из мезолита, раног и касног неолита у Европи као пример повећања учесталости патолошких промена на костима са преласком из мезолита у рани неолит (према Wittwer-Backofen and Tomo 2008: Fig.9).

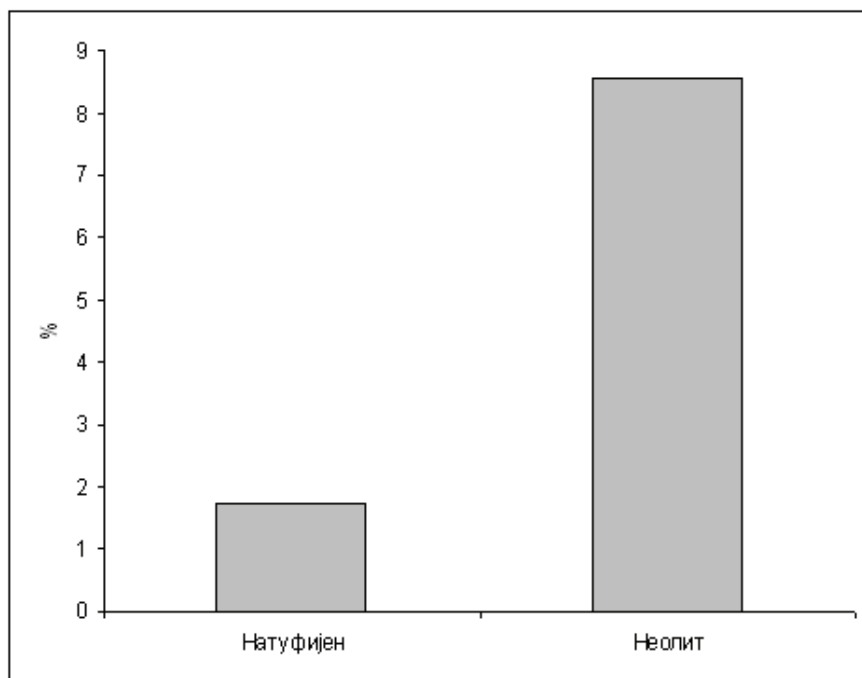


Боке-Апел и колеге спровели су слично истраживање на скелетном материјалу из Северне Америке, а резултати су били у складу са предвиђањем да се учесталост палеопатолошких промена повећава са преласком на земљорадњу (Bocquet-Appel, Naji, and Bandy 2008) (Слика 111).

Слика 111. Промена учесталости каријеса, поротичне хиперостозе, и cribra orbitalia у правцу који предвиђа теорија НДТ на подручју Северне Америке (према Bocquet-Appel, Naji, and Bandy 2008: Figure 7).



На подручју Леванта се такође може уочити пораст учесталости палеопатолошких стања у неолиту у односу на натуфијенски период (Слика 112), нарочито оних која су повезана са заразним болестима (Hershkovitz and Gopher 2008).



Слика 112. Повећање учесталости индивидуа са скелетним траговима заразних болести у неолиту Леванта у односу на натуфијен (према Hershkovitz and Gopher 2008: Fig.5).

Теорија неолитске демографске транзиције – критички осврт

Иако су резултати палеопатолошких студија убедљиви и јасно сугеришу да, упркос изузецима (нпр. Jackes, Lubell, and Meiklejohn 1997), постоји тренд повећања палеопатолошких стања са преласком на земљорадњу, има аргумената који, ако ништа друго, позивају на опрез у тумачењу ових резултата као непобитних доказа о повећању морталитета у другој фази НДТ. Повећана учесталост патолошких промена, као и смањење телесне висине и степена полног диморфизма који указују на неухрањеност и погоршање општег здравственог стања неолитских заједница у односу на пренеолитске, могу се тумачити као индиректни показатељи израженијег морталитета услед повећаног морбидитета, али услед постојања остеолошког парадокса они се могу тумачити и сасвим супротно – као индикатори смањеног морталитета¹²⁶. Као што је већ речено (Поглавље 5) остеолошки парадокс ће бити присутан само у екстремним случајевима, и постоје убедљиви аргументи зашто није примењив на НДТ (Cohen 2008).

Међутим, чак и ако се прихвати да у случају НДТ учесталост скелетних патологија заиста представља меру морбидитета, што се заиста чини као исправан закључак, истраживања

¹²⁶ О остеолошком парадоксу је већ било речи у Поглављу 5, али овде треба још једном поновити логику која стоји иза њега. Повећана учесталост патологија једне популације у односу на другу може се тумачити и као последица веће отпорности и смањеног морталитета популације са већом учесталошћу патологија, јер су припадници ове популације упркос болести живели довољно дуго да се трагови болести одразе на костима, док су припадници популације са мањом учесталошћу лезија били мање отпорни и умрли су пре него што је болест стигла да се развије на костима тј. да остави траг у виду лезија. Као што је Коен аргументовао, значај остеолошког парадокса је преувеличан и у већини случајева учесталост патологија на скелетном материјалу заиста одражава здравствени статус популације, посебно када је реч о поређењима између популација (Cohen 2008:495–497).

су показала да је веза између нивоа морбидитета и mortalитета комплексна, у неким случајевима је забележена негативна корелација између mortalитета и морбидитета, као нпр. у постхладноратовској Источној Европи где се mortalитет повећао, а морбидитет смањено (Gage and DeWitte 2009). Како истичу Гејц и Девите, код савремене демографске транзиције (видети следеће поглавље), која траје од краја 18. века па до данас, ситуација је управо обрнута – смањење mortalитета праћено је повећањем морбидитета, тј. већа учесталост патологија у корелацији је са мањом смртношћу код савремене демографске транзиције и зато ови аутори остављају могућност да је током НДТ дошло до смањења, а не повећања mortalитета (Gage and DeWitte 2009). Такође, поређења очекиваног животног века при рођењу на основу таблица mortalитета су показала да не постоје статистички значајне разлике у mortalитету између ловачко-сакупљачких и земљорадничких заједница на узорку различитих заједница из археолошког записа (Gage, Dewitte, and Wood 2012), међутим код овог поређења је упитно да ли и у којој мери очекивани животни век израчунат на основу старосне структуре археолошких (скелетних) података одражава mortalитет, с обзиром на већи утицај фертилитета на старосну структуру популације умрлих. Све ово не побија нужно закључак о повећаном mortalитету током друге фазе НДТ који је изведен на основу палеопатолошких података, али позива на додатни опрез приликом постулирања једноставне везе између учесталости палеопатолошких стања и mortalитета током друге фазе НДТ.

Још један емпиријски аргумент за повећану смртност је по својој природи такође индиректан – да није дошло до смањења смртности у неком тренутку током НДТ, популација би данас била далеко већа него што јесте. Као што је речено, са стопама раста од 1%, уколико је популација почетком НДТ бројала око 6 милиона, под претпоставком експоненцијалног раста данас би достигла астрономских око $5 \cdot 10^{56}$ људи. Међутим, овај аргумент није одлучујући, јер оно што знамо да се сигурно десило је смањење стопе раста у другој фази НДТ (Bandy 2005), а она се могла смањити и услед пада natalитета (тј. фертилитета), а не само услед повећаног mortalитета. На пример, Бенди је показао да је дошло до смањења стопе раста популације у Средњој Америци (Bandy 2005), али није показао да је до тог смањења дошло услед повећања mortalитета, а не смањења natalитета (тј. фертилитета).

Треба подсетити (видети Поглавље 1) на то да Вудова синтетичка Малтус-Босеруп теорија предвиђа да ће непосредно после прелаза на нову технологију која омогућава раст популације до нове и веће границе, тј. на оном интервалу у коме је раст најбржи, благостање бити највеће (Wood 1998). Вуд сматра да је ово у супротности са емпиријским налазима синтезе Коена и Армелагоса (Cohen and Armelagos 1984), а самим тим и свих каснијих резултата који су представљени у претходној подсекцији, а који указују на погоршање благостања мерено општим здравственим статусом (Wood 1998:114–115). Ипак, ово је можда само привидна контрадикција, јер Боке-Апел НДТ конципира као двостепени процес, где тек у другој фази долази до повећања mortalитета (што подразумева смањење благостања), како и емпиријски подаци показују – да се индикатори патологија не повећавају одмах по почетку НДТ, већ са неких хиљаду година закашњења. Вудова теорија такође предвиђа да до опадања у благостању неминовно долази у једном тренутку после фазе брзог раста, тако да емпиријски обрасци НДТ везани за учесталост скелетних патологија нису у нескладу са предвиђањима Вудове теорије.

Упркос наведеним слабим тачкама, теорија НДТ представља убедљиво објашњење демографске транзиције која подразумева нагли популациони раст који прати прелазак ловачко-сакупљачких заједница на привреду засновану на производњи хране, макар када је реч о компоненти ове теорије која се односи на фертилитет. Са mortalитетом ствар није тако јасна, тако да би рад на развијању методологије којом би се независно могли оценити фертилитет (natalитет) и mortalитет требало да буде приоритет када је реч о решавању овог проблема.

Улога демографских фактора у настанку неолита

У овој секцији, пуна пажња је посвећена демографским последицама неолитизације, а као што је поменуто у Поглављу 2, демографски чиниоци, конкретно, претпостављени раст популације у пренеолитском периоду, играли су кључну улогу у објашњењу настанка неолита. Бинфорд и Фланери сматрали су да је управо притисак на ресурсе, као последица популационог раста, био непосредни разлог за експериментисање са новим технологијама долажења до хране, што је на крају резултирало неолитизацијом (Binford 1968; Flannery 1969). Ово би био класични босерупијански сценарио где би демографски раст претходио и представљао узрок технолошког напретка. Каква су палеодемографска знања о улози демографских фактора у настанку неолита?

Поставља се питање да ли постоје емпиријски палеодемографски докази који иду у прилог босерупијанској хипотези примарне неолитизације? Иако у раном натуфијену највероватније долази до популационог раста, у касном натуфијену, чије се трајање угрубо поклапа са хладним и сувим периодом млађег дријаса, а који непосредно претходи настанку неолита (прекерамичког неолита А), долази до пада величине и густине популације, као и повећања мобилности у односу на рани натуфијен на подручју Леванта, судећи према насеобинским, археозоолошким и скелетним подацима (Belfer-Cohen and Bar-Yosef 2000; Bar-Yosef 2002; Munro 2004; Guerrero, Naji, and Bocquet-Appel 2008). Дакле, почетку неолита на Блиском истоку претходило је смањење, а не повећање величине и густине популације.

Ово је на први поглед у супротности са хипотезама о настанку неолита Бинфорда и Фланерија, које прате босерупијанску логику, где је технолошка промена резултат популационог притиска. Са друге стране, може се спекулисати да иако се апсолутна величина популације смањила, популациони притисак на ресурсе остао је исти или се чак и повећао услед промењених климатских услова. Овоме би ишли у прилог резултати физичко-антрополошких анализа који указују на то да је у касном натуфијену дошло до смањења степена полног диморфизма у односу на рани натуфијен, али не и до појаве индикатора озбиљнијег стреса (нпр. неухрањености, драматичног смањења просечне висине, или насиља) (Belfer-Cohen and Bar-Yosef 2000:27–28). Међутим, чини се да је одговор на овај стрес управо био смањење величине популације и промена образаца насељавања, а не интензификација култивације. Почетак неолита поклапа се са крајем млађег дријаса, односно са побољшањем климатских услова, што говори у прилог томе да је клима, а не популациони притисак сам за себе, био одлучујући фактор у кораку ка неолитизацији, осим ако не прихватимо да је ово временско поклапање само случајност, што је веома мало вероватно. Чини се као да је пут ка неолитском начину живота, који је започет у раном натуфијену са интензивирањем култивације биљака, замрзнут на око хиљаду и по година специфичном адаптацијом на неповољне (за развој земљорадње) услове млађег дријаса, која је подразумевала већу мобилност и мању густину популације, а да је настављен тек када су се околности животне средине промениле тј. када се завршио млађи дријас и почео холоцен, са климатским условима у којима је доминантно земљорадничко привређивање било могуће (Munro 2004; Richerson, Boyd, and Bettinger 2001). У овом светлу, процес настанка неолита био би пре свега малтузијански процес, јер је пораст популације током НДТ настао као последица развоја технологије, а није био њен узрок. Ипак, босерупијанска интерпретација би могла да буде примењива евентуално на рани натуфијен, ако се култивација дивљих житарица праћена повећаном седентарношћу у овом периоду тумачи као последица популационог раста који је започео крајем претходног периода геометријског кебаријена (Bar-Yosef and Belfer-Cohen 1989). У сваком случају, питање улоге демографских фактора у настанку неолита остаје отворено за даља истраживања, нарочито када су у питању палеодемографске реконструкције величине популације и популационе

динамике у периоду који је претходио неолитизацији, како на Блиском истоку тако и у другим примарним центрима неолитизације.

Епистемолошке импликације представљених палеодемографских истраживања

Ови примери показују да појединачно гледано, палеодемографски методи дати у претходна два поглавља представљају мање или више непрецизне мерне инструменте. Сваки од њих има своје проблеме и границе примењивости, тако да резултати добијени само на основу једног метода ретко када представљају чврсту основу за доношење закључака. Међутим, ово у начелу важи за све археолошке методе, а не само за палеодемографске.

Читав археолошки методолошки апарат може се замислити као скуп мерних инструмената који „мере” неки аспект прошлости. Тек када резултати мерења добијени на више појединачно непрецизних инструмената почну да конвергирају, можемо бити сигурнији у знање о прошлости које из тих „мерења” произлази. Са друге стране, када нам мерни инструменти показују различите резултате, то није разлог за очај и одустајање, већ као што је Бинфорд приметио, свака таква двосмисленост представља прилику да научимо нешто ново, тј. да даљим истраживањем дођемо до знања које је још сложеније од оног до кога бисмо дошли у ситуацији када је двосмисленост одсутна (Binford 1987). На пример, ако индикатори стопе раста засновани на индексу указују на то да је фертилитет био веома низак, метод сумираних дистрибуција указује на пораст популације, а резултати насеобинске палеодемографске анализе сугеришу да се број и величина савремених локалитета у региону повећава, то онда може да укаже на потенцијалне миграције као узрок повећања становништва. Дакле, као целина, тј. када се примени више палеодемографских метода у оквиру истраживања исте популације из прошлости, палеодемографија има потенцијал да створи позитивно знање о демографији људи који су живели у прошлости, као што то показују и примери представљени у овом поглављу.

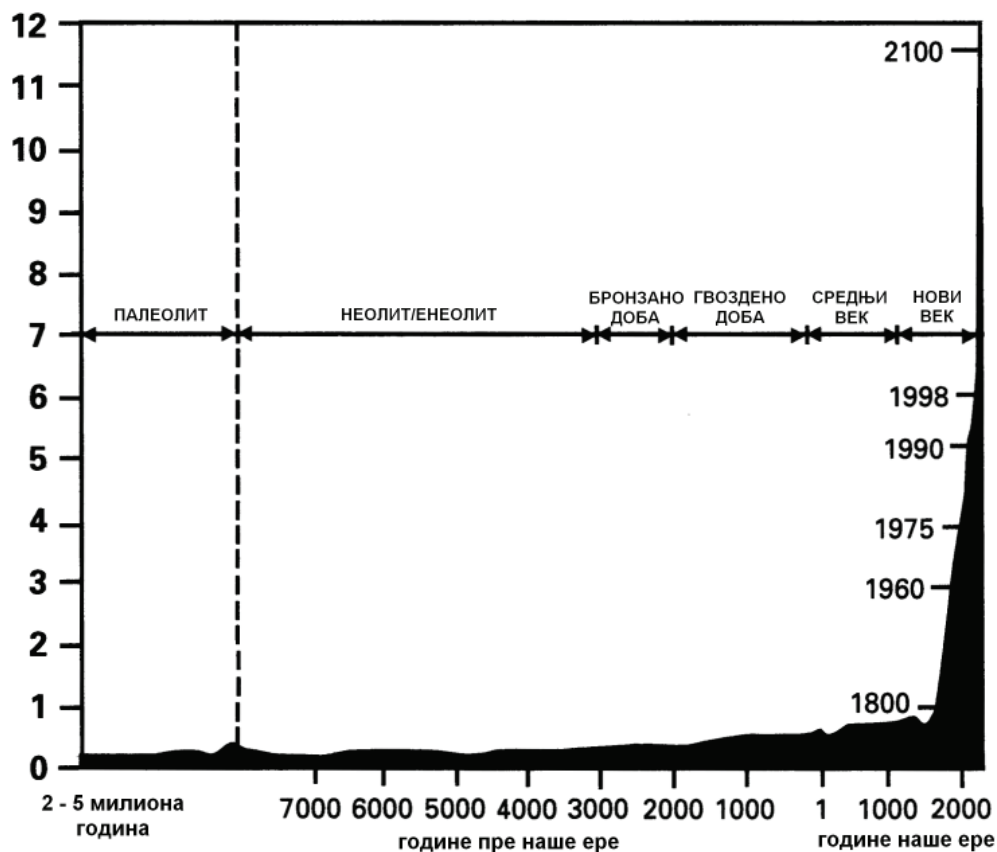
Поглавље 8: Археологија, палеодемографија и друштвене науке – значај за савремено друштво

Always in motion is the future.

(Master Yoda, *Star Wars Episode V: The Empire Strikes Back*, 1980)

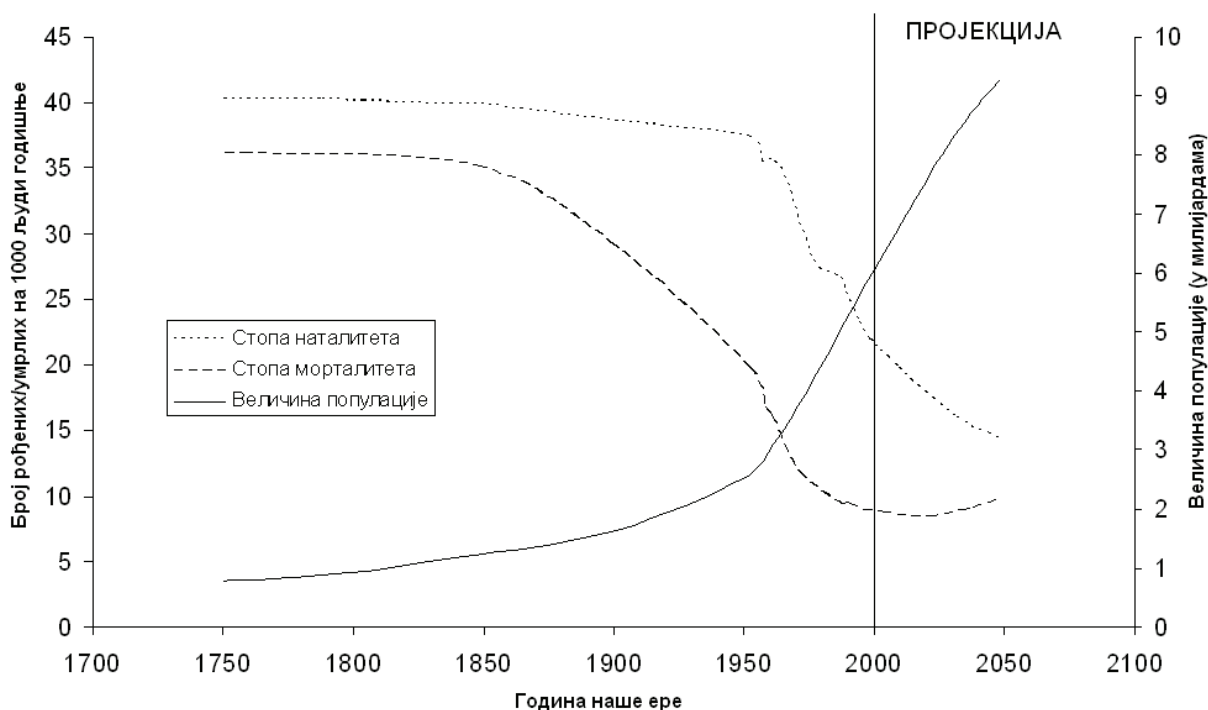
Савремена демографска транзиција

Величина људске популације на планетарном нивоу порасла је од неколико десетина хиљада људи у средњем палеолиту до неколико милиона на крају горњег палеолита. Неолитска демографска транзиција довела је до пораста популације на неколико десетина милиона, да би у историјском периоду ред величине био повећан на ниво стотина милиона људи (Слика 113). Од краја 18. века почиње нови период веома брзог раста популације. Глобална популација достигла је величину од милијарду људи 1800. године, а до данас је нарасла на око 7.3 милијарди (извор Уједињене нације: <http://www.un.org/en/development/desa/population/>).

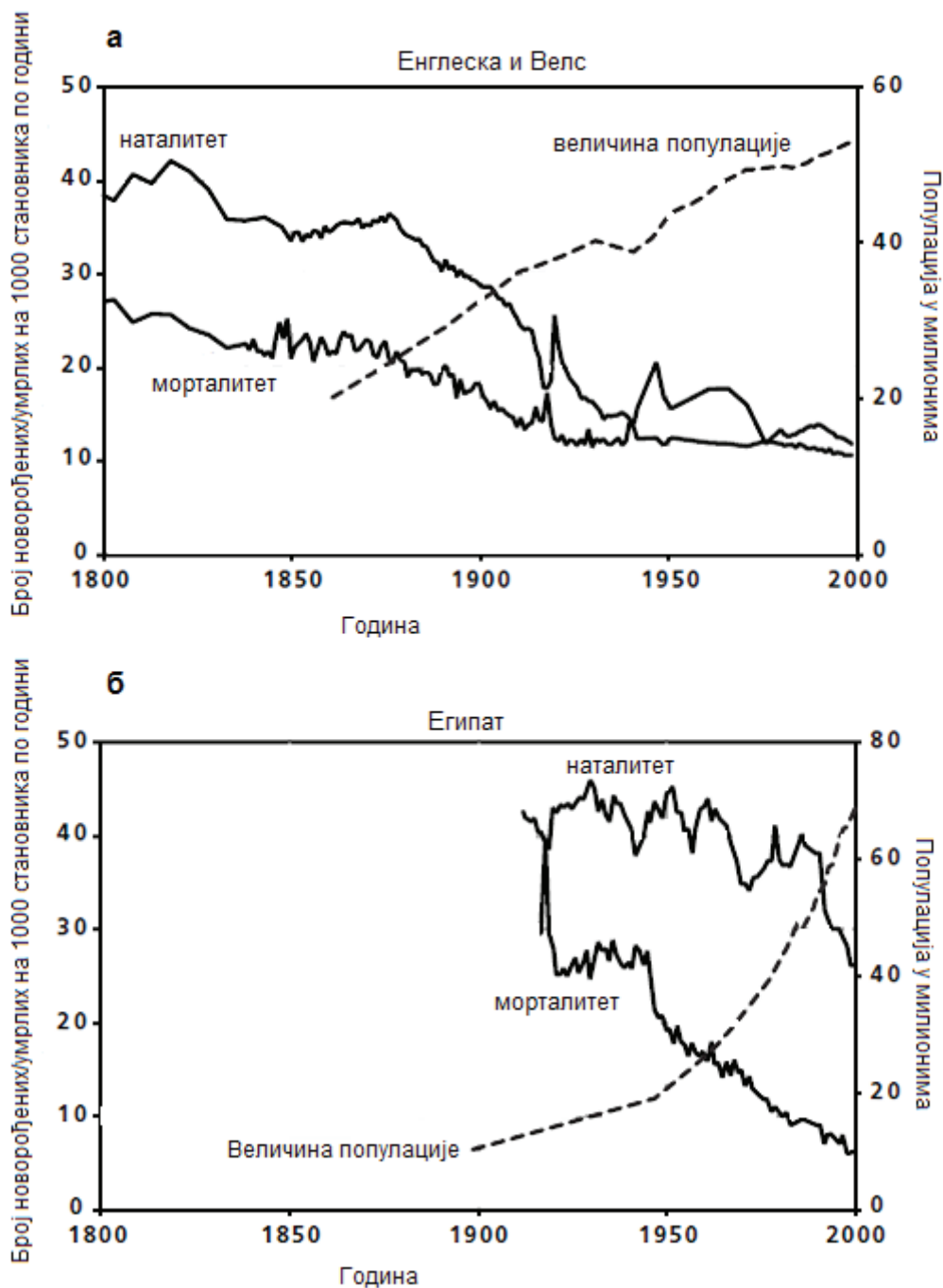


Слика 113. Величина људске популације од праисторије до 21. века
(према McFall 1991:Fig.21-6).

Демографски процес који је почео пре 200 година и чији смо савременици назива се *савремена демографска транзиција* (McFall 1991; Vosquet-Appel 2014). Савремена демографска транзиција почела је крајем 18. века у Западној Европи, и резултат је процеса индустријализације, друштвених промена и развоја науке током 19. и 20. века. У првој фази демографске транзиције дошло је до опадања mortalитета, пре свега услед напретка у пољопривредној технологији што је значајно смањило неухрањеност и умирање од последица неухрањености (нарочито деце), а затим и услед побољшања хигијенских услова и развоја медицине (Gage, Dewitte, and Wood 2012:727–729). Дрastiчно смањење mortalитета у односу на фертилитет резултирало је растом популације. У другој половини 19. века, идеолошке промене проистекле из филозофије просветитељства довеле су до тога да образовање буде квалитетније и доступније већем броју људи у Европи, што је омогућило еманципацију жена (тачније, процес еманципације је тада започео). Све ово, уз развој ефикасних метода контрацепције, довело је до смањења фертилитета. Савремена демографска транзиција представља одраз у огледалу неолитске демографске транзиције, јер подразумева смањење стопа mortalитета које је праћено смањењем стопа natalитета (Слика 114), с тим што је релативно недавно у неким земљама западне цивилизације дошло до ситуације да су се стопе natalитета приближиле или пале испод стопа mortalитета (Слика 115а), односно да је укупна стопа фертилитета пала испод вредности неопходне за просту репродукцију становништва.



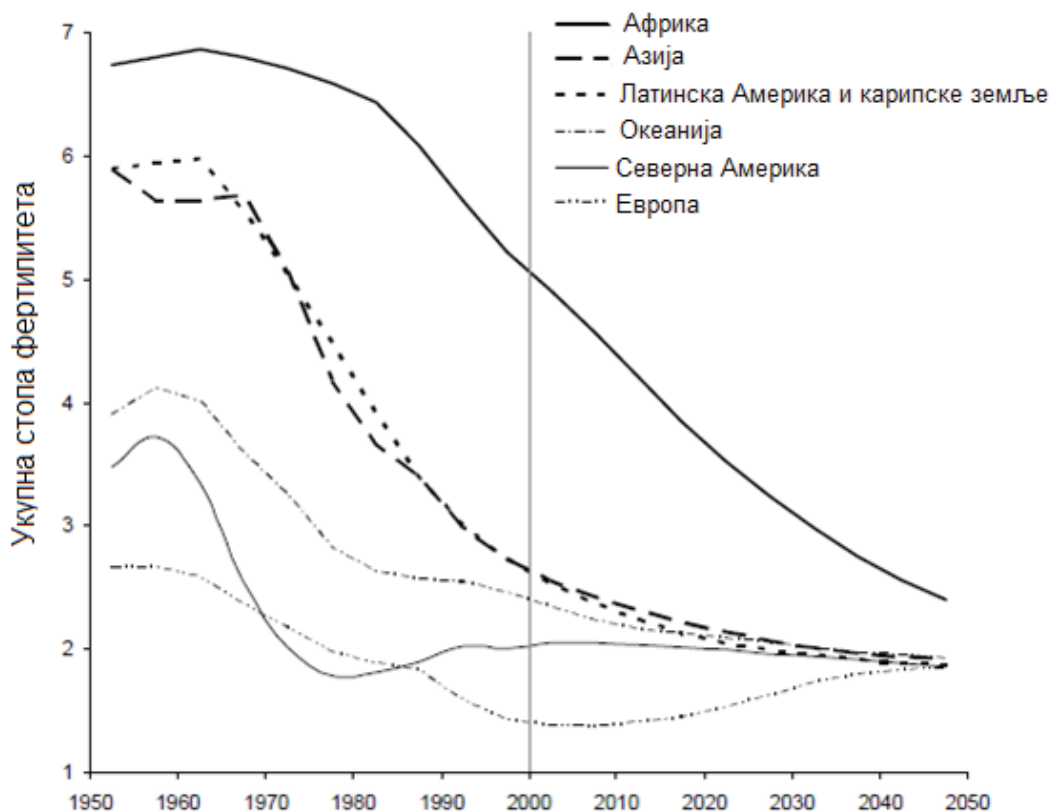
Слика 114. Схематски приказ савремене демографске транзиције (према Meadows, Randers, and Meadows 2004: Fig.2–4.).



Слика 115. Савремена демографска транзиција а) у Енглеској и Велсу б) у Египту (према Meadows, Randers, and Meadows 2004: Fig.2–4.).

Од средине 20. века, развој и доступност модерне медицине довели су до тога да се морталитет значајно смањи и у неиндустријализованим земљама Трећег света или слабије индустријализованим земљама (земљама у развоју) (Слика 115б). Међутим, у овим земљама је изостало смањење фертилитета узроковано поменутим факторима који су довели до његовог смањења у Европи током 19. и 20. века, тако да је популација ових земаља почела да расте, с тим што је фертилитет у последњим деценијама почео да опада и у земљама Трећег света, али је и даље на високом нивоу (Слика 116) (UN Department of Economic and Social Affairs 2004). Управо раст у овим земљама код којих је присутна само фаза смањења морталитета, без

упоредивог смањења фертилитета, стоји иза глобалног раста популације. Такође, миграције из земаља у којима популација расте у земље Западне цивилизације утичу на то да величина популације у већини земаља Запада не опада упркос томе што је стопа наталитета мања од стопе морталитета.



Слика 116. Промена укупне стопе фертилитета до 2000. године са пројекцијом до 2050. по континентима (према UN Department of Economic and Social Affairs 2004: Fig.3).

Савремена демографска транзиција је у земљама западне цивилизације утицала на старосну структуру становништва – у оним земљама где долази до опадања величине популације или заустављеног раста популације уз продужени животни век, популација све више стари. Ово има значајне друштвене последице, јер се повећава коефицијент зависности, мења се однос броја радно способног и издржаваног становништва, и проблем бриге о старима постаје значајан, јер популација старих је већа него икада пре. У земљама Запада проблем радне снаге је компензован имиграцијом, а у земљама источне и југоисточне Европе као што је Србија, овај проблем је израженији, јер смањење популације, услед тога што је стопа морталитета већа од стопе наталитета, није компензовано приливом имиграната, тако да је нето резултат опадајућа популација и још израженије старење популације (сужавање старосне пирамиде при основи и ширење при врху).

Ово је демографска ситуација у којој се свет налази данас. У овом контексту намећу се два питања. Прво питање јесте какву улогу друштвене науке имају у разумевању овог процеса, конкретно предвиђању даљег развоја догађаја, односно друштвених и културних импликација овог процеса. Да ли су научници у могућности да осмисле, макар на теоријском нивоу, решења која би водила одређеним пожељним исходима? Дакле, да ли антропологија може да нам каже нешто о будућности? Друго питање јесте, на који начин палеодемографска и археолошка знања могу да допринесу овом задатку?

Ка колапсу?

Кључно питање јесте шта ће се десити са светском популацијом у наредних неколико деценија и како ће се то одразити на начин живота људи и социокултурне процесе. Чини се да је тек сада раст који је почео у другој половини 18. века почео да успорава, тј. да се експоненцијални раст претвара у логистички, али то је једва видљиво данас и свет је још далеко од осетног успоравања. Поставља се питање када ће се и да ли тај раст зауставити. Демографи предвиђају различите сценарије (Слика 117).



Слика 117. Могући модели светске популационе динамике у наредних 300 година (према UN Department of Economic and Social Affairs 2004: Fig.6).

Питање није само шта ће се десити, него како ће се десити и зашто ће се десити. Давне 1972. године група друштвених научника покушала је да на основу тренутног демографског, економског и еколошког стања, под различитим претпоставкама, понуди могуће сценарије будућности човечанства. Резултати ове студије објављени су у књизи *Границе раста* (енг. *Limits to Growth*) (Meadows et al. 1972) која је постала изузетно утицајна¹²⁷. Ова књига имала је још два издања, 1992. и 2004. године, у којима су аутори освежили податке и евалуирали тачност претходних предвиђања (Meadows, Randers, and Meadows 2004; Meadows, Meadows, and Randers 1992).

Основни циљ ове студије био је да се дође до одговора на питање шта ће се десити са светом ако се наставе тренутни трендови експоненцијалног раста светског становништва и привреде (укључујући и производњу хране)¹²⁸. Основна претпоставка студије била је да

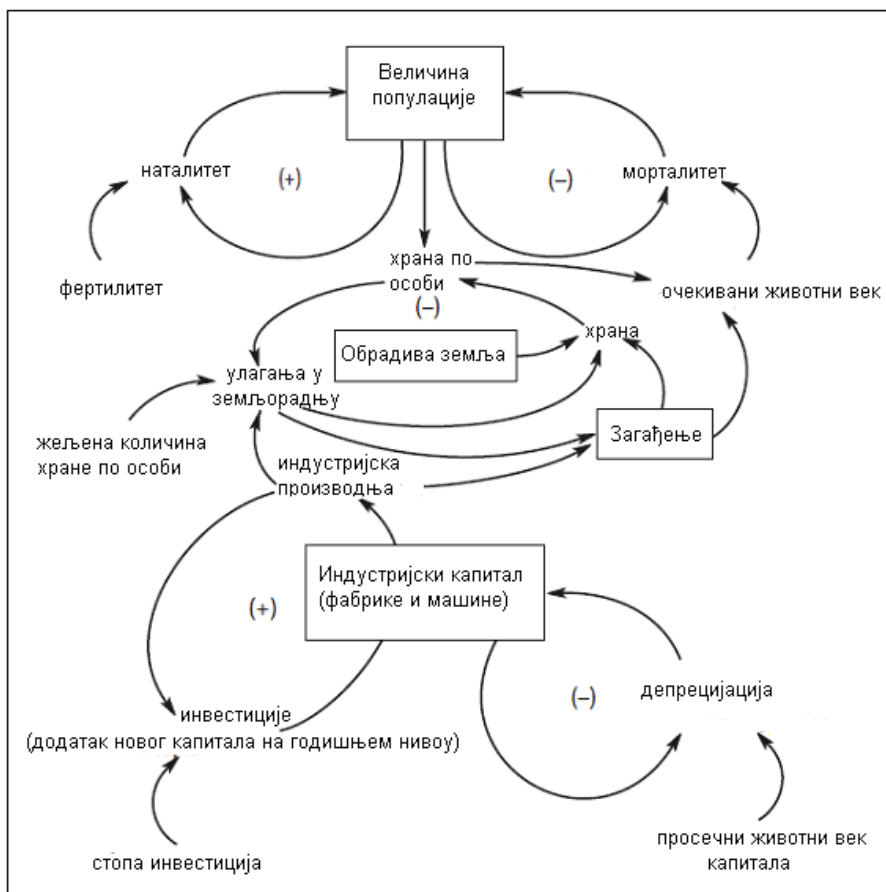
¹²⁷ Цитирана више од 13200 пута према подацима *Google Scholar*.

¹²⁸ Експоненцијални раст производње хране је на први поглед у супротности са Малтусовом теоријом, међутим суштински није. У општем случају није неопходно да ресурси расту аритметички, већ само да расту спорије од популације – дакле ситуација у којој ресурси који расту експоненцијално, али са мањом интринзичком стопом раста од популације, довешће свакако до малтузијанских последица.

постоје физичка ограничења раста која проистичу из ограничености различитих врста ресурса на планети, другим речима да планета Земља има ограничени средински капацитет. Основни резултат и закључак је био да ни ресурси ни људска популација не могу бесконачно да расту, јер постоје физичка ограничења раста односно коначни средински капацитет планете, а да је човечанство почетком седамдесетих година прошлог века било близу, а данас је и пробило границе срединског капацитета.

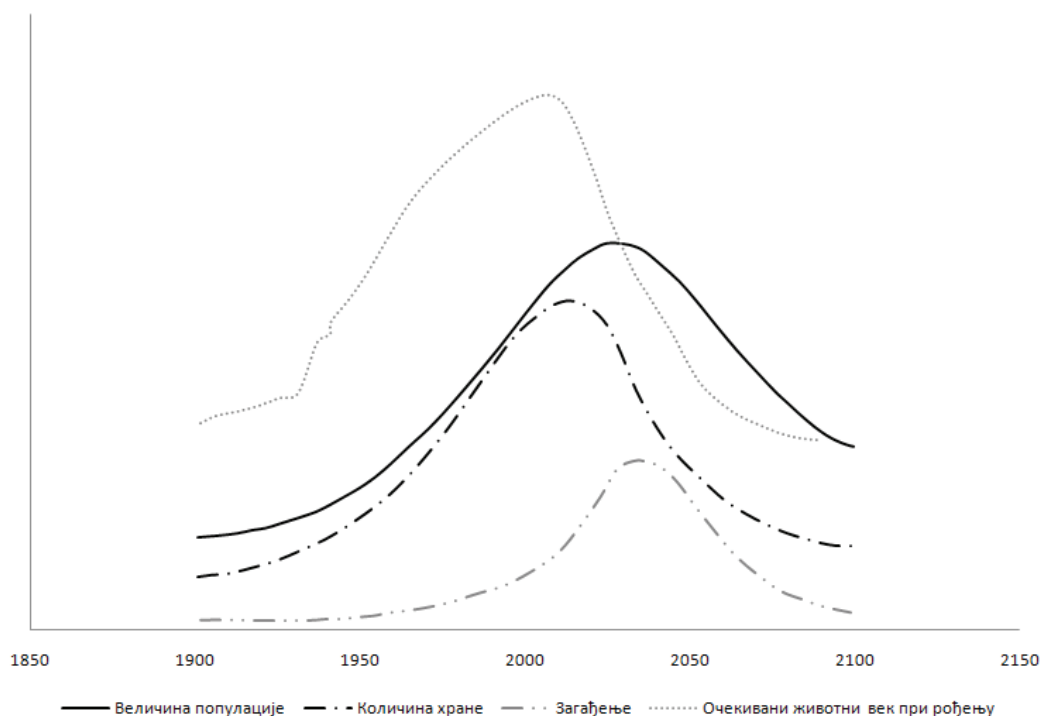
Медоуз и колеге су конструисали теоријски математички модел глобалног демографско-друштвено-економско-еколошког система са експлицитно дефинисаном структуром односа (у виду једначина) између променљивих које се односе на 4 кључна домена: демографију, економију (капитал), пољопривредну производњу и загађење (Слика 118). Овај динамички модел, када се свакој променљивој и сваком параметру дају одређене вредности на основу емпиријских података, нуди квантитативна предвиђања величине људске популације у будућности, слике стања света (степен нарушености животне средине и количине обрадивог земљишта), стања привреде и квалитета људског живота (очекивани животни век, доступност здравствене неге, материјални стандард). Аутори на више места наглашавају да циљ њихове компјутерске симулације светског система није да понуди прецизно предвиђање будућности, већ је циљ да се понуди могућа будућност (или могуће будућности) у општим цртама под одређеним претпоставкама како би људи могли информисано да доносе одлуке о свом деловању и на тај начин обликују будућност.

Слика 118. Схематски приказ модела (система) интеракције светске популације, економије и екологије (према Meadows, Randers, and Meadows 2004: Fig.4–5.).



Предвиђања овог модела су се показала као веома песимистична. Сценарио који је подразумевао екстраполацију стања из 1972. године, дакле са истим популационим, индустријским, еколошким и технолошким трендовима као почетком 70-их година 20. века,

предвиђа нагли пад у величини популације и квалитету људског живота негде око 2050. године – што заправо представља слику глобалног колапса (Слика 119). Највећи проблем растуће популације и растуће привреде, нарочито у капиталистичком свету где је привредни раст императив, јесте трошење необновљивих ресурса и загађење које у крајњој последици смањује даље могућности производње хране, а у ближим последицама има директан лош утицај на здравље људи. Глобално загревање услед повећаног избацивања угљен-диоксида у атмосферу, што је директна последица индустријског развоја, представља школски пример антропогеног штетног утицаја на животну средину и људску цивилизацију. Светска производња житарица је и даље довољна да прехрани све људе на Земљи, али велики проценат ових житарица се користи као храна за животиње које се узгајају зарад меса (подсетимо се да је енергетска ефикасност трансфера енергије са једног трофичког нивоа на други у просеку 10%) тако да око 850 милиона људи на планети упркос овој чињеници нема задовољавајућу исхрану у виду количине унетих калорија. Дакле, престанак убијања животиња зарад меса осим етичких разлога има и практични смисао.



Слика 119. Предвиђања модела екстраполацијом трендова из последње четвртине 20. века у будућност (према Meadows, Randers, and Meadows 2004: Fig.4–11).

Такође, под претпоставком да систем друштвених и економских односа остане исти, модел предвиђа и повећање неједнакости међу људима, неједнакости која је већ велика. Илустрације ради, од 1930. до почетка трећег миленијума индустријска производња порасла је 14 пута, што би узимајући у обзир раст популације требало да доведе до тога да стандард људи порасте око 5 пута (Meadows, Randers, and Meadows 2004:41). Међутим, светско богатство је данас екстремно неједнако расподељено. Готово све параметризације основног модела, укључујући и оне са нереално оптимистичним претпоставкама о развоју природно-техничких наука тј. технологије¹²⁹ и брзини имплементације свих неопходних мера, предвиђају

¹²⁹ Вера да ће наука будућности решити проблем тренутно није основана јер је чињеница да наука и технологија такође подлежу закону опадајућих добитака (Dong et al. 2016, Tainter 1988). Релативно гледано, далеко већи помаци у науци су начињени током прве половине 20. века у односу на крај, ако се посматра однос броја

да ће услед пробијања физичких граница раста доћи до значајног пада како величине људске популације, тако и квалитета живота. Већина сценарија предвиђа нагли пад који се може тумачити као малтузијански колапс. Студија из 2008. године потврдила је да су емпиријски подаци о стању света у складу са предвиђањима Медоуз и колега, и то баш према моделу који претпоставља да ће се свет развијати у складу са оним какав је данас тј. да се будућност може предвидети као проста екстраполација данашњег стања, односно стања света из 1972. године (Turner 2008). Да подсетимо, овај сценарио предвиђа глобални колапс средином 21. века који ће се осетити кроз драстичан пад популације услед повећаног морталитета.

У време када је прво издање ове књиге писано почетком 70-их година 20. века, закључак је био да средински капацитет планете још увек није био пробијен. Дакле, тада је постојала шанса да се привредни раст успори и да се спречи наношење ненадокнадиве штете животnoj средини, али већ у време када је писано друго издање, почетком деведесетих година, граница срединског капацитета је пробијена (Meadows, Meadows, and Randers 1992). Аутори у најновијем издању књиге из 2004. године закључују да постоји још наде да се колапс спречи, али да би то подразумевало, осим заустављања популационог раста, што представља апсолутни императив, темељно реструктурирање друштвених односа производње и промену животног стила на глобалном нивоу. Ова дубока промена у друштвеној сфери подразумевала би већу једнакост у расподели продуката производње, јер је то једини начин да се сиромашни издигну из беде, а суштинска промена би се састојала у томе да људи буду у стању да кажу шта је доста када је реч о величини породице и количини материјалних добара. Једино би у том случају било могуће доћи до одрживог система, где би се светска популација стабилизovala при величини од око 8 милијарди, а ниво благостања људи био би на нивоу који је приближно еквивалентан нивоу благостања у некој од савремених европских држава са нижим примањима становништва. Овај сценарио је далеко од утопије, али је бољи од колапса.

Искуства прошлости и изазови будућности

Колапс и циклуси раста и опадања као историјске константе?

Историчари попут Оскара Шпенглера и Арнолда Тојнбија су људску историју видели као непрекидну смену циклуса раста и опадања цивилизација. Џозеф Тејнтер у својој чувеној студији о колапсу цивилизација означава објашњења попут Тојнбијевих и Шпенглерових као мистична јер су проистекла из схватања цивилизација као органских квазибиолошких ентитета који имају своје детињство, зрело доба, старост и смрт (Шпенглер), или одговарају на одређене изазове, а када их успешно реше, мотив који поспешује креативност нестаје, а са њим и цивилизација (Тојнби) (Tainter 1988).

Иако се Тојнбијева и Шпенглерова теоријска виђења развоја и опадања цивилизације и културе не могу данас узети за озбиљно, чини се да су кроз историју, а као што ће се видети и кроз праисторију, заиста постојали циклуси који се веома добро могу пратити у демографској динамици. Немачки праисторичар Гроненборн формулисао је недавно теорију адаптивних циклусау праисторији где се културни и демографски развој одвија у циклусима на које у великој мери утичу климатски фактори (Gronenborn 2009). Циклуси сталних успона и падова

активних научника и количине новца уложеног у науку. Само би неки, са становишта данашње научне парадигме, незамисливи и непредвидиви помак (еквивалентан открићу теорије релативитета или квантне теорије) имао значајан ефекат у подизању границе срединског капацитета, али ово је већ домен чисте спекулације и научне фантастике, а не нешто на шта треба рачунати при доношењу важних одлука, јер ако се то деси, онда је проблем решен шта год да сада одлучимо као човечанство, а ако се не деси, онда ћемо бити у још већем проблему ако смо наставили по старом рачунајући на нешто што се неће десити.

популације претпостављени су за палеолитски период (Boone 2002), што је у великој мери поткрепљено резултатима палеодемографских реконструкција. Фазе популационих успона и падова могу се видети и у неолитском периоду као што је показано на примеру ранонеолитских популација у Европи (Timpson et al. 2014; Shennan et al. 2013). Завршне фазе циклуса, које карактерише пад величине популације, представљају колапс. Постоје многи случајеви колапса у праисторијским и историјским периодима, од нестанка цивилизације Маја, пада популације на Ускршњим острвима, до пропасти Римског царства (Tainter 1988; Diamond 2005).

За историјски период, историчари Турчин и Нефедов формулисали су теорију која спаја демографске, друштвено-економске (подела на елиту и неелиту, друштвени и економски односи између елите и неелите) и политичке факторе (стабилност државног система) (Turchin and Nefedov 2009). Ова теорија предвиђа секуларне циклусе промене величине популације, друштвеног раслојавања и периода стабилности и колапса државних система. Сваки циклус састоји се из 4 фазе. У првој фази популација расте убрзано, и док је год релативно удаљена од демографског капацитета, наднице су високе, јер је потражња за радом велика, а цене релативно ниске. У овој фази нису толико изражене супротности између елите и остатка популације, јер ни неједнакост није толико велика, а политички систем је стабилан. Међутим, у другој фази тзв. фази *стагфлације*, када раст популације почне да се успорава, јер услед велике понуде радне снаге падају наднице, а расту цене (што негативно утиче на демографски раст нижих слојева), елита доживљава своје „златно доба” јер је у могућности да извуче највећу количину вишка од нижих слојева. У овој фази увећава се и бројност елите, тако да врхунац раста елите долази нешто касније у односу на врхунац раста опште популације. Услед закона опадајућих добитака, благостање елите такође почиње да се смањује, посебно јер су у претходном периоду навикли на лагодан живот, тако да само неки делови елите опстају као елита, а други падају у ниже слојеве. По завршетку ове фазе, почиње фаза општег демографског и друштвеног опадања праћена повећањем неједнакости које резултира тензијама (репресија елите над нижим слојевима у очајничким покушајима да се извуку вишкови) што државни апарат тешко може да контролише услед своје слабости. Наступа општа нестабилност и колапс политичког система (државе). После колапса долази четврта фаза, где је величина опште популације, и виших и нижих слојева, ниска, као и ниво политичке организације. Турчин и Нефедов су ову теорију тј. њена предвиђања проверили на историјским подацима из различитих временских периода и региона: средњовековне и нововековне Енглеске, Француске и Русије, као републиканског и империјалног периода Рима. Испоставило се да се емпиријски подаци слажу са теоријом.

Код праисторијских и историјских циклуса успона и колапса популације и друштвених система нема ничег мистичног, јер су ови процеси у тесној вези са демографском динамиком и законом опадајућих добитака – кроз историју и праисторију имамо многобројне примере развоја догађаја који нису ништа друго до различите варијације на једну исту тему – тему малтузијанске динамике. И заиста, посматрајући демографску динамику кроз целу људску историју и праисторију, може се рећи да је босерупијанских транзиција било мало у односу на чисто малтузијанске сценарије¹³⁰, а најновије емпиријске анализе додатно поткрепљују тезу да је Малтусова идеја да технологија представља узрочни фактор раста, а не обрнуто, утемељена у историјском искуству (Dong et al. 2016). Да ли је цикличност неизбежна судбина свих култура, као што су то антиципирани у свом мистичком виђењу историје аутори попут Тојнбија Шпенглера, или постоји неки начин да се наша цивилизација извуче из овог зачараног круга?

130 Ако демографски притисак није узрок почетка земљорадње, онда чак ни неолитска демографска транзиција није босерупијански већ чисто малтузијански процес, јер популација расте као последица, а не као узрок иновације у долажењу до хране.

Као што се види, искуства прошлости нису баш охрабрујућа. Друштвене науке су у последњих 200 година произвеле многобројна знања о човеку, друштву и култури. Најважније и најопасније од тих знања јесте свест о конструисаности људске друштвене и културне стварности, односно да све идеологије, друштвене и културне норме и институције представљају последицу комплексне интеракције људске биологије, психологије и животне средине, где су неки исходи предвидљиви као резултат структурних конвергенција, а неки непредвидљиви и последица су онога што се обично назива историјском случајношћу. Ова знања су опасна јер поништавају апсолутност било ког идеолошког система (нарочито религијских), а тиме нас лишавају сигурности живота у унапред задатој вредносној матрици која се доживљава као (често буквално схваћено) божански задата и непроменљива. У пракси то значи да пожељност или непожељност историјских и друштвених процеса увек процењујемо са неке идеолошке позиције и становишта одређеног система вредности. Ово је важно имати на уму и када су у питању демографски процеси, јер исходи и политике усмерене ка одређеним исходима нису универзално прихватљиви или неприхватљиви¹³¹, већ зависе од вредносног угла гледања.

Још једна важна лекција до које су дошле друштвене науке јесте да је природа друштвених и културних процеса таква да, иако људи имају слободну вољу да бирају своје вредности и да као појединци делају у складу са својим вредностима, циљевима и плановима, исходи тог деловања могу се драстично разликовати од намера актера. Ово значи да и најбоље и најплеменитије идеје са становишта одређеног скупа вредности могу да се претворе у своју супротност и да друштвени процеси покренути са једним циљем могу отићи у сасвим другом, често нежељеном правцу. Из ове чињенице произлази суштински значај антропологије и друштвених наука за савременог човека – ако не будемо стекли научно знање о човеку, култури и друштву или макар део тог знања, ризикујемо немогућност процене да ли ће и у којој мери неко предложено решење довести до жељеног циља. Као што не можемо конструисати и направити авион који заиста може да лети без познавања закона физике, немогуће је осмислити друштвени систем који је у складу са неком идејом без познавања начина на који функционишу људи, као појединци и као групе. Додатни проблем са којим се суочавају друштвене науке произлази из немогућности директне контроле свих релевантних фактора, тако да је проблем друштвеног и културног инжењеринга за ред величине сложенији од примене знања природних наука у технолошке сврхе.

131 Многе земље источне и јужне Европе, између осталих и Србија, имају опадајућу популацију. Над овом чињеницом често ламентују следбеници десничарских идеологија, „бринући“ за „биолошки супстрат“ народа и залажући се за повећање наталитета и преокрет овог тренда из опадања у раст, уз обавезну напомену како Ми нестајемо, а Други се множе, иако су често и ти Други равноправни грађани. Из вредносне перспективе фашизма, убрзани и стални раст популације сопствене етничке групе је нешто добро, јер ће се на тај начин обезбедити људски ресурси за стални сукоб и експанзију на рачун других. Међутим, тешко да ће се оваквом пропагандом и идеолошким запомагањем, где се као обавезни мотив појављује окривљавање жена за смањени фертилитет, повећати наталитет. Чак и када би популација почела да расте, то би само створило нове проблеме уколико не постоји друштвено-економска структура која ће тај раст учинити одрживим, мада је упитно како било који раст може да буде одржив у ситуацији пренасељености планете о чему је било доста речи у овом поглављу. Међутим, овде су управо вредносна, а не научна питања кључна, јер већина оних који заговарају интензиван раст популације сопствене етничке групе не маре за цену тог раста у квалитету живота сопственог народа, а још мање за цену тог раста коју ће платити други. Фашистички концепт је одржив у том смислу да подразумева да ће се сопствени етнос ширити не паралелно са другим народима, већ на штету других – у таквом идеолошком оквиру циљ је да Ми опстанемо, а да Других буде што мање могуће. Дакле, однос према демографским процесима није само научно већ и политичко и идеолошко питање. У зависности од система вредности, различит ће и бити однос према популационој политици. Десничаре не брину лоше последице опадајуће популације на квалитет живота људи који проистиче из неповољне старосне структуре, већ њих брине то што се „биолошки супстрат“ смањује – они су спремни да прихвате и још горе услове (за друге припаднике свог и туђег народа, обично не за себе лично) који иду са великим растом, како би се остварили политички и идеолошки циљеви.

Људи функционишу на краткорочним временским скалама што значи и да сагледавају своје интересе на тим скалама. У одсуству систематског корпуса знања и посматрања света као што је модерна наука, немају ни начин да виде и предвиде шта се дешава на другим временским скалама. Без науке о трендовима који се дешавају на вишим временским (и просторним) скалама немогуће је зауставити лоше тенденције и макар осмислити обрасце понашања којима се могу избећи – сигнал о лошим последицама обично стиже онда када је сувише касно или када је цена кориговања већ велика. Оно по чему се савремена цивилизација разликује у односу на све раније периоде у историји јесте развој науке тј. рационалног знања како о физичком свету, тако и о култури и друштву. Развој науке може бити једина нада човечанства из два разлога: 1. научним открићима у домену природних наука треба подићи границу срединског капацитета 2. друштвена наука треба да нас информише о последицама одређених политичких и економских мера. Медоуз и колеге су показали да ми већ сада можемо да предвидимо потенцијалне будућности у зависности од претпоставки које имамо, и то може да нам, за разлику од свих ранијих друштава, много раније укаже на сигнал да треба нешто да се мења, да не би дошло до пробијања границе раста и да би се избегао колапс.

Међутим, наука не постоји као ванвременски иванпросторни корпус знања, већ се развија и део је конкретних система у којима постоје различити политички ентитети (државе, корпорације, народи, класе итд.) другачијих намера, интереса и степена моћи. Инерција у сложеним системима је огромна, тако да се промена не може, чак и уз најбољу вољу (које често нема), брзо спровести. Такође, питање је да ли су знања друштвених наука данас довољно развијена да могу да служе као основа за позитивни друштвени инжењеринг, у смислу да ће последице неке мере заисте бити у складу са намером, а да се неће услед недовољног познавања феномена изродити у нешто сасвим друго, чак супротно првобитној идеји. И можда још важније питање јесте да ли је уопште могуће доћи до знања које би омогућило смислене интервенције – метеоролози веома добро разумеју на теоријском нивоу понашање времена, чак могу и да предвиде краткорочно шта ће се десити, али не могу да утичу на време. Ово су све изазови савремене друштвене науке.

Бентли и О'Брајен са позиција еволуционистичке теорије културе разматрају фундаментални проблем – на који начин знање, пре свега научно знање о условима савременог света, посебно хитности реакције на негативне трендове везане за глобално загревање и опште нарушавање животне средине претераним популационим и индустријским растом, може да утиче на доношење одлука тј. на решавање проблема са којима се човечанство суочава данас (Bentley and O'Brien 2015). Они истичу како је у условима животне средине која није била сувише променљива, а и када се мењала, мењала се на вишегенерацијским временским скалама, традиција, односно друштвено учење путем културне трансмисије, представљала механизам који је осигуравао адаптираност и одрживост људских заједница (мада је и тада било колапса), али да се у 21. веку ова ситуација изменила, јер се промене у животној и културној средини дешавају на далеко мањим временским скалама тј. у оквиру једне људске генерације, па чак и брже. Такође, пре савременог постиндустријског времена, основни вид преношења културних знања представљала је вертикална културна трансмисија што значи да су људи од својих родитеља или припадника старије генерација стицали знања о животу, од технолошких вештина до социокултурних норми. У савременом друштву, а посебно са развојем информационих технологија, хоризонтална трансмисија (између припадника исте генерације) постала је доминантна, а количина информација доступна људима достигла је неслућене размере. Ова ситуација створила је специфичне услове, јер као што је речено, научно знање није нешто што постоји у вакууму и може да се моментално примени и материјализује, већ је пут од научног знања до доношења одлука и сагледавања последица тих одлука дугачак и сложен, штавише, и ту се ради о популационом процесу, и потребна нам је наука која се бави

популационим процесима да бисмо га разумели. Колективно доношење одлука, својеврсна паралелизација решавања проблема дистрибуирањем на велики број људи може да успе када су људи добро информисани и независни, тј. када не имитирају једни друге. Управо ово друго је један од највећих проблема, јер друштвено учење (културна трансмисија), јесте једна од одлика наше врсте. Ствари се додатно компликују чињеницом да културна трансмисија често није насумична и неутрална већ је подложна конформистичким (радити и мислити оно што већина ради и мисли) и хомофилним пристрасностима (преузимати обрасце и мишљења од оних који су слични нама самима). Такође, групно решавање проблема је можда погодно за неке једноставне случајеве (нпр. погађање броја бомбоница у тегли), али за решавање сложених проблема потребно је идентификовати експерте у популацији чије је знање акумулирано током већег броја генерација културном трансмисијом од експерата из претходне генерације, тј. препознати да су они експерти у смислу исплативости слушања њихових савета (Bentley and O'Brien 2015). Јасно је да наука и научници најбоље одговарају овом опису, јер наука је кумулативна, у смислу да се научна знања изграђују и преносе између генерација, а експертизу науке гарантује то што је она најбољи начин стицања знања о стварном свету који су људи успели да конструишу, јер је заснована на критичком мишљењу односно захтевима за логичку доследност и емпиријску утемељеност знања које претендује да буде научно. Међутим, како искуство показује, транспарентност корисности научног знања је далеко мања од привлачности ненаучног, псеудонаучног и антинаучног знања, што јасно илуструје велика брзина којом се шире различите теорије завере, ирационални ставови према вакцинацији и генетски модификованој храни, привлачност псеудонаучне медицине попут хомеопатије и сл.

Са демографског становишта, свако друштво мора да реши проблем који има две стране. Са једне стране, раст популације ствара неприлике на нивоу ресурса, али и оне институционалне у вези са скаларним стресом, као и проблеме који проистичу из старосне структуре растуће популације у којој се повећава проценат младих индивидуа. На пример, повећани удео младих у Америци као последица раста популације довео је до више стопе криминала (Markides and Tracy 1977). Са друге стране, опадање величине популације доводи до проблема са старосном структуром и бројношћу радно способног становништва, мада смањени фертилитет може да утиче на то да већи број жена ради уместо да подиже децу. Дугорочно гледано, опадање величине популације није добро услед негативних последица по старосну структуру становништва, тако да би у условима опадања требало да буде циљ да се наталитет подигне до вредности потребне да се успостави режим стационарне популације, али не више од тога, јер са становишта одрживог развоја, стационарна популација је оптимално решење.

Међутим, треба нагласити да никакви научни или идеолошки аргументи не могу да буду етички прихватљиви као средство убеђивања људи, пре свега жена, да имају или немају децу. Ова одлука је у државама европске цивилизације неприкосновено право индивидуе¹³². Такође, популационе политике и мере које држава предузима морају бити пажљиво осмишљене и имплементиране, јер чак и када је намера рационална, као у случају ограничавања броја деце у Кини како би се зауставио неодрживи раст популације, последице могу бити катастрофалне ако се не узму у обзир културни и друштвени чиниоци. Као последица овог закона из 1979. године, у Кини је драстично нарушен однос полова у корист мушкараца, где количник односа полова износи око 1.23 (Ding and Hesketh 2006; Yi et al. 1993). Ово је последица културне преференције, јер се у кинеској патријархалној култури више вреднује мушко дете. Жеља да се има мушко дете остваривана је често селективним абортусом, инфантицидом и запостављањем женске деце (Ding and Hesketh 2006; Yi et al. 1993). Механизми којима средински фактори

¹³² Ово право гарантује и Устав Републике Србије у члану 63 који гласи: „Свако има право да слободно одлучи о рађању детета”. Додуше, није јасно зашто је коришћена реч „свако” када је крајња одлука о рађању детета на жени, а не на мушкарцу.

утичу на фертилитет су веома сложени. Чак и у условима благостања, код богатих нација и богатих друштвених слојева унутар нација, фертилитет често пада испод нивоа просте репродукције популације, где образовање жена има велику улогу, јер је показано да у свим друштвима постоји негативна корелација између образовања жене и фертилитета – што су жене образованије, у просеку имају мање деце (Lutz and Samir 2011). То показује да је природа односа између фертилитета са једне, и друштвених, културних и економских услова са друге стране, вишедимензионална (Масе 2014) и да не постоје лака и брза решења тј. да једино даља научна истраживања могу да осветле ову веома важну тему.

Где је ту значај проучавања прошлости и палеодемографије? Осим чињенице која је поменута на самом почетку ове књиге, да се антрополошке и друштвене теорије не могу тестирати без дијахроних података, Бентли и колеге су одлично приметили да је значај проучавања неолита од кључног значаја за разумевање данашњег света, јер сви проблеми са којима се сусреће свет данас као што су популациони раст, нарушавање животне средине, друштвене тензије, ратови и болести, одвијали су се на различитим скалама у неолиту, што значи да неолит на неки начин представља „успорени филм” ових догађања (Bentley et al. 2015). Дубоко теоријско разумевање ових процеса у прошлости може бити од кључног значаја за будућност тј. за одговор на питање да ли ће наша цивилизација успети да се заустави у равнотежном стању или ће, као многе пре ње, завршити у колапсу.

Литература

- Acsádi, G., and J. Nemeskéri. 1970. *History of Human Life Span and Mortality*. Budapest: Akademiai Kiado.
- Adler, M.A., and R.H. Wilshusen. 1990. Large-Scale Integrative Facilities in Tribal Societies: Cross-Cultural and Southwestern US Examples. *World Archaeology* 22 (2):133-146.
- Aitken, M.J. 2013. *Science-based dating in archaeology*. London: Routledge.
- Alberti, G. 2014. Modeling Group Size and Scalar Stress by Logistic Regression from an Archaeological Perspective. *PLoS ONE* 9 (3):e91510. doi:10.1371/journal.pone.0091510
- Alvarez, H.P. 2000. Grandmother hypothesis and primate life histories. *American Journal of Physical Anthropology* 113 (3):435-450. doi:10.1002/1096-8644(200011)113:3<435::aid-ajpa11>3.0.co;2-o
- Ammerman, A.J., and L.L. Cavalli-Sforza. 1971. Measuring the rate of spread of early farming in Europe. *Man* 6:674-688.
- Ammerman, A.J., and L.L. Cavalli-Sforza. 1973. A population model for the diffusion of early farming in Europe. In *The explanation of culture change: models in prehistory*, pp. 343-357, edited by Renfrew, C. London: Duckworth.
- Ammerman, A.J., L.L. Cavalli-Sforza, and D.K. Wagener. 1976. Toward the estimation of population growth in Old World prehistory. In *Demographic anthropology*, pp. 27-61, edited by Zubrow, E.B. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Argue, D., D. Donlon, C. Groves, and R. Wright. 2006. Homo floresiensis: Microcephalic, pygmoid, Australopithecus, or Homo? *Journal of Human Evolution* 51 (4):360-374. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.013
- Bailey, G. 2007. Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26 (2):198-223.
- Bailey, G., and P. Spikins, eds. 2008. *Mesolithic Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bamforth, D.B., and B. Grund. 2012. Radiocarbon calibration curves, summed probability distributions, and early Paleoindian population trends in North America. *Journal of Archaeological Science* 39 (6):1768-1774. doi:10.1016/j.jas.2012.01.017
- Bandy, M. 2005. New World Settlement Evidence for a Two-Stage Neolithic Demographic Transition. *Current Anthropology* 46 (S5):S109-S115.
- Bankoff, A.H., and H.J. Greenfield. 1984. Decision-making and culture change in Yugoslav Bronze Age. *Balkanica* 15:7-31.
- Bar-Yosef, O. 2002. Natufian: A Complex Society of Foragers. In *Beyond foraging and collecting*, pp. 91-149, edited by Fitzhugh, B. and J. Habu. New York: Kluwer Academic Plenum Publishers.
- Bar-Yosef, O. 2013. Neanderthals and modern humans across Eurasia. In *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans Volume 1: Cultural Perspectives*, pp. 7-20, edited by Akazawa, T., Y. Nishiaki and K. Aoki: Springer.
- Bar-Yosef, O., and A. Belfer-Cohen. 1989. The origins of sedentism and farming communities in the Levant. *Journal of World Prehistory* 3 (4):447-498.
- Barker, G. 1985. *Prehistoric Farming in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bass, W.M. 1995. *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual*. 4th ed. Columbia: Missouri Archaeological Society.
- Belfer-Cohen, A., and O. Bar-Yosef. 2000. Early Sedentism in the Near East: A Bumpy Ride to Village Life. In *Life in Neolithic Farming Communities: Social Organization, Identity, and Differentiation*, pp. 19-38, edited by Kuijt, I. New York: Academic/Plenum Publishers.
- Belovsky, G.E. 1988. An optimal foraging-based model of hunter-gatherer population dynamics. *Journal of Anthropological Archaeology* 7 (4):329-372. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0278-4165(88)90002-5
- Bentley, G.R., T. Goldberg, and G. Jasienska. 1993. The Fertility of Agricultural and Non-Agricultural Traditional Societies. *Population Studies* 47 (2):269-281. doi:10.2307/2174730
- Bentley, G.R., G. Jasienska, and T. Goldberg. 1993. Is the Fertility of Agriculturalists Higher Than That of Nonagriculturalists? *Current Anthropology* 34 (5):778-785. doi:10.2307/2744290
- Bentley, R.A., M.W. Hahn, and S.J. Shennan. 2004. Random Drift and Culture Change. *Proceedings: Biological Sciences* 271 (1547):1443-1450. doi:10.2307/4142981
- Bentley, R.A., and M.J. O'Brien. 2015. Collective behaviour, uncertainty and environmental change. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 373 (2055):20140461.
- Bentley, R.A., M.J. O'Brien, K. Manning, and S. Shennan. 2015. On the relevance of the European Neolithic. *Antiquity* 89 (347):1203-1210.

- Bettinger, R.L., R. Boyd, and P.J. Richerson. 1996. Style, Function, and Cultural Evolutionary Processes. In *Darwinian Archaeologies*, pp. 133-164, edited by Maschner, H.D.G. Boston, MA: Springer US.
- Binford, L.R. 1968. Post-Pleistocene Adaptations. In *New Perspectives in Archaeology*, pp. 313-341, edited by Binford, S.R. and L.R. Binford. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Binford, L.R. 1977. General Introduction. In *For Theory Building in Archaeology: Essays on Faunal Remains, Aquatic Resources, Spatial Analysis, and Systemic Modeling*, pp. 1-13, edited by Binford, L.R. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. 1981a. Behavioral Archaeology and the "Pompeii Premise". *Journal of Anthropological Research* 37:195-208.
- Binford, L.R. 1981b. *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. 1983. *In Pursuit of the Past*. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. 1986. An Alyawara Day: Making Men's Knives and beyond. *American Antiquity* 51 (3):547-562. doi:10.2307/281751
- Binford, L.R. 1987. Researching Ambiguity: Frames of Reference and Site Structure. In *Method and Theory for Activity Area Research*, pp. 449-512, edited by Kent, S. New York: Columbia University Press.
- Binford, L.R. 1989. Styles of style. *Journal of Anthropological Archaeology* 8 (1):51-67. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0278-4165(89)90006-8
- Binford, L.R. 1990. Mobility, Housing, and Environment: A Comparative Study. *Journal of Anthropological Research* 46:119-152.
- Binford, L.R. 2001. *Constructing Frames of Reference: An Analytical Method for the Archaeological Use of Hunter-Gatherer and Environmental Data Sets*. Berkeley: University of California Press.
- Binford, L.R., and W.J. Chasko. 1976. Nunamiut demographic history: A provocative case. In *Demographic anthropology: quantitative approaches*, pp. 63-143, edited by Zubrow, E.B.W. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Bintliff, J. 1997. Regional survey, demography, and the rise of complex societies in the ancient Aegean: Core-periphery, neo-Malthusian, and other interpretive models. *Journal of Field Archaeology* 24 (1):1-38.
- Birdsell, J.B. 1953. Some Environmental and Cultural Factors Influencing the Structuring of Australian Aboriginal Populations. *The American Naturalist* 87 (834):171-207. doi:10.2307/2458482
- Bobić, M. 2007. *Demografija i sociologija: veza ili sinteza*. Beograd: Službeni glasnik.
- Bocquet-Appel, J.-P. 2002. Paleanthropological Traces of a Neolithic Demographic Transition. *Current Anthropology* 43 (4):637-650. doi:10.1086/342429
- Bocquet-Appel, J.-P. 2008. Explaining the Neolithic Demographic Transition. In *The Neolithic Demographic Transition and its Consequences*, pp. 35-55, edited by Bocquet-Appel, J.-P. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Bocquet-Appel, J.-P. 2009. The demographic impact of the agricultural system in human history. *Current Anthropology* 50 (5):657-660.
- Bocquet-Appel, J.-P. 2011a. The Agricultural Demographic Transition During and After the Agriculture Inventions. *Current Anthropology* 52 (S4):S497-S510. doi:10.1086/659243
- Bocquet-Appel, J.-P. 2011b. When the World's Population Took Off: The Springboard of the Neolithic Demographic Transition. *Science* 333 (6042):560-561. doi:10.1126/science.1208880
- Bocquet-Appel, J.-P. 2014. Demographic transitions. In *Encyclopedia of Global Archaeology* pp. 2093-2100. New York: Springer.
- Bocquet-Appel, J.-P., and J.-L. Arsuaga. 1999. Age distributions of hominid samples at Atapuerca (SH) and Krapina could indicate accumulation by catastrophe. *Journal of Archaeological Science* 26 (3):327-338.
- Bocquet-Appel, J.-P., and J.-N. Bacro. 2008. Estimation of an age distribution with its confidence intervals using an iterative Bayesian procedure and a bootstrap sampling approach. In *Recent Advances in Palaeodemography: Data, Techniques, Patterns*, pp. 63-82, edited by Jean-Pierre Bocquet-Appel. Dordrecht: Springer.
- Bocquet-Appel, J.-P., and O. Bar-Yosef, eds. 2008. *The Neolithic Demographic Transition and its Consequences*. Berlin: Springer.
- Bocquet-Appel, J.-P., and M. De Miguel. 2002. Demografía de la difusión neolítica en Europa y los datos paleoantropológicos. *Saguntum* 5:23-42.
- Bocquet-Appel, J.-P., and A. Degioanni. 2013. Neanderthal demographic estimates. *Current Anthropology* 54 (S8):S202-S213.
- Bocquet-Appel, J.-P., and P.-Y. Demars. 2000. Population Kinetics in the Upper Palaeolithic in Western Europe. *Journal of Archaeological Science* 27 (7):551-570. doi:http://dx.doi.org/10.1006/jasc.1999.0471

- Bocquet-Appel, J.-P., P.-Y. Demars, L. Noiret, and D. Dobrowsky. 2005. Estimates of Upper Palaeolithic meta-population size in Europe from archaeological data. *Journal of Archaeological Science* 32 (11):1656-1668. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2005.05.006>
- Bocquet-Appel, J.-P., and C. Masset. 1982. Farewell to paleodemography. *Journal of Human Evolution* 11 (4):321-333.
- Bocquet-Appel, J.-P., and S. Naji. 2006. Testing the Hypothesis of a Worldwide Neolithic Demographic Transition: Corroboration from American Cemeteries. *Current Anthropology* 47 (2):341-365. doi:10.1086/498948
- Bocquet-Appel, J.-P., S. Naji, and M. Bandy. 2008. Demographic and health changes during the transition to agriculture in North America. In *Recent Advances in Palaeodemography*, pp. 277-292: Springer.
- Bocquet-Appel, J.-P., and A. Tuffreau. 2009. Technological responses of Neanderthals to macroclimatic variations (240,000-40,000 BP). *Human Biology* 81 (2):287-307.
- Bocquet, J.-P., and C. Masset. 1977. Estimateurs en paléodémographie. *L'homme* 18:65-90.
- BocquetAppel, J., S. Naji, G. Armelagos, K. Maes, A. Chamberlain, V. Eshed, M. Jackes, M. Mosothwane, A. Sullivan, and G. Warrick. 2006. Testing the hypothesis of a worldwide Neolithic demographic transition: corroboration from American cemeteries. *Current Anthropology* 47 (2):341-365.
- Bogaard, A. 2004a. The nature of early farming in Central and South-Eastern Europe. *Documenta Praehistorica* 31:49-58.
- Bogaard, A. 2004b. *Neolithic Farming in Central Europe*. London: Routledge.
- Bogaard, A. 2005. 'Garden Agriculture' and the Nature of Early Farming in Europe and the Near East. *World Archaeology* 37 (2):177-196.
- Bonsall, C., ed. 2008. *The Iron Gates in Prehistory: New Perspectives*. Oxford: Archaeopress.
- Bonsall, C., M. Macklin, A. Boroneanț, C. Pickard, L. Bartosiewicz, G. Cook, and T. Higham. 2015. Holocene climate change and prehistoric settlement in the lower Danube valley. *Quaternary International* 378:14-21.
- Bonsall, C., M.G. Macklin, and R.W. Payton. 2002. Climate, floods and river gods: environmental change and the Meso-Neolithic transition in southeast Europe. *Before Farming* 3-4 (2):1-15.
- Boone, J.L. 2002. Subsistence Strategies and Early Human Population History: An Evolutionary Ecological Perspective. *World Archaeology* 34 (1):6-25.
- Borić, D. 2011. Adaptations and Transformations of the Danube Gorges Foragers (c. 13.000 – 5500 BC): An Overview. In *Beginnings – New Research in the Appearance of the Neolithic between Northwest Anatolia and the Carpathian Basin*; Papers of the International Workshop 8th – 9th April 2009, Istanbul., pp. 157-203, edited by Krauß, R. Rahden/Westf.: Leidorf.
- Borić, D., and V. Dimitrijević. 2007. Absolute chronology and stratigraphy of Lepenski Vir. *Starinar* 57:9-55
- Borić, D., and T.D. Price. 2013. Strontium isotopes document greater human mobility at the start of the Balkan Neolithic. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (9):3298-3303. doi:10.1073/pnas.1211474110
- Boserup, E. 1965. *The Conditions of Agricultural Growth*. Chicago: Aldine.
- Boserup, E. 1981. *Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Bowler, P.J. 1976. Malthus, Darwin, and the Concept of Struggle. *Journal of the History of Ideas* 37 (4):631-650. doi:10.2307/2709028
- Bowman, A., and A. Wilson, eds. 2011. *Settlement, urbanization, and population*. Oxford: Oxford University Press.
- Boyd, R., and P.J. Richerson. 1985. *Culture and the Evolutionary Process*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Breznik, D. 1977. *Demografija: analiza, metodi i modeli*. Beograd: Centar za demografska istraživanja, Institut društvenih nauka.
- Briggs, A.W., J.M. Good, R.E. Green, J. Krause, T. Maricic, U. Stenzel, C. Lalueza-Fox, P. Rudan, D. Brajković, and Ž. Kučan. 2009. Targeted retrieval and analysis of five Neandertal mtDNA genomes. *Science* 325 (5938):318-321.
- Bromham, L., X. Hua, T.G. Fitzpatrick, and S.J. Greenhill. 2015. Rate of language evolution is affected by population size. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (7):2097-2102. doi:10.1073/pnas.1419704112
- Bronk Ramsey, C. 2008. Radiocarbon dating: Revolutions in Understanding*. *Archaeometry* 50 (2):249-275.
- Bronk Ramsey, C. 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51:337-360.
- Brooks, S., and J.M. Suchey. 1990. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution* 5:227-238.

- Brown, B.M. 1987. Population Estimation From Floor Area: a Restudy of "Naroll's Constant" *Cross-Cultural Research* 21:1-49.
- Buchanan, B., M. Collard, and K. Edinborough. 2008. Paleoindian demography and the extraterrestrial impact hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (33):11651-11654.
- Buikstra, J.E., L.W. Konigsberg, and J. Bullington. 1986. Fertility and the development of agriculture in the prehistoric Midwest. *American Antiquity* 51 (3):528-546.
- Buikstra, J.E., and D.H. Ubelaker, eds. 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. Vol. 44, Arkansas Archaeological Survey Research Series. Fayetteville, Arkansas: Arkansas Archeological Survey.
- Burgman, M.A., S. Ferson, and H.R. Akçakaya. 1993. Risk assessment in conservation biology. Berlin: Springer.
- Cameron, C.M. 1990. The effect of varying estimates of pit structure use-life on prehistoric population estimates in the American Southwest. *Kiva* 55 (2):155-166.
- Cameron, C.M. 1999. Room Size, Organization of Construction, and Archaeological Interpretation in the Puebloan Southwest. *Journal of Anthropological Archaeology* 18:201-239.
- Campbell, K.L., and J.W. Wood. 1988. Fertility in traditional societies. In *Natural human fertility: Social and biological determinants. Proceedings of the twenty-third annual symposium of the Eugenics Society, London, 1986*, pp. 39-69, edited by Diggory, P., M. Potts and S. Teper. London: Macmillan.
- Carneiro, R.L. 1962. Scale Analysis as an Instrument for the Study of Cultural Evolution. *Southwestern Journal of Anthropology* 18 (2):149-169.
- Carneiro, R.L. 1970. A Theory of the Origin of the State. *Science* 169 (3947):733-738.
- Carneiro, R.L. 1986. On the Relationship between Size of Population and Complexity of Social Organization. *Journal of Anthropological Research* 42 (3):355-364.
- Carneiro, R.L. 2000. The Transition from Quantity to Quality: A Neglected Causal Mechanism in Accounting for Social Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97 (23):12926-12931.
- Carneiro, R.L. 2002. *The Muse of History and the Science of Culture*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Carneiro, R.L., and D.F. Hilse. 1966. On Determining the Probable Rate of Population Growth during the Neolithic. *American Anthropologist* 68:177-181.
- Caspari, R., and S.-H. Lee. 2004. Older age becomes common late in human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101 (30):10895-10900.
- Caspari, R., and S.H. Lee. 2006. Is human longevity a consequence of cultural change or modern biology? *American Journal of Physical Anthropology* 129 (4):512-517.
- Casselberry, S.E. 1974. Further Refinement of Formulae for Determining Population from Floor Area. *World Archaeology* 6:117-122.
- Cavalli-Sforza, L.L. 2001. *Genes, Peoples and Languages*. London: Penguin Books.
- Cavalli-Sforza, L.L., and M.W. Feldman. 1981. *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton: Princeton University Press.
- Chamberlain, A.T. 2006. *Demography in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chick, G. 1997. Cultural Complexity: The Concept and Its Measurement. *Cross-Cultural Research* 31:276-307.
- Coale, A.J., and P. Demeny. 1983. *Regional Model Life Tables and Stable Populations* (2nd edition). Princeton: Princeton University Press.
- Cochrane, E.E. 2001. Style, Function, and Systematic Empiricism: The Conflation of Process and Pattern. In *Conceptual Issues in Evolutionary Archaeology*, pp. 183-202, edited by Hurt, T.D. and G.F.M. Raluta. London: Bergin & Garvey.
- Cohen, M.N. 1994. The Osteological Paradox Reconsidered. *Current Anthropology* 35 (5):629-631. doi:10.2307/2744088
- Cohen, M.N. 2008. Implications of the NDT for World Wide Health and Mortality in Prehistory. In *The Neolithic Demographic Transition and its Consequences*, pp. 481-500, edited by Bocquet-Appel, J.-P. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Cohen, M.N., and G.J. Armelagos, eds. 1984. *Paleopathology at the Origins of Agriculture*. New York: Academic Press.
- Collard, M., B. Buchanan, M.J. O'Brien, and J. Scholnick. 2013. Risk, mobility or population size? Drivers of technological richness among contact-period western North American hunter-gatherers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 368 (1630). doi:10.1098/rstb.2012.0412

- Collard, M., B. Buchanan, and M.J. O'Brien. 2013. Population Size as an Explanation for Patterns in the Paleolithic Archaeological Record: More Caution Is Needed. *Current Anthropology* 54 (S8):S388-S396. doi:10.1086/673881
- Collard, M., K. Edinborough, S. Shennan, and M.G. Thomas. 2010. Radiocarbon evidence indicates that migrants introduced farming to Britain. *Journal of Archaeological Science* 37 (4):866-870. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.11.016
- Collard, M., A. Ruttle, B. Buchanan, and M.J. O'Brien. 2013. Population Size and Cultural Evolution in Nonindustrial Food-Producing Societies. *PLoS ONE* 8 (9):e72628.
- Contreras, D.A., and J. Meadows. 2014. Summed radiocarbon calibrations as a population proxy: a critical evaluation using a realistic simulation approach. *Journal of Archaeological Science* 52:591-608. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.030
- Corvisier, J.-N. 2008. Assessment of Land Surveys in Greece: Contributions and Limitations. In *Recent Advances in Palaeodemography*, pp. 31-61, edited by Bocquet-Appel, J.-P. Dordrecht: Springer.
- Cowgill, G.L. 1975a. Causes and Consequences of Ancient and Modern Population Changes. *American Anthropologist* 77:505-525.
- Cowgill, G.L. 1975b. Population Pressure as a Non-Explanation. *Memoirs of the Society for American Archaeology* (30):127-133. doi:10.2307/25146740
- Crema, E.R. 2012. Modelling temporal uncertainty in archaeological analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory* 19 (3):440-461.
- Crema, E.R., A. Bevan, and M.W. Lake. 2010. A probabilistic framework for assessing spatio-temporal point patterns in the archaeological record. *Journal of Archaeological Science* 37 (5):1118-1130. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.12.012
- Crombé, P., and E. Robinson. 2014. 14C dates as demographic proxies in Neolithisation models of northwestern Europe: a critical assessment using Belgium and northeast France as a case-study. *Journal of Archaeological Science* 52:558-566. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2014.02.001
- D'Errico, F. 2003. The invisible frontier. A multiple species model for the origin of behavioral modernity. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 12 (4):188-202. doi:10.1002/evan.10113
- D'Errico, F., C. Henshilwood, G. Lawson, M. Vanhaeren, A.-M. Tillier, M. Soressi, F. Bresson, B. Maureille, A. Nowell, J. Lakarra, L. Backwell, and M. Julien. 2003. Archaeological Evidence for the Emergence of Language, Symbolism, and Music – An Alternative Multidisciplinary Perspective. *Journal of World Prehistory* 17 (1):1-70. doi:10.1023/a:1023980201043
- Denton, T. 2004. Cultural Complexity Revisited. *Cross-Cultural Research* 38:3-26.
- Dere, M., M.-P. Beugin, B. Godelle, and M. Raymond. 2013. Experimental evidence for the influence of group size on cultural complexity. *Nature* 503 (7476):389-391. doi:10.1038/nature12774
- Dewar, R.E. 1984. Environmental Productivity, Population Regulation, and Carrying Capacity. *American Anthropologist* 86:601-614.
- Dewar, R.E. 1991. Incorporating variation in occupation span into settlement-pattern analysis. *American Antiquity* 56 (4):604-620.
- Dewar, R.E. 1994. Contending with Contemporaneity: A Reply to Kintigh. *American Antiquity* 59 (1):149-152. doi:10.2307/3085508
- DeWitte, S.N. 2009. The effect of sex on risk of mortality during the Black Death in London, AD 1349–1350. *American Journal of Physical Anthropology* 139 (2):222-234.
- DeWitte, S.N. 2010a. Age patterns of mortality during the Black Death in London, AD 1349–1350. *Journal of Archaeological Science* 37 (12):3394-3400.
- DeWitte, S.N. 2010b. Sex differentials in frailty in medieval England. *American Journal of Physical Anthropology* 143 (2):285-297.
- DeWitte, S.N. 2014. The Anthropology of Plague: Insights from Bioarcheological Analyses of Epidemic Cemeteries. In *Pandemic disease in the medieval world: rethinking the black death*, pp. 97-123, edited by Green, M.H. Kalamazoo and Bradford: Arc Medieval Press.
- Diamond, J. 2005. *Collapse: How societies choose to fail or Survive*. London: Penguin.
- Diehl, M.W. 1992. Architecture as a Material Correlate of Mobility Strategies: Some Implications for Archeological Interpretation. *Cross-Cultural Research* 26:1-35.
- Ding, Q.J., and T. Hesketh. 2006. Family size, fertility preferences, and sex ratio in China in the era of the one child family policy: results from national family planning and reproductive health survey. *BMJ* 333 (7564):371-373.
- Dobzhanski, T. 1973. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *American Biology Teacher* 35 (3):125-129.
- Dokins, R. 2010. Sebični gen. Smederevo: Heliks.

- Dolukhanov, P. 2008. The Mesolithic of European Russia, Belarus, and the Ukraine. In *Mesolithic Europe*, pp. 280-301, edited by Bailey, G. and P. Spikins. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dolukhanov, P., A. Shukurov, D. Gronenborn, D. Sokoloff, V. Timofeev, and G. Zaitseva. 2005. The chronology of Neolithic dispersal in Central and Eastern Europe. *Journal of Archaeological Science* 32 (10):1441-1458.
- Dong, J., W. Li, Y. Cao, and J. Fang. 2016. How does technology and population progress relate? An empirical study of the last 10,000 years. *Technological Forecasting and Social Change* 103:57-70. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.011
- Downey, S.S., E. Bocaege, T. Kerig, K. Edinborough, and S. Shennan. 2014. The neolithic demographic transition in Europe: correlation with juvenility index supports interpretation of the Summed Calibrated Radiocarbon Date Probability Distribution (SCDPD) as a valid demographic proxy. *PLoS ONE* 9 (8):e105730. doi:10.1371/journal.pone.0105730
- Dubouloz, J. 2008. Impacts of the Neolithic demographic transition on Linear Pottery Culture settlement. In *The Neolithic demographic transition and its consequences*, pp. 207-235, edited by Bocquet-Appel, J.-P. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Dumond, D.E. 1965. Population Growth and Cultural Change. *Southwestern Journal of Anthropology* 21 (4):302-324.
- Dunbar, R.I.M. 1993. Coevolution of neocortical size, group size and language in humans. *Behavioral and Brain Sciences* 16 (4):681-735.
- Dunnell, R.C. 1978. Style and Function: A Fundamental Dichotomy. *American Antiquity* 43 (2):192-202.
- Dunnell, R.C. 1980. Evolutionary Theory and Archaeology. In *Advances in Archaeological Method and Theory*, pp. 35-99, edited by Schiffer, M.B. New York: Academic Press.
- Durdev, B. 1998. Dva veka Maltusa. *Stanovništvo* 36 (1-2):7-24.
- Earle, T. 1989. The Evolution of Chiefdoms. *Current Anthropology* 30:84-88. Ellison, P.T. 2009. On fertile ground: A natural history of human reproduction: Harvard University Press.
- Ellison, P.T., B. Bogin, and M.T. O'Rourke. 2012. Demography Part 2: Population Growth and Fertility Regulation. In *Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective*, Second Edition, pp. 757-803, edited by Stinson, S., B. Bogin and D. O'Rourke. New Jersey: Wiley-Blackwell.
- Ember, C.R. 1983. The Relative Decline in Women's Contribution to Agriculture with Intensification. *American Anthropologist* 85 (2):285-304.
- Ember, M. 1963. The Relationship between Economic and Political Development in Nonindustrialized Societies. *Ethnology* 2 (2):228-248.
- Ember, C.R., and M. Ember. 2009. *Cross-cultural research methods*. New York: Altamira.
- Eshed, V., A. Gopher, T.B. Gage, and I. Hershkovitz. 2004. Has the transition to agriculture reshaped the demographic structure of prehistoric populations? New evidence from the Levant. *American Journal of Physical Anthropology* 124 (4):315-329. doi:10.1002/ajpa.10332
- Eveleth, P.B., and J.M. Tanner. 1990. *Worldwide variation in human growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fabre, V., S. Condemi, and A. Degioanni. 2009. Genetic evidence of geographical groups among Neanderthals. *PLoS ONE* 4 (4):e5151.
- Feinman, G.M. 2011. Size, Complexity, and Organizational Variation: A Comparative Approach. *Cross-Cultural Research* 45:37-58.
- Fenner, J. 2005. Cross-cultural estimation of the human generation interval for use in genetics-based population divergence studies. *American Journal of Physical Anthropology* 128:415-423.
- Fisher, R.A. 1930. *The Genetical Theory of the Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press.
- Flannery, K.V. 1969. Origins and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East. In *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*, pp. 73-100, edited by Ucko, P.J. and G.W. Dimbleby. London: Duckworth.
- Forge, A. 1972. Normative factors in the settlement size of Neolithic cultivators (New Guinea). In *Man, Settlement and Urbanism*, pp. 363-376, edited by Ucko, P.J., R. Tringham and G.W. Dimbleby. London: Duckworth.
- Frankenberg, S.R., and L.W. Konigsberg. 2006. A Brief History of Paleodemography from Hooton to Hazards Analysis. In *Bioarchaeology: The Contextual Analysis of Human Remains*, pp. 227-261, edited by Buikstra, J.E. and L.A. Beck. Amsterdam: Elsevier.
- French, J. 2016. Demography and the Palaeolithic Archaeological Record. *Journal of Archaeological Method and Theory* 23 (1):1-50. doi:10.1007/s10816-014-9237-4
- French, J.C. 2015. The demography of the Upper Palaeolithic hunter-gatherers of Southwestern France: A multi-proxy approach using archaeological data. *Journal of Anthropological Archaeology* 39:193-209. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jaa.2015.04.005

- French, J.C., and C. Collins. 2015a. Upper Palaeolithic population histories of Southwestern France: a comparison of the demographic signatures of 14C date distributions and archaeological site counts. *Journal of Archaeological Science* 55:122-134. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.01.001
- French, J.C., and C. Collins. 2015b. Upper Palaeolithic population histories of Southwestern France: a comparison of the demographic signatures of 14C date distributions and archaeological site counts. *Journal of Archaeological Science* 55:122-134. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.01.001
- Gage, T.B. 1988. Mathematical hazard models of mortality: an alternative to model life tables. *American Journal of Physical Anthropology* 76 (4):429-441.
- Gage, T.B. 1989. Bio-mathematical approaches to the study of human variation in mortality. *American Journal of Physical Anthropology* 32 (S10):185-214. doi:10.1002/ajpa.1330320509
- Gage, T.B., and S. DeWitte. 2009. What do we know about the agricultural demographic transition? *Current Anthropology* 50 (5):649.
- Gage, T.B., S.N. Dewitte, and J.W. Wood. 2012. Demography part 1: mortality and migration. In *Human Biology: An Evolutionary and Biocultural Perspective*, Second Edition, pp. 693-755, edited by Stinson, S., B. Bogin and D. O'Rourke. New Jersey: Wiley-Blackwell.
- Gamble, C., W. Davies, Paul Pettitt, L. Hazelwood, and M. Richards. 2005. The Archaeological and Genetic Foundations of the European Population during the Late Glacial: Implications for 'Agricultural Thinking'. *Cambridge Archaeological Journal* 15:193-223.
- Garašanin, M. 1979. Centralnobalkanska zona. In *Praistorija jugoslavenskih zemalja 2: neolit*, pp. 79-212, edited by Benac, A. Sarajevo: Svetlost.
- Gerbault, P., A. Liebert, Y. Itan, A. Powell, M. Currat, J. Burger, D.M. Swallow, and M.G. Thomas. 2011. Evolution of lactase persistence: an example of human niche construction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366 (1566):863-877. doi:10.1098/rstb.2010.0268
- Gimenez, M.E. 1973. "Befolkningsproblemet - Marx kontra Malthus" (The Population Issue: Marx vs. Malthus). *Den Ny Verden* 8:73-88.
- Gowland, R.L., and A. Chamberlain. 2005. Detecting plague: palaeodemographic characterisation of a catastrophic death assemblage. *Antiquity* 79 (303):146-157.
- Green, R.E., J. Krause, A.W. Briggs, T. Maricic, U. Stenzel, M. Kircher, N. Patterson, H. Li, W. Zhai, and M.H.-Y. Fritz. 2010. A draft sequence of the Neandertal genome. *Science* 328 (5979):710-722.
- Green, R.E., J. Krause, S.E. Ptak, A.W. Briggs, M.T. Ronan, J.F. Simons, L. Du, M. Egholm, J.M. Rothberg, M. Paunovic, and S. Paabo. 2006. Analysis of one million base pairs of Neanderthal DNA. *Nature* 444 (7117):330-336. doi:http://www.nature.com/nature/journal/v444/n7117/supinfo/nature05336_S1.html
- Gregg, S.A. 1988. *Foragers and Farmers: Population Interaction and Agricultural Expansion in Prehistoric Europe*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Gronenborn, D. 2009. Climate fluctuations and trajectories to complexity in the Neolithic: towards a theory. *Documenta Praehistorica* 36:97-110.
- Grosman, L. 2013. The Natufian Chronological Scheme-New Insights and their implications. In *Natufian foragers in the Levant, Terminal Pleistocene social change in West Asia*, pp. 622-635, edited by Bar-Yosef, O. and F.R. Valla. Ann Arbor, Michigan: International monographs in Prehistory.
- Grove, M. 2012. Scatters, patches and palimpsests: solving the contemporaneity problem. In *Unravelling the Palaeolithic. Ten years of research at the Centre for the Archaeology of Human Origins (CAHO, University of Southampton)*, pp. 153-164, edited by K., R., R. I. and R. Bynoe. Oxford: Archaeopress.
- Guerrero, E., S. Naji, and J.-P. Bocquet-Appel. 2008. The Signal of the Neolithic Demographic Transition in the Levant. In *The Neolithic Demographic Transition and its Consequences*, pp. 57-80, edited by Bocquet-Appel, J.-P. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Guglielmino, C.R., C. Viganotti, B. Hewlett, and L.L. Cavalli-Sforza. 1995. Cultural Variation in Africa: Role of Mechanisms of Transmission and Adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92 (16):7585-7589.
- Gurven, M., and H. Kaplan. 2007. Longevity among Hunter-Gatherers: A Cross-Cultural Examination. *Population and Development Review* 33 (2):321-365. doi:10.2307/25434609
- Hahn, M.W., and R.A. Bentley. 2003. Drift as a Mechanism for Cultural Change: An Example from Baby Names. *Proceedings of The Royal Society: Biological Sciences* 270:S120-S123.
- Hamilton, W.D. 1967. Extraordinary Sex Ratios. *Science* 156 (3774):477-488. doi:10.1126/science.156.3774.477
- Hammel, E.A., and P. Laslett. 1974. Comparing Household Structure over Time and between Cultures. *Comparative Studies in Society and History* 16:73-109.

- Handwerker, W.P. 1983. The First Demographic Transition: An Analysis of Subsistence Choices and Reproductive Consequences. *American Anthropologist* 85 (1):5-27. doi:10.2307/676030
- Hassan, F.A. 1978. Demographic Archaeology. In *Advances in Archaeological Method and Theory*, pp. 49-103, edited by Schiffer, M.B. New York: Academic Press.
- Hassan, F.A. 1981. *Demographic Archaeology*. New York: Academic Press.
- Hassan, F.A., and R.A. Sengel. 1973. On Mechanisms of Population Growth During the Neolithic. *Current Anthropology* 14:535-542.
- Hawkes, K. 2003. Grandmothers and the evolution of human longevity. *American Journal of Human Biology* 15 (3):380-400. doi:10.1002/ajhb.10156
- Hawkes, K., J.F. O'Connell, N.G.B. Jones, H. Alvarez, and E.L. Charnov. 1998. Grandmothering, menopause, and the evolution of human life histories. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95 (3):1336-1339.
- Hawks, J. 2008. From genes to numbers: effective population sizes in human evolution. In *Recent advances in palaeodemography*, pp. 9-30, edited by Bocquet-Appel, J.-P. Dordrecht: Springer.
- Henrich, J. 2001. Cultural Transmission and the Diffusion of Innovations: Adoption Dynamics Indicate That Biased Cultural Transmission Is the Predominate Force in Behavioral Change. *American Anthropologist* 103 (4):992-1013.
- Henrich, J. 2004. Demography and Cultural Evolution: How Adaptive Cultural Processes can Produce Maladaptive Losses: The Tasmanian Case. *American Antiquity* 69 (2):197-214.
- Herrmann, N.P., and L.W. Konigsberg. 2002. A re-examination of the age-at-death distribution of Indian Knoll. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 243-257, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hershkovitz, I., and A. Gopher. 2008. Demographic, biological and cultural aspects of the neolithic revolution: A view from the southern Levant. In *The Neolithic demographic transition and its consequences*, pp. 441-479, edited by Appel, J.-P.B. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Herzog, H.A., R.A. Bentley, and M.W. Hahn. 2004. Random Drift and Large Shifts in Popularity of Dog Breeds. *Proceedings of The Royal Society: Biological Sciences* 271:S353-S356.
- Hewlett, B.S., Annalisa De Silvestri, and C. Rosalba Guglielmino. 2002. Semes and Genes in Africa. *Current Anthropology* 43 (2):313-321. doi:10.1086/339379
- Higham, T., K. Douka, R. Wood, C.B. Ramsey, F. Brock, L. Basell, M. Camps, A. Arrizabalaga, J. Baena, C. Barroso-Ruiz, C. Bergman, C. Boitard, P. Boscatto, M. Caparros, N.J. Conard, C. Draily, A. Froment, B. Galvan, P. Gambassini, A. Garcia-Moreno, S. Grimaldi, P. Haesaerts, B. Holt, M.-J. Iriarte-Chiapusso, A. Jelinek, J.F. Jorda Pardo, J.-M. Maillou-Fernandez, A. Marom, J. Maroto, M. Menendez, L. Metz, E. Morin, A. Moroni, F. Negrino, E. Panagopoulou, M. Peresani, S. Pirson, M. de la Rasilla, J. Riel-Salvatore, A. Ronchitelli, D. Santamaria, P. Semal, L. Slimak, J. Soler, N. Soler, A. Villaluenga, R. Pinhasi, and R. Jacobi. 2014. The timing and spatiotemporal patterning of Neanderthal disappearance. *Nature* 512 (7514):306-309. doi:10.1038/nature13621
- Hill, K. 1993. Life history theory and evolutionary anthropology. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 2 (3):78-88. doi:10.1002/evan.1360020303
- Hill, K., and A.M. Hurtado. 1995. *Ache Life History. The Ecology and Demography of a Foraging People*. New York: Aldine de Gruyter.
- Hill, K., and H. Kaplan. 1999. Life History Traits in Humans: Theory and Empirical Studies. *Annual Review of Anthropology* 28:397-430. doi:10.2307/223400
- Hill, R.A., and R.I.M. Dunbar. 2003. Social network size in humans. *Human Nature* 14 (1):53-72. doi:10.1007/s12110-003-1016-y
- Hinz, M., I. Feeser, K.-G. Sjögren, and J. Müller. 2012. Demography and the intensity of cultural activities: an evaluation of Funnel Beaker Societies (4200–2800 cal BC). *Journal of Archaeological Science* 39 (10):3331-3340. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2012.05.028
- Hochberg, Z.e., A. Gawlik, and R.S. Walker. 2011. Evolutionary fitness as a function of pubertal age in 22 subsistence-based traditional societies. *International Journal of Pediatric Endocrinology* 2011:2-7.
- Hodder, I. 1977. The Distribution of Material Culture Items in the Baringo District, Western Kenya. *Man* 12:239-269.
- Hodder, I. 1982. *Symbols in action: Ethnoarchaeological studies of material culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hoffecker, J.F. 2009. The spread of modern humans in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (38):16040-16045.
- Holman, D.J., J.W. Wood, and K.A. O'Connor. 2002. Estimating age-at-death distributions from skeletal samples: a multivariate latent-trait approach. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 193-221, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.

- Hopkinson, T. 2007. The transition from the Lower to the Middle Palaeolithic in Europe and the incorporation of difference. *Antiquity* 81 (312):294-307.
- Hoppa, R.D., and J.W. Vaupel. 2002a. The Rostock Manifesto for paleodemography: The way from stage to age. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 1-8, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hoppa, R.D., and J.W. Vaupel, eds. 2002b. *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Howell, N. 1982. Village composition implied by a paleodemographic life table: The Libben Site. *American Journal of Physical Anthropology* 59 (3):263-269. doi:10.1002/ajpa.1330590305
- Hublin, J.-J. 2009. The origin of Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (38):16022-16027.
- Hurt, T.D., and G.F. Rakita, eds. 2001. *Style and function: conceptual issues in evolutionary archaeology*. Westport, Connecticut: Bergin & Garvey.
- Isaakidou, V. 2011. Farming regimes in Neolithic Europe: Gardening with cows and other models. In *The dynamics of Neolithisation in Europe. Studies in honour of Andrew Sherratt*, pp. 90-112, edited by Hadjikoumis, A., E. Robinson and S. Viner. Oxford: Oxbow.
- Işcan, M.Y., S.R. Loth, and R.K. Wright. 1984. Metamorphosis at the sternal rib end: a new method to estimate age at death in white males. *American Journal of Physical Anthropology* 65 (2):147-156.
- Jacks, M., D. Lubell, and C. Meiklejohn. 1997. Healthy but mortal: human biology and the first farmers of western Europe. *Antiquity* 71 (273):639-658.
- Jacks, M., and C. Meiklejohn. 2004. Building a method for the study of the Mesolithic-Neolithic transition in Portugal. *Documenta Praehistorica* 31:89-111.
- Jacks, M., and C. Meiklejohn. 2008. The paleodemography of Central Portugal and the Mesolithic-Neolithic transition. In *Recent advances in palaeodemography: Data, Techniques, Patterns*, pp. 209-258, edited by Bocquet-Appel, J.-P. Dordrecht: Springer.
- Jacks, M., M. Roksandić, and C. Meiklejohn. 2008. Demography of the Đerdap Mesolithic-Neolithic transition. In *The Iron Gates in Prehistory: New Perspectives*, pp. 77-88, edited by Bonsall, C., V. Boroneanţ and I. Radovanović. Oxford: Archaeopress.
- Johnson, A.W., and T. Earle. 2000. *The Evolution of Human Societies: From Foraging Group to Agrarian State*. Stanford: Stanford University Press.
- Johnson, G.A. 1982. Organizational Structure and Scalar Stress. In *Theory and Explanation in Archaeology*, pp. 389-421, edited by Renfrew, C., M. Rowlands and B. Segraives. New York: Academic Press.
- Jones, J.H. 2010. Demography. In *Human evolutionary biology*, pp. 74-91, edited by Muehlenbein, M.P. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaiser, T., and B. Voytek. 1983. Sedentism and Economic Change in the Balkan Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology* 2:323-353.
- Kaplan, H. 1996. A Theory of Fertility and Parental Investment in Traditional and Modern Human Societies. *Yearbook of Physical Anthropology* 39:91-135.
- Kaplan, H.S., J.B. Lancaster, S.E. Johnson, and J.A. Bock. 1995. Does observed fertility maximize fitness among New Mexican men? *Human Nature* 6 (4):325-360.
- Keeley, L.H. 1988. Hunter-gatherer economic complexity and "population pressure": A cross-cultural analysis. *Journal of Anthropological Archaeology* 7 (4):373-411. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0278-4165(88)90003-7
- Kelly, R.L. 2013. *The lifeways of hunter-gatherers: The foraging spectrum*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kemkes-Grottenthaler, A. 2002. Aging through the ages: historical perspectives on age indicator methods. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 48-72, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kempe, M., and A. Mesoudi. 2014. An experimental demonstration of the effect of group size on cultural accumulation. *Evolution and Human Behavior* 35 (4):285-290. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2014.02.009
- Keyfitz, N., and H. Caswell. 2005. *Applied mathematical demography*. Berlin: Springer.
- Kintigh, K.W. 1994. Contending with contemporaneity in settlement-pattern studies. *American Antiquity* 59 (1):143-148.
- Kirkwood, T.B.L., and M.R. Rose. 1991. Evolution of Senescence: Late Survival Sacrificed for Reproduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 332 (1262):15-24. doi:10.1098/rstb.1991.0028

- Klein, R.G. 2008. Out of Africa and the evolution of human behavior. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 17 (6):267-281. doi:10.1002/evan.20181
- Kline, M.A., and R. Boyd. 2010. Population size predicts technological complexity in Oceania. *Proceedings of the Royal Society, B series, Biological sciences* 277:2559-2564.
- Kobayashi, Y. 2013. A Simulation Study on the Replacement of Neanderthals by Modern Humans in Europe: Implications of Climate Change, Cultural Diversification, and the Shape of the Continent. In *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans Volume 1*, pp. 237-243, edited by Akazawa, T., Y. Nishiaki and K. Aoki. New York: Springer.
- Kohler, T.A., M.P. Glaude, J.-P. Bocquet-Appel, and B.M. Kemp. 2008. The Neolithic Demographic Transition in the U.S. Southwest. *American Antiquity* 73 (4):645-669. doi:10.2307/25470522
- Kolb, C.C. 1985. Demographic Estimates in Archaeology: Contributions From Ethnoarchaeology on Mesoamerican Peasants. *Current Anthropology* 26:581-599.
- Kosse, K. 1990. Group Size and Societal Complexity: Thresholds in the Long-Term Memory. *Journal of Anthropological Archaeology* 9:275-303.
- Kovačević, I. 2011. Verovatnoća i statistika sa zbirkom zadataka. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- Kramer, K.L., and J.L. Boone. 2002. Why Intensive Agriculturalists Have Higher Fertility: A Household Energy Budget Approach. *Current Anthropology* 43 (3):511-517. doi:10.1086/340239
- Kroeber, A.L. 1948. *Anthropology: Race, Language, Culture, Psychology, Prehistory*. New York: Harcourt, Brace and Company.
- Kuhn, S. 2013. Cultural transmission, institutional continuity and the persistence of the Mousterian. In *Dynamics of Learning in Neanderthals and Modern Humans Volume 1: Cultural Perspectives*, pp. 105-113, edited by Akazawa, T., Y. Nishiaki and K. Aoki. New York: Springer.
- Kuhn, S., and M. Stiner. 2006. What's a mother to do? *Current Anthropology* 47 (6):953-981.
- Kuzawa, C.W., and J.M. Bragg. 2012. Plasticity in Human Life History Strategy. *Current Anthropology* 53 (S6):S369-S382.
- Lalueza-Fox, C., M.L. Sampietro, D. Caramelli, Y. Puder, M. Lari, F. Calafell, C. Martínez-Maza, M. Bastir, J. Fortea, M.d.I. Rasilla, J. Bertranpetit, and A. Rosas. 2005. Neandertal Evolutionary Genetics: Mitochondrial DNA Data from the Iberian Peninsula. *Molecular Biology and Evolution* 22 (4):1077-1081. doi:10.1093/molbev/msi094
- Laslett, P., and R. Wall, eds. 1972. *Household and Family in Past Time*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lawson, D.W., and R. Mace. 2010. Optimizing modern family size: Trade-offs between fertility and the economic costs of reproduction. *Human Nature* 21 (1):39-61.
- Lazer, E. 2009. *Resurrecting Pompeii*. London: Routledge.
- LeBlanc, S. 1971. An Addition to Naroll's Suggested Floor Area and Settlement Population Relationship. *American Antiquity* 36:210-211.
- Lee, R. 1973. Population in Preindustrial England: An Econometric Analysis. *The Quarterly Journal of Economics* 87 (4):581-607. doi:10.2307/1882026
- Lee, R.B., and I. DeVore. 1968. Introduction. In *Man the Hunter*, pp. 1-12, edited by Lee, R.B. and I. DeVore. Chicago: Aldine.
- Leslie, P. 1948. Some further notes on the use of matrices in population mathematics. *Biometrika* 35 (3/4):213-245.
- Leslie, P.H. 1945. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33 (3):183-212.
- Lesure, R.G. 2008. The Neolithic demographic transition in Mesoamerica? Larger implications of the strategy of relative chronology. In *The Neolithic demographic transition and its consequences*, pp. 107-138, edited by Appel, J.-P.B. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Lesure, R.G., L.S. Martin, K.J. Bishop, B. Jackson, and C.M. Chykerda. 2014. The Neolithic demographic transition in Mesoamerica. *Current Anthropology* 55 (5):654-664.
- Levinson, S.C., and D. Dediu. 2013. The interplay of genetic and cultural factors in ongoing language evolution. In *Cultural Evolution: Society, Technology, Language and Religion*, pp. edited by Richerson, P.J. and M.H. Christiansen. Cambridge MA: MIT press.
- Lipo, C.P., and M.E. Madsen. 2001. Neutrality, "Style," and Drift: Building Methods for Studying Cultural Transmission in the Archaeological Record. In *Style and function: conceptual issues in evolutionary archaeology*, pp. 91-118, edited by Hurt, T.D. and G. Rakita. Westport, Connecticut: Bergin & Garvey.
- Lotka, A.J. 1998. *Analytical theory of biological populations*. Berlin: Springer.
- Love, B., and H.-G. Muller. 2002. A solution to the problem of obtaining a mortality schedule for paleodemographic data. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 181-192, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lovejoy, C.O., R.S. Meindl, T.R. Pryzbeck, T.S. Barton, K.G. Heiple, and D. Kotting. 1977. Paleodemography of the Libben Site, Ottawa County, Ohio. *Science* 198 (4314):291-293. doi:10.2307/1744584
- Lutz, W., and K. Samir. 2011. Global human capital: Integrating education and population. *Science* 333 (6042):587-592.
- Luy, M.A., and U. Wittwer-Backofen. 2008. The Halley Band for Paleodemographic Mortality Analysis. In *Recent Advances in Palaeodemography: Data, Techniques, Patterns*, pp. 119-141, edited by Bocquet-Appel, J.-P. Dordrecht: Springer.
- Lycett, S.J. 2015. Cultural evolutionary approaches to artifact variation over time and space: basis, progress, and prospects. *Journal of Archaeological Science* 56:21-31. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.01.004
- Lycett, S.J., and C.J. Bae. 2010. The Movius Line controversy: the state of the debate. *World Archaeology* 42 (4):521-544. doi:10.1080/00438243.2010.517667
- Lycett, S.J., and C.J. Norton. 2010. A demographic model for Palaeolithic technological evolution: The case of East Asia and the Movius Line. *Quaternary International* 211 (1-2):55-65. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2008.12.001
- Lyman, R.L., and M.J. O'Brien. 1998. The Goals of Evolutionary Archaeology: History and Explanation. *Current Anthropology* 39:615-652.
- Mace, R. 1998. The co-evolution of human fertility and wealth inheritance strategies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 353 (1367):389-397.
- Mace, R. 2014. When not to have another baby: An evolutionary approach to low fertility. *Demographic Research* 30:1074-1096.
- Mace, R., and F. Jordan. 2005. The evolution of human sex ratio at birth: a bio-cultural analysis. In *The evolution of cultural diversity: a phylogenetic approach*, pp. 207-216, edited by Mace, R., C.J. Holden and S. Shennan. London: UCL Press.
- Mace, R., F. Jordan, and C. Holden. 2003. Testing evolutionary hypotheses about human biological adaptation using cross-cultural comparison. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 136 (1):85-94. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00019-9
- Madsen, M.E., and C.P. Lipo. 2015. Behavioral Modernity and the Cultural Transmission of Structured Information: The Semantic Axelrod Model. In *Learning Strategies and Cultural Evolution during the Palaeolithic*, pp. edited by Mesoudi, A. and K. Aoki. Berlin: Springer.
- Malthus, T. 1798. *An Essay on the Principle of Population*. London.
- Manning, K., and A. Timpson. 2014. The demographic response to Holocene climate change in the Sahara. *Quaternary Science Reviews* 101 (0):28-35. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.07.003
- Markides, K.S., and G.S. Tracy. 1977. The effect of the age structure of a stationary population on crime rates. *Journal of criminal law and criminology* 67 (3):351-355.
- Marks, K. 1978. *Kapital*. Beograd: Prosveta.
- Mays, S. 1998. *The archaeology of human bones*. London: Routledge.
- McCaa, R. 2002. Paleodemography of the Americas: From ancient times to colonialism and beyond. In *The backbone of history: Health and nutrition in the Western hemisphere*, pp. 94-124, edited by Steckel, R.H. and J.C. Rose. Cambridge: Cambridge University Press.
- McDougall, I., F.H. Brown, and J.G. Fleagle. 2005. Stratigraphic placement and age of modern humans from Kibish, Ethiopia. *Nature* 433 (7027):733-736. doi:http://www.nature.com/nature/journal/v433/n7027/supinfo/nature03258_S1.html
- McElreath, R., and R. Boyd. 2007. *Mathematical Models of Social Evolution: A Guide for the Perplexed*. Chicago: University of Chicago Press.
- McFall, J.A. 1991. Population: a lively introduction. *Population Bulletin* 46 (2):2-45.
- McFarland, D.D. 1969. On the Theory of Stable Populations: A New and Elementary Proof of the Theorems Under Weaker Assumptions. *Demography* 6 (3):301-322. doi:10.2307/2060399
- McGuire, R.H., and M.B. Schiffer. 1983. A Theory of Architectural Design. *Journal of Anthropological Archaeology* 2:277-303.
- Meadows, D., J. Randers, and D. Meadows. 2004. *Limits to Growth: the 30-year update*. London: Earthscan.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, and J. Randers. 1992. *Beyond the limits: global collapse or a sustainable future*. London: Earthscan.
- Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers, and W.W. Behrens. 1972. *The Limits to Growth*, New York. Universal Books.
- Meindl, R.S., C.O. Lovejoy, R.P. Mensforth, and L.D. Carlos. 1985. Accuracy and direction of error in the sexing of the skeleton: implications for paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology* 68 (1):79-85.

- Mellars, P., and J.C. French. 2011. Tenfold population increase in western europe at the neandertal-to-modern human transition. *Science* 333 (6042):623-627.
- Mesoudi, A. 2011. *Cultural Evolution: How Darwinian Theory Can Explain Human Culture and Synthesize the Social Sciences*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mesoudi, A. 2015. Cultural Evolution: A Review of Theory, Findings and Controversies. *Evolutionary Biology*:1-17. doi:10.1007/s11692-015-9320-0
- Mikić, Ž. 2008. The Medieval Cemetery outside the Eastern Gate of Gamzigrad (Felix Romuliana): A Paleodemographic Interpretation. *Balkanica* 39:123-130.
- Miladinović-Radmilović, N. 2011. *Sirmium Necropolis*. Beograd: Arheološki institut.
- Miladinović, N. 2006. Metodologija utvrđivanja polne pripadnosti skeleta sa arheoloških nalazišta. *Sremska Mitrovica: Archeologica*.
- Miles, A.E.W. 2001. The Miles method of assessing age from tooth wear revisited. *Journal of Archaeological Science* 28 (9):973-982.
- Milisauskas, S., ed. 2011. *European Prehistory: A Survey*. New York: Springer.
- Milner, G.R., J.W. Wood, and J.L. Boldsen. 2008. Advances in Paleodemography. In *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, pp. 561-600, edited by Katzenberg, M.A. and S.R. Sanders. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Milosavljević, M. 2012. Niko Županić i istorijska antropologija balkanskih naroda. *Etnoantropološki problemi* 7 (3):681-708.
- Milosavljević, M. 2013. Niko Županić i konstrukcija jugoslovenske etnogeneze. *Etnoantropološki problemi* 8 (3):717-746.
- Mooney, D., and R. Swift. 1999. *A Course in Mathematical Modeling*. The Mathematical Association of America.
- Morgan, L.H. 1981. *Drevno društvo*. Beograd: Prosveta.
- Mulder, M.B. 1987. On Cultural and Reproductive Success: Kipsigis Evidence. *American Anthropologist* 89 (3):617-634.
- Munro, N.D. 2004. Zooarchaeological measures of hunting pressure and occupation intensity in the Natufian. *Current Anthropology* 45 (S4):S5-S34.
- Murdock, G.P., and C. Provost. 1973. Measurement of cultural complexity. *Ethnology* 12:379-392.
- Murdock, G.P., and D.R. White. 1969. Standard Cross-Cultural Sample. *Ethnology* 8:329-369.
- Naroll, R. 1956. A Preliminary Index of Social Development. *American Anthropologist* 58 (4):687-715.
- Naroll, R. 1962. Floor Area and Settlement Population. *American Antiquity* 27:587-589.
- Neiman, F.D. 1995. Stylistic Variation in Evolutionary Perspective: Inferences from Decorative Diversity and Interassemblage Distance in Illinois Woodland Ceramic Assemblages. *American Antiquity* 60:7-36.
- Nemeskéri, J. 1969. Stanovništvo Lepenskog Vira. In *Lepenski Vir - Nova praistorijska kultura u Podunavlju*, pp. 239-262, edited by Srežović, D. Beograd: Srpska književna zadruga.
- Nordbeck, S. 1971. Urban Allometric Growth. *Geografiska Annaler* 53:54-67.
- O'Brien, M.J., and R.L. Lyman. 1999. *Seriation, Stratigraphy, and Index Fossils: The Backbone of Archaeological Dating*. New York: Kluwer Academic/Plenum.
- O'Brien, M.J., and R.L. Lyman. 2000. *Applying Evolutionary Archaeology*. New York: Plenum Press.
- O'Shea, J., and M. Zvelebil. 1984. Oleneostrovski mogilnik: Reconstructing the social and economic organization of prehistoric foragers in Northern Russia. *Journal of Anthropological Archaeology* 3 (1):1-40. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0278-4165(84)90011-4
- O'Shea, J.M. 1996. *Villagers of the Maros: A Portrait of an Early Bronze Age Society*. New York: Plenum Press.
- Ohmagari, K., and F. Berkes. 1997. Transmission of Indigenous Knowledge and Bush Skills Among the Western James Bay Cree Women of Subarctic Canada. *Human Ecology* 25 (2):197-222. doi:10.1023/a:1021922105740
- Olsen, B. 2002. *Od predmeta do teksta*. Beograd: Geopoetika.
- Orzack, S.H., J.W. Stubblefield, V.R. Akmaev, P. Colls, S. Munné, T. Scholl, D. Steinsaltz, and J.E. Zuckerman. 2015. The human sex ratio from conception to birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (16):E2102-E2111. doi:10.1073/pnas.1416546112

- Oswalt, W.H. 1973. *Habitat and Technology: The Evolution of Hunting*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Oswalt, W.H. 1976. *An anthropological analysis of food-getting technology*. New York: Wiley.
- Paine, R.R. 2000. If a population crashes in prehistory, and there is no paleodemographer there to hear it, does it make a sound? *American Journal of Physical Anthropology* 112 (2):181-190.
- Palavestra, A. 2011. U službi kontinuiteta. *Etno-arheologija u Srbiji. Etnoantropološki problemi* 6 (3):579-594.
- Palavestra, A., and M. Porčić. 2008. Archaeology, Evolution and Darwinism. *Etnoantropološki problemi* 3 (3):81-100.
- Peccei, J.S. 2001. Menopause: Adaptation or epiphenomenon? *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 10 (2):43-57. doi:10.1002/evan.1013
- Peebles, C.S., and S.M. Kus. 1977. Some Archaeological Correlates of Ranked Societies. *American Antiquity* 42:421-448.
- Peregrine, P.N., C.R. Ember, and M. Ember. 2004. Universal Patterns in Cultural Evolution: An Empirical Analysis Using Guttman Scaling. *American Anthropologist* 106 (1):145-149.
- Pianka, E.R. 1970. On r- and K-Selection. *The American Naturalist* 104 (940):592-597. doi:10.2307/2459020
- Plog, F.T. 1973. Diachronic anthropology. In *Research and Theory in Current Archeology.*, pp. 181-198, edited by Redman, C. New York: Wiley.
- Porčić, M. 2011. An exercise in archaeological demography: estimating the population size of Late Neolithic settlements in the Central Balkans. *Documenta Praehistorica* 38:323-332.
- Porčić, M. 2012. Effects of Residential Mobility on the Ratio of Average House Floor Area to Average Household Size: Implications for Demographic Reconstructions in Archaeology. *Cross-Cultural Research* 46 (1):72-86.
- Porčić, M. 2013. Ogled iz teorijske arheologije: da li postoje arheološke kulture? *Etnoantropološki problemi* 8 (3):633-655.
- Porčić, M., C. de Beccdelievre, J. Jovanović, M. Le Roy, S. Stefanović, M. Thomas, S. Shennan, and A. Timpson. 2014. Investigating Local Demographic Fluctuations during the Mesolithic and the Neolithic in the Danube Gorges: A Review of Radiocarbon, Skeletal and Settlement Evidence. Poster presented at the 20th Annual Meeting of European Association of Archaeologists, Istanbul, Turkey, 10-14th September 2014. Abstract book: 395.
- Porčić, M., and M. Nikolić. 2015. The Approximate Bayesian Computation approach to reconstructing population dynamics and size from settlement data: demography of the Mesolithic-Neolithic transition at Lepenski Vir Archaeological and Anthropological Sciences. doi:doi: 10.1007/s12520-014-0223-2
- Porčić, M., and M. Nikolić. 2016. The Approximate Bayesian Computation approach to reconstructing population dynamics and size from settlement data: demography of the Mesolithic-Neolithic transition at Lepenski Vir. *Archaeological and Anthropological Sciences* 8 (1):169-186.
- Powell, A., S. Shennan, and M.G. Thomas. 2009. Late Pleistocene demography and the appearance of modern human behavior. *Science* 324 (5932):1298-1301.
- Price, S. 2011. Estimating Ancient Greek Populations. In *Settlement, Urbanization, and Population*, pp. 17-35, edited by Bowman, A. and A. Wilson. Oxford: Oxford University Press.
- Querbes, A., K. Vaesen, and W. Houkes. 2014. Complexity and Demographic Explanations of Cumulative Culture. *PLoS ONE* 9 (7):e102543. doi:10.1371/journal.pone.0102543
- R Development Core Team. 2012. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Radovanović, I. 1996. *The Iron Gates Mesolithic*. Ann Arbor: International Monographs in Prehistory.
- Radović, M.B. 2012. Ageing in the Danube gorges population (9500-5500 BC): Tooth cementum annulation method. *Starinar* (62):9-18.
- Read, D. 2012a. Population Size and Technological Accumulation. *PLoS ONE* 7 (7).
- Read, D. 2012b. Population size does not predict artifact complexity: analysis of data from Tasmania, arctic hunter-gatherers, and Oceania fishing groups. *UCLA: Human Complex Systems* (2012).
- Reiss, M.J. 1989. *The allometry of growth and reproduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Renfrew, C. 1987. *Archaeology and Language: The Puzzle of Indoeuropean Origins*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Renfrew, C. 2009. Demography and archaeology. *Human biology* 81 (2):381-384.

- Richerson, P.J., and R. Boyd. 2005. *Not by Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Richerson, P.J., R. Boyd, and R.L. Bettinger. 2001. Was Agriculture Impossible during the Pleistocene but Mandatory during the Holocene? A Climate Change Hypothesis. *American Antiquity* 66 (3):387-411.
- Richerson, P.J., and M.H. Christiansen, eds. 2013. *Cultural Evolution: Society, Technology, Language, and Religion*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Rick, J.W. 1987. Dates as Data: An Examination of the Peruvian Preceramic Radiocarbon Record. *American Antiquity* 52 (1):55-73. doi:10.2307/281060
- Riede, F. 2009. Climate and Demography in Early Prehistory: Using Calibrated 14C Dates as Population Proxies. *Human Biology* 81 (2-3):309-337. doi:10.3378/027.081.0311
- Roberts, N. 2014. *The Holocene: an environmental history*. Chichester: Wiley Blackwell.
- Roff, D.A. 1992. *The Evolution of Life Histories: Theory and Analysis*. London: Routledge, Chapman and Hall Inc.
- Roksandić, M., D. Vlak, M.A. Schillaci, and D. Voicu. 2009. Technical note: applicability of tooth cementum annulation to an archaeological population. *American Journal of Physical Anthropology* 140 (3):583-588.
- Roper, D.C. 1979. The Method and Theory of Site Catchment Analysis: A Review. In *Advances in Archaeological Method and Theory* vol. 2, pp. 119-140, edited by Schiffer, M.B. New York: Academic Press.
- Roth, E.A. 1981. Sedentism and changing fertility patterns in a northern Athapascan isolate. *Journal of Human Evolution* 10 (5):413-425.
- Roth, E.A. 1985. A Note on the Demographic Concomitants of Sedentism. *American Anthropologist* 87 (2):380-382. doi:10.2307/678571
- Ryder, N.B. 1975. Notes on stationary populations. *Population Index* 41 (1):3-28.
- Sackett, J.R. 1982. Approaches to style in lithic archaeology. *Journal of Anthropological Archaeology* 1 (1):59-112. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0278-4165(82)90008-3
- Sackett, J.R. 1986. Isochrestism and style: A clarification. *Journal of Anthropological Archaeology* 5 (3):266-277. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0278-4165(86)90008-5
- Sahlins, M.D., and E.R. Service, eds. 1960. *Evolution and Culture*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Sarkin, J., L. Nettelfield, M. Matthews, and R. Kosalka. 2014. *Bosna i Hercegovina: Osobe nestale usljed oružanih sukoba tokom 1990-ih: pregled stanja*. Sarajevo: Međunarodna komisija za nestale osobe (ICMP).
- Sattenspiel, L., and H. Harpending. 1983a. Stable Populations and Skeletal Age. *American Antiquity* 48 (3):489-498. doi:10.2307/280557
- Sattenspiel, L., and H. Harpending. 1983b. Stable Populations and Skeletal Age. *American Antiquity* 48 (3):489-498.
- Schacht, R.M. 1980. Two Models of Population Growth. *American Anthropologist* 82:782-798.
- Schacht, R.M. 1981. Estimating Past Population Trends. *Annual Review of Anthropology* 10:119-140.
- Schacht, R.M. 1984. The Contemporaneity Problem. *American Antiquity* 49 (4):678-695. doi:10.2307/279736
- Schiffer, M.B. 1972. Archaeological Context and Systemic Context. *American Antiquity* 37:156-165.
- Schiffer, M.B. 1976. *Behavioral Archeology*. New York: Academic Press.
- Schiffer, M.B. 1985. Is There a "Pompeii Premise" in Archaeology? *Journal of Anthropological Research* 41:18-41.
- Schiffer, M.B. 1987. *Formation Processes of the Archaeological Record*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- Schmertmann, C. 2012. Stationary populations with below-replacement fertility. *Demographic Research* 26 (14):319-330.
- Seguy, I., L. Buchet, A. Bringe, M. Belaigues-Rossard, P. Beurnier, N. Couvert, and C. Perraut. 2008. Model life tables for pre-industrial populations: first application in palaeodemography. In *Recent Advances in Palaeodemography: Data, Techniques, Patterns*, pp. 83-117, edited by Bocquet-Appel, J.-P. Dordrecht: Springer.
- Sellen, D.W., and R. Mace. 1997. Fertility and Mode of Subsistence: A Phylogenetic Analysis. *Current Anthropology* 38 (5):878-889.
- Sellen, D.W., and R. Mace. 1999. A Phylogenetic Analysis of the Relationship between Sub-adult Mortality and Mode of Subsistence. *Journal of Biosocial Science* 31 (1):1-16.

- Sellen, D.W., and D.B. Smay. 2001. Relationship between subsistence and age at weaning in "preindustrial" societies. *Human Nature* 12 (1):47-87.
- Sellier, P. 1995. Paléodémographie et archéologie funéraire : les cimetières de Mehrgarh, Pakistan. *Paléorient* 21 (2):123-143.
- Shanley, D.P., R. Sear, R. Mace, and T.B.L. Kirkwood. 2007. Testing evolutionary theories of menopause. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274 (1628):2943-2949. doi:10.1098/rspb.2007.1028
- Shennan, S. 2000. Population, Culture History, and the Dynamics of Culture Change. *Current Anthropology* 41 (5):811-835. doi:10.1086/317403
- Shennan, S. 2001. Demography and Cultural Innovation: a Model and its Implications for the Emergence of Modern Human Culture. *Cambridge Archaeological Journal* 11 (1):5-16. doi:10.1017/S0959774301000014
- Shennan, S. 2002. Genes, memes and human history: Darwinian archaeology and cultural evolution. London: Thames & Hudson.
- Shennan, S. 2011. Descent with modification and the archaeological record. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366:1070-1079.
- Shennan, S. 2013. Demographic continuities and discontinuities in Neolithic Europe: evidence, methods and implications. *Journal of Archaeological Method and Theory* 20 (2):300-311.
- Shennan, S., S.S. Downey, A. Timpson, K. Edinborough, S. Colledge, T. Kerig, K. Manning, and M.G. Thomas. 2013. Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe. *Nature Communications* 4. doi:10.1038/ncomms3486
- Shennan, S., and K. Edinborough. 2007a. Prehistoric population history: from the Late Glacial to the Late Neolithic in Central and Northern Europe. *Journal of Archaeological Science* 34 (8):1339-1345.
- Shennan, S., and K. Edinborough. 2007b. Prehistoric population history: from the Late Glacial to the Late Neolithic in Central and Northern Europe. *Journal of Archaeological Science* 34 (8):1339-1345.
- Shennan, S., and J.R. Wilkinson. 2001. Ceramic Style Change and Neutral Evolution: A Case Study from Neolithic Europe. *American Antiquity* 66 (4):577-593.
- Shennan, S.J., and J. Steele. 1999. Cultural learning in hominids: a behavioural ecological approach. In *Mammalian social learning: Comparative and ecological perspectives*, pp. 367-388, edited by Box, H.O. and K.R. Gibson. Cambridge: Cambridge University Press.
- Siler, W. 1979. A competing-risk model for animal mortality. *Ecology* 60 (4):750-757.
- Small, C.G. 1996. The statistical theory of shape. New York: Springer.
- Smith, W.D. 1980. Friedrich Ratzel and the origins of Lebensraum. *German Studies Review* 3 (1):51-68.
- Soltysiak, A. 2015. The Osteological Paradox, Selective Mortality, and Stress Markers Revisited. *Current Anthropology* 56 (4):569-570.
- Spencer, C. 1997. Evolutionary approaches in archaeology. *Journal of Archaeological Research* 5 (3):209-264.
- Spooner, B., ed. 1972. Population Growth: Anthropological Implications. Cambridge, MA: MIT Press.
- Stefanović, S. 2002. Necropolis of the Great Migration from Singidunum: Anthropological Analysis. *Singidunum* 3:159-178.
- Stefanović, S. 2006. The domestication of human birth. *Documenta Praehistorica* 33:159-164.
- Stinson, S., B. Bogin, and D. O'Rourke, eds. 2012. Human biology: an evolutionary and biocultural perspective. New York: John Wiley & Sons.
- Stjuard, D. 1981. Teorija kulturne promene: metodologija višelinjske evolucije. Beograd: BIGZ.
- Stone, A.C., G.R. Milner, S. Paabo, and M. Stoneking. 1996. Sex determination of ancient human skeletons using DNA. *American Journal of Physical Anthropology* 99:231-238.
- Stone, L., P.F. Lurquin, and L.L. Cavalli-Sforza. 2007. Genes, culture, and human evolution: a synthesis. New York: Wiley.
- Stringer, C. 2007. The Origin and Dispersal of Homo sapiens: our Current State of Knowledge. In *Rethinking the human revolution: new behavioural and biological perspectives on the origin and dispersal of modern humans*, pp. 15-20, edited by Mellars, P., K. Boyle, O. Bar-Yosef and C. Stringer. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.
- Stringer, C.B., and L.T. Buck. 2014. Diagnosing Homo sapiens in the fossil record. *Annals of Human Biology* 41 (4):312-322. doi:10.3109/03014460.2014.922616
- Stubbersfield, J., and J. Tehrani. 2013. Expect the Unexpected? Testing for Minimally Counterintuitive (MCI) Bias in the Transmission of Contemporary Legends A Computational Phylogenetic Approach. *Social Science Computer Review* 31 (1):90-102.

- Surovell, T.A., and P.J. Brantingham. 2007. A note on the use of temporal frequency distributions in studies of prehistoric demography. *Journal of Archaeological Science* 34 (11):1868-1877. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2007.01.003>
- Surovell, T.A., J. Byrd Finley, G.M. Smith, P.J. Brantingham, and R. Kelly. 2009. Correcting temporal frequency distributions for taphonomic bias. *Journal of Archaeological Science* 36 (8):1715-1724. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.03.029>
- Sussman, R.W., and R.L. Hall. 1972. Addendum: child transport, family size, and increase in human population during the Neolithic. *Current Anthropology* 13 (2):258-267.
- Tainter, J.A. 1988. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tallavaara, M., P. Pesonen, and M. Oinonen. 2010. Prehistoric population history in eastern Fennoscandia. *Journal of Archaeological Science* 37 (2):251-260. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.09.035>
- Taylor, R.E. 1997. Radiocarbon Dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, pp. edited by Taylor, R.E. and M.J. Aitken. New York: Plenum Press.
- Tehrani, J.J. 2013. The Phylogeny of Little Red Riding Hood. *PLoS ONE* 8 (11):e78871.
- Timpson, A., S. Colledge, E. Crema, K. Edinborough, T. Kerig, K. Manning, M.G. Thomas, and S. Shennan. 2014. Reconstructing regional population fluctuations in the European Neolithic using radiocarbon dates: a new case-study using an improved method. *Journal of Archaeological Science* 52:549-557. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2014.08.011>
- Timpson, A., K. Manning, and S. Shennan. 2015. Inferential mistakes in population proxies: A response to Torfing's "Neolithic population and summed probability distribution of 14C-dates". *Journal of Archaeological Science* 63:199-202. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.018>
- Torfing, T. 2015a. Layers of assumptions: A reply to Timpson, Manning, and Shennan. *Journal of Archaeological Science* 63:203-205. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.08.017>
- Torfing, T. 2015b. Neolithic population and summed probability distribution of 14C-dates. *Journal of Archaeological Science* 63:193-198. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2015.06.004>
- Trigger, B. 1989. *A history of archaeological thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Trigger, B.G. 1998. *Sociocultural Evolution: Calculation and Contingency*. Oxford: Blackwell.
- Tringham, R. 1992. Life after Selevac: why and how a Neolithic settlement is abandoned. *Balkanica* 23:133-145.
- Tringham, R., and D. Krstić, eds. 1990. *Selevac: A Neolithic Village in Yugoslavia*, Monumenta Archaeologica. Los Angeles: University of California.
- Trinkaus, E. 1995. Neanderthal mortality patterns. *Journal of Archaeological Science* 22 (1):121-142. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0305-4403\(95\)80170-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-4403(95)80170-7)
- Trinkaus, E. 2011. Late Pleistocene adult mortality patterns and modern human establishment. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (4):1267-1271.
- Turchin, P., and S.A. Nefedov. 2009. *Secular cycles*. Princeton: Princeton University Press.
- Turner, B.L., and M. Fischer-Kowalski. 2010. Ester Boserup: An interdisciplinary visionary relevant for sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (51):21963-21965. doi:10.1073/pnas.1013972108
- Turner, G.M. 2008. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality. *Global Environmental Change* 18 (3):397-411. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.05.001>
- Ucko, P.J., R. Tringham, and G.W. Dimbleby, eds. 1972. *Man, settlement and urbanism*. London: Duckworth.
- UN Department of Economic and Social Affairs. 2004. *World population to 2300*. Vol. 236: United Nations Publications.
- Usher, B.M. 2002. Reference samples: the first step in linking biology and age in the human skeleton. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 29-47, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vaesen, K., M. Collard, R. Cosgrove, and W. Roebroeks. 2016. Population size does not explain past changes in cultural complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (16):E2241-E2247.
- Vajt, L. 1970. *Nauka o kulturi*. Beograd: Kultura.
- Vorzimmer, P. 1969. Darwin, Malthus, and the Theory of Natural Selection. *Journal of the History of Ideas* 30 (4):527-542. doi:10.2307/2708609
- Weiss, K.M. 1973. *Demographic Models for Anthropology*: Society for American Archaeology.

- White, D.R., M.L. Burton, and M.M. Dow. 1981. Sexual Division of Labor in African Agriculture: A Network Autocorrelation Analysis. *American Anthropologist* 83 (4):824-849.
- White, L.A. 1959. *The Evolution of Culture: The Development of Civilization to the Fall of Rome*. New York: McGraw-Hill.
- White, T., and P. Folkens. 2005. *The Human Bone Manual*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Wicks, K., and S. Mithen. 2014. The impact of the abrupt 8.2 ka cold event on the Mesolithic population of western Scotland: a Bayesian chronological analysis using 'activity events' as a population proxy. *Journal of Archaeological Science* 45:240-269. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2014.02.003
- Winkler, R.L., and W.L. Hays. 1975. *Statistics: Probability, inference, and decision*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Wiessner, P. 1974. A Functional Estimator of Population From Floor Area. *American Antiquity* 39:343-350.
- Wiessner, P. 1983. Style and Social Information in Kalahari San Projectile Points. *American Antiquity* 48 (2):253-276. doi:10.2307/280450
- Wiessner, P. 1984. Reconsidering the Behavioral Basis for Style: A Case Study among the Kalahari San. *Journal of Anthropological Archaeology* 3:190-234.
- Wilkinson, P. 1981. Population, Resources and Explanation in Prehistory. In *Pattern of the Past: Studies in the Honour of David Clarke*, pp. 251-160, edited by Hodder, I., G. Isaac and N. Hammond. Cambridge: Cambridge University Press.
- Williams, A.N. 2012. The use of summed radiocarbon probability distributions in archaeology: a review of methods. *Journal of Archaeological Science* 39 (3):578-589. doi:10.1016/j.jas.2011.07.014
- Williams, A.N. 2013. A new population curve for prehistoric Australia. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 280 (1761):20130486.
- Winterhalder, B. 1980. Environmental analysis in human evolution and adaptation research. *Human Ecology* 8 (2):135-170.
- Winterhalder, B., W. Baillargeon, F. Cappelletto, I.R. Daniel, and C. Prescott. 1988a. The population ecology of hunter-gatherers and their prey. *Journal of Anthropological Archaeology* 7 (4):289-328.
- Winterhalder, B., W. Baillargeon, F. Cappelletto, I.R. Daniel, and C. Prescott. 1988b. The population ecology of hunter-gatherers and their prey. *Journal of Anthropological Archaeology* 7 (4):289-328.
- Winterhalder, B., and E.A. Smith. 2000. Analyzing adaptive strategies: Human behavioral ecology at twenty-five. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 9 (2):51-72. doi:10.1002/(sici)1520-6505(2000)9:2<51::aid-evan1>3.0.co;2-7
- Witcher, R. 2011. Missing Persons? Models of Mediterranean Regional Survey and Ancient Populations. In *Settlement, Urbanization, and Population*, pp. 36-75, edited by Bowman, A. and A. Wilson. Oxford: Oxford University Press.
- Wittwer-Backofen, U., and H. Buba. 2002. Age estimation by tooth cementum annulation: perspectives of a new validation study. In *Paleodemography: Age distributions from skeletal samples*, pp. 107-128, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wittwer-Backofen, U., and N. Tomo. 2008. From health to civilization stress? In search for traces of a health transition during the early Neolithic in Europe. In *The Neolithic demographic transition and its consequences*, pp. 501-538, edited by Bocquet-Appel, J.-P. and O. Bar-Yosef. Berlin: Springer.
- Wood, J.W. 1990. Fertility in anthropological populations. *Annual Review of Anthropology* 19:211-242.
- Wood, J.W. 1994. *Dynamics of Human Reproduction: Biology, Biometry, Demography*. New York: Aldine de Gruyter.
- Wood, J.W. 1998. A Theory of Preindustrial Population Dynamics: Demography, Economy, and Well-Being in Malthusian Systems. *Current Anthropology* 39:99-135.
- Wood, J.W., D.J. Holman, K.A. O'Connor, and R.J. Ferrell. 2002. Mortality models for paleodemography. In *Paleodemography: age distributions from skeletal samples*, pp. 129-168, edited by Hoppa, R.D. and J.W. Vaupel. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wood, J.W., D.J. Holman, K.M. Weiss, A.V. Buchanan, and B. LeFor. 1992. Hazards models for human population biology. *Yearbook of Physical Anthropology* 35 (S15):43-87.
- Wood, J.W., and G.R. Milner. 1994. Reply to M.N. Cohen. *Current Anthropology* 35 (5):631-637.
- Wood, J.W., G.R. Milner, H.C. Harpending, and K.M. Weiss. 1992. The Osteological Paradox: Problems of Inferring Prehistoric Health from Skeletal Samples [and Comments and Reply]. *Current Anthropology* 33 (4):343-370. doi:10.2307/2743861
- Yi, Z., T. Ping, G. Baochang, X. Yi, L. Bohua, and L. Yongpiing. 1993. Causes and implications of the recent increase in the reported sex ratio at birth in China. *Population and Development Review* 19 (2):283-302.

Young, T.C. 1972. Population densities and early Mesopotamian urbanisation. In *Man, Settlement and Urbanism*, pp. 827-842, edited by Ucko, P.J., R. Tringham and G.W. Dimbleby. London: Duckworth.

Zahid, H.J., E. Robinson, and R.L. Kelly. 2015. Agriculture, population growth, and statistical analysis of the radiocarbon record. *Proceedings of the National Academy of Sciences*:201517650.

Zilhão, J. 2000. The Ebro frontier: a model for the late extinction of Iberian Neanderthals. In *Neanderthals on the Edge: 150th anniversary conference of the Forbes' Quarry Discovery, Gibraltar*, pp. 111-121, edited by Stringer, C., R.N.E. Barton and F. C. Oxford: Oxbow Books.

Борић, Д. 2008. Култура Лепенског Вира у светлу нових истраживања. *Гласник Српског археолошког друштва* (24):9-44.

Глишић, Ј. 1968. Економика и социјално економски односи у неолиту Подунавско-поморавског басена. In *Неолит централног Балкана*, pp. 21-61, edited by Трифуновић, Ј. Београд: Народни музеј.

Грин, К. 2003. Увод у археологију. Београд: Clío.

Ђурђев, Б. 2001. Основне технике у демографији. Нови Сад: Змај.

Ђурић-Срејић, М. 1995. Увод у физичку антропологију древних популација. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.

Палавестра, А. 2005. Добросуседско немешање. Српска археологија и етнологија. In *Етнологија и антропологија: стање и перспективе*. Зборник етнографског института САНУ 21, pp. 87-94, edited by Гавриловић, Љ. Београд: САНУ.

Палавестра, А. 2011. Културни контексти археологије. Београд: Филозофски факултет.

Порчић, М. 2010. Археологија винчанских кућа: теоријско-методолошки оквири проучавања демографије и друштвене структуре. Докторска дисертација, Универзитет у Београду - Филозофски факултет, Београд.

Ристић-Опачић, Ј. 2005. Топографско-хронолошке карактеристике насеља винчанске културе на територији Србије. *Гласник САД* 21:71-112.

Срејовић, Д. 1969. Лепенски Вир: нова праисторијска култура у Подунављу. Београд: Књижевна задруга.

Стефановић, С. у штампи. Људи Лепенског Вира: биоантрополошка анализа скелетних остатака. Београд: Лабораторија за биоархеологију.

Регистар појмова

- алометрија, 167-170
аритметичка прогресија, 13
атрициони режим морталитета, 101, 103, 118, 125, 133, 137, 154-159, 209, 211, 221
Ачади, Ђорџ, 121, 133, 215, 224
Аче, 52-53, 87-88, 96, 108
Бинфорд, Луис, 35-36, 194, 239-240
Боке-Апел, Жан-Пјер, 98-99, 139-141, 143, 145, 148, 212-214, 216, 217, 223-228, 236, 238
Босеруп, Естер, 16-19, 25-26, 34-35, 214, 224, 238
босерупијански, 17-18, 25-26, 214, 224, 239, 249
Браун, Бартон, 164-166, 175
геометријска прогресија, 13-14, 76
Гумбелова дистрибуција, 42
Дарвин, Чарлс, 12, 39
демографски (популациони) капацитет, 20, 25, 81-83, 107, 174, 188-189, 193-194, 223, 249
дохрана, 56, 101, 225
дрифт, 37, 39, 45-48, 108, 208
друштвена комплексност, 30-33, 35, 48
дужина трајања генерације, 58, 65, 90, 134
еволуционистичка археологија, 7, 36, 45-46, 48
еволуционистичка теорија културе, 36, 40, 45, 114, 116, 251
експоненцијални модел раста, 13, 78-79, 81, 90, 142, 174, 202, 245
епистемологија, 29, 31, 40, 48, 141-142, 174, 240
закон опадајућих добитака, 22, 114, 247, 249
индекс јувенилитета, 143, 159, 227-229
интринзичка стопа раста, 60, 73-74, 76-80, 90, 99, 141-144, 176, 214, 225, 232, 245
једначина одбацивања, 133, 160-161, 172, 180, Карниро, Роберт, 30
катастрофични режим морталитета, 99, 101, 154-155, 157-159, 211, 219
количник зависности, 53-54, 134
количник маскулинитета, 51, 57
количник феминитета, 51
кохорта, 60-61
кретање становништва, 73
културна екологија, 30, 34, 48, 193
културна трансмисија, 36, 38-42, 44-48, 114, 251-252
културно-историјска археологија, 28, 30
Кунг, 96, 190
Лепенски Вир, 174-176, 197, 204, 221-223
Леслијева матрица, 83, 86-87, 89-90
Либен некропола, 137-138
логистички модел раста, 67, 80-82, 90, 174-175, 245
малтузијански, 16-18, 23-27, 83, 224, 239, 245, 248-249
Малтус, Томас Роберт, 12-17, 19-20, 22-23, 25-26, 81, 238, 245, 249
Манифест из Ростока, 121, 145, 148, 151, 158-159
Маркс, Карл, 15-17
мезолит, 7, 174-176, 205, 219-224, 227-228, 236
мем(а), 36
менопауза, 55-56, 94-95, 108-111
менструација, 54-56, 101
метод сумираних дистрибуција радиокарбонских датума, 194-195, 197, 199, 201-202, 204-207, 217-218, 223, 229, 234-235
метод Халејевих интервала, 152-153, 185-186
миграције, 8-9, 28-30, 48, 53, 62, 66, 73, 214, 218, 240, 244
модел ризика, 65-72, 149-151, 250
моделска таблица морталитета, 64-65, 129, 132-134, 137-139, 158
Мокрин, 133-137, 144, 150-153, 221
неандерталац, 41, 208-215, 219
Нејман, Фрејзер, 39, 46-47
Немешкери, Јанош, 121, 133, 215, 221, 224
неоеволуционизам, 30-31, 34-35, 39
неолит, 7-8, 19, 29-30, 35, 48, 95, 99, 174-177, 195, 205, 207, 217, 219-242, 249, 253
неолитска демографска транзиција, 8, 99, 207, 217, 223-226, 230, 235, 237-238, 241-242, 249
Нерол, Раул, 31, 167-170
нето стопа репродукције, 58
однос учесталости полова, 51-52, 57, 76, 112-113
општа стопа фертилитета, 57, 222
остеолошки парадокс, 119, 237
очекивани животни век, 59, 62, 67, 71, 103-105, 133, 144, 150, 153, 161, 210-211, 213, 215-216, 220, 232, 238, 246,
палеолит, 41, 45, 110, 208-219, 224, 241, 249
палеопатологија, 9, 235
постпроцесна археологија, 49
приближно бајесовско рачунање, 174
проблем савремености, 160, 164, 171-172, 174-175, 179-180, 184-185, 206
процесна археологија, 17, 30, 34-35
Ренфру, Колин, 48
референтне скелетне збирке, 121-122, 124, 139-141, 145-148, 211
секвенцијална хијерархија, 33
Силеров модел, 69-72, 148, 150-151
симултана хијерархија, 33
скаларни стрес, 33, 252
средински капацитет, 82, 188, 190, 192-193, 246, 248, 251
стабилна популација, 60, 73-75, 78, 83, 86-87, 90, 143, 225
стационарна популација, 58, 73-74, 86, 99, 124-125, 133, 141-144, 159, 172-173, 181, 187, 201, 207, 217, 219-224, 226, 228, 252
стопа морталитета, 59, 63, 73, 144, 154, 157, 226, 242, 244
стопа наталитета, 50, 56-57, 73, 144, 226, 242, 244
таблица морталитета, 58-66, 71, 125, 129, 132-135, 143-144, 147, 149, 151-153, 158-159, 227, 238
теорија двојног наслеђивања, 36-38, 48, 116

теорија животне историје, 106-108, 114
укупна стопа фертилитета, 56-57, 94, 113, 134, 220,
222, 225
фекундитет, 54, 56
Фланери, Кент, 35, 239
Хадза, 110-111, 191
Хасан, Фекри, 8, 190-192
Хенрич, Џозеф, 41-44
Хутерити, 34, 220
Чемберлен, Ендру, 8, 55, 87, 106, 137, 155
Џонсон, Грегори, 31, 33
Шенан, Стивен, 40-42, 44, 47-48, 202, 204

Извор: локална база података COBISS.SR/NBS

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

903

ПОРЧИЋ, Марко, 1981-

Палеодемографија: критички преглед теорије, метода и истраживања /
Марко Порчић. - 1. изд. - Београд : Филозофски факултет, Лабораторија за
биоархеологију, 2016 (Београд : Neopress design&print). - 274 стр. :
илустр. ; 21 X 28 cm

Тираж 100. - Напомене и библиографске референце уз текст. - Библиографија:
стр. 254-271. - Регистар.

ISBN 978-86-6427-031-1

а) Археологија

COBISS.SR-ID 224292876

<-----