

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Ana Slavec

**Optimizacija napake in stroškov telefonskih anket pri uporabi
podvojenih vzorčnih okvirov**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Ana Slavec

Mentor: red. prof. dr. Vasja Vehovar

**Optimizacija napake in stroškov telefonskih anket pri uporabi
podvojenih vzorčnih okvirov**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2010

Zahvala

Ekipi Gallup Europe za podatke, ki sem jih potrebovala za raziskavo ter za gostoljubje na raziskovalnem forumu o vključevanju mobilnih telefonov v anketno raziskovanje.

Dr. Michaelu Bricku za odgovore na vprašanja ter za rokopis neobjavljenega članka.

Doc. dr. Damjanu Škulju in bratu Roku Slavcu za pomoč pri izračunu analitičnih rešitev optimizacije.

Elen Slavec za jezikovni pregled besedila.

Mentorju, red. prof. dr. Vasji Vehovarju za ideje, napotke in podporo.

Hvala tudi vsem tistim, ki so potrpežljivo čakali na nastanek tega dela.

Optimizacija napake in stroškov telefonskih anket pri uporabi podvojenih vzorčnih okvirov

Delež gospodinjstev, ki nimajo fiksnega telefona, a imajo vsaj en mobilni telefon, vztrajno narašča in s tem tudi pristranskost zaradi nepokritosti v telefonskih anketah. Raziskave zato vse pogosteje uporabljajo podvojene vzorčne okvire fiksnih in mobilnih telefonskih števil. Delež fiksnega podvzorca je navadno od 60–80%, kar ni nujno najboljša izbira. Ključno vprašanje mojega diplomskega dela je, kako določiti optimalni delež mešanja obeh podvzorcev glede na napako in stroške. V ta namen ciljno populacijo razdelim v pet stratumov glede na posedovanje in dosegljivost po fiksnem in mobilnem telefonu. Z optimizacijo produkta stroškov in srednje kvadratne napake po stratumih izračunam analitično rešitev in jo uporabim na podatkih raziskave Flash Eurobarometer 2008, ki je uporabila podvojene okvire. Optimalni delež fiksnega podvzorca se nahaja v območju 30–70%. Funkcija je okrog optimuma zelo položna, kar pomeni, da z odmikom ne povzročimo velike napake. Rezultati presenetljivo niso odvisni od izbranih vsebinskih spremenljivk. Z linearno regresijo lahko zanesljivo napovemo analitično rešitev, na katero najbolj vpliva razmerje stroškov fiksnih in mobilnih anket, šele na to pa populacijski deleži.

Ključne besede: telefonski vzorci, podvojeni vzorčni okvir, anketna napaka, anketni stroški, optimizacija.

Error and costs optimization of telephone survey designs in case of dual frame surveys

The share of households without a fixed phone but having at least one mobile phone is steadily growing and so is non-coverage bias in telephone surveys. Consequently, surveys increasingly use dual frame sampling of fixed and mobile phone numbers. The share of the fixed telephone subsample is typically around 60–80%, which is not necessarily the best solution. The key question of this work is how to determine the optimal mixture parameter of the two sub samples considering error and costs. To achieve this, the target population is divided into five strata according to fixed and mobile phone possession and availability rates. Optimizing the product of costs and mean squared error across strata leads to the analytical solution which is then used on data from a Flash Eurobarometer 2008 dual frame survey. The optimal share of the fixed sub sample is between 30–70%. In the optimal area the function is very flat, which means that deviations do not cause much error. Surprisingly, the results are invariant to selected variables. Linear regression gives excellent prediction of the analytical solution, where cost ratio has the strongest effect, while strata weights are less important.

Keywords: telephone samples, dual frame surveys, survey error, survey costs, optimization.

Kazalo

1	UVOD.....	8
2	TELEFONSKI VZORCI.....	11
2.1	TRENDI POKRITOSTI.....	12
2.2	ANKETIRANJE PREKO MOBILNEGA TELEFONA.....	14
2.3	STROŠKI.....	15
3	PODVOJENI VZORČNI OKVIRI.....	16
3.1	RAZVOJ METODOLOGIJE PODVOJENIH VZORČNIH OKVIROV.....	17
3.2	PRIMERI UPORABE PODVOJENIH OKVIROV FIKSNIH IN MOBILNIH ŠTEVILK.....	20
3.3	RAZPOREDITEV PODVOJENEGA VZORCA.....	22
4	STRATIFIKACIJA – DOLOČANJE SEGMENTOV UPORABNIKOV TELEFONA.....	23
5	OPTIMIZACIJA NAPAKE IN STROŠKOV.....	27
6	OPIS PODATKOV.....	33
6.1	IZRAČUN STRATUMSKIH UTEŽI.....	34
6.2	VELJAVNOST POPULACIJSKIH STRATUMSKIH UTEŽI.....	38
6.3	POSTOPEK UTEŽEVANJA.....	39
6.4	VSEBINSKE SPREMENLJIVKE.....	41
7	ANALIZA REZULTATOV OPTIMIZACIJE.....	44
7.1	OBČUTLJIVOST REZULTATOV NA VIR POPULACIJSKIH OCEN.....	47
7.2	OPTIMIZACIJA VELIKOSTI VZORCA PRI FIKSNEM PRORAČUNU ANKETE.....	49
7.3	REGRESIJSKA ANALIZA.....	52
8	SKLEP.....	54
9	LITERATURA.....	57
	PRILOGE.....	61
	PRILOGA A: ENAČBE.....	61
	PRILOGA B: OPIS VIROV PODATKOV.....	64
	PRILOGA C: PODROBNOSTI IZVEDENIH ANALIZ.....	66

Kazalo tabel

Tabela 2.1: Delež samo mobilnih uporabnikov (Eurobarometer maj-junij 2009)	13
Tabela 6.1: Velikost podvzorcev	33
Tabela 6.2: Segmentacija podvzorcev v pet stratumov na vzorcih različnih držav	35
Tabela 6.3: Trije stratumi na populacijskih podatkih (posedovanje telefona)	35
Tabela 6.4: Pet stratumov na populaciji (posedovanje in dosegljivost)	37
Tabela 6.5: Trije stratumi glede na posedovanje (različni viri za Slovenijo)	38
Tabela 6.6: Pet stratumov glede na populaciji (različni viri za Slovenijo)	39
Tabela 6.7: Opis uteži	40
Tabela 6.8: Utežene vrednosti izbranih spremenljivk	42
Tabela 6.9: Utežene vrednosti izbranih spremenljivk za Slovenijo po segmentih	43
Tabela 7.1: Optimalni parameter mešanja po različnih spremenljivkah in državah	45
Tabela 7.2: Povprečni optimalni parameter mešanja po državah za različna razmerja stroškov	46
Tabela 7.3: Optimalni parameter mešanja glede po različnih virih za Slovenijo	48
Tabela 7.4: Optimalni parameter mešanja po različnih virih za Slovenijo za različna razmerja stroškov	48
Tabela 7.5: Regresijska analiza (parameter x po populacijskih deležih in razmerju stroškov)	52
Tabela 7.6: Regresijska analiza (parameter x po populacijskih deležih, razmerju stroškov in državi)	53
Tabela B.1: Primerjava metodologij pri različnih virih populacijskih podatkov	64
Tabela B.2: Formulacija vprašanja o posedovanju telefona v različnih anketah	64
Tabela B.3: Formulacija vprašanj o dostopnosti po telefonu v različnih anketah	65
Tabela C.1: Populacijski podatki o posedovanju telefona	66
Tabela C.2: Regijska struktura na neuteženem vzorcu in na populaciji	67
Tabela C.3: Spolno-starostna struktura na neuteženem vzorcu in na populaciji	68
Tabela C.4: Poklicna struktura na neuteženem vzorcu in na populaciji	68
Tabela C.5: Neuteženi in originalno uteženi podatki za izbrane spremenljivke	68
Tabela C.6: Povprečja izbranih spremenljivk po državah in stratumih	69
Tabela C.7: Variance izbranih spremenljivk po državah in stratumih	70
Tabela C.8: Povprečja izbranih spremenljivk po različnih virih (za Slovenijo) in stratumih	71
Tabela C.9: Variance izbranih spremenljivk po različnih virih (za Slovenijo) in stratumih	71
Tabela C.10: Test homogenosti variance (parameter mešanja x po segmentih)	72
Tabela C.11: ANOVA (parameter mešanja x po segmentih)	72

Kazalo slik

Slika 3.1: Podvojeni vzorčni okvir fiksnih in mobilnih telefonov	16
Slika 4.1: Razdelitev vzorca s podvojenim okvirom na pet stratumov glede na posedovanje in dosegljivost	25
Slika 6.1: Razporeditev enot v pet stratumov glede na odgovore na štiri vprašanja	34
Slika 7.1: Funkcija produkta variance in stroškov za različne države	44
Slika 7.2: Funkcija produkta variance in stroškov pri različnih virih za Slovenijo	47
Slika 7.3: Dovoljena velikost vzorca za različne vzorčne načrte in različna razmerja stroškov znotraj določenega proračuna	49
Slika 7.4: Produkt varianca krat stroški za spremenljivko	50
Slika 7.5: Optimizacija različnih parametrov mešanja (x) v okviru določenega proračuna	51
Slika 7.6: Učinek razmerja samo mobilnih in samo fiksnih na parameter mešanja	52
Slika A.1: Razlaga enačbe (5.14)	61
Slika A.2: Opis polinoma $p(x)$ na sledečih dveh slikah (Slika A.3 in Slika A.4)	61
Slika A.3: Rešitve polinoma četrte stopnje (rešitev 1 in rešitev 2)	62
Slika A.4: Rešitve polinoma četrte stopnje (rešitev 3 in rešitev 4)	63

1 Uvod

Informacijsko-komunikacijske tehnologije pomembno vplivajo na razvoj metod za anketno zbiranje podatkov. V zadnjem času narašča priljubljenost mobilnega telefona, ki kot komunikacijsko sredstvo in s tem tudi kot način anketiranja vse bolj izpodriva oziroma dopolnjuje fiksni telefon. Z naraščanjem števila gospodinjstev, ki nimajo fiksnega, a imajo vsaj en mobilni telefon (European Commission 2008a; Blumberg in Luke 2009), pokritost populacije s fiksnim telefonom ni več zadovoljiva. Fiksne vzorce je zato treba bodisi zamenjati bodisi kombinirati z drugimi vzorčnimi okviri, npr. z mobilnim telefonom; vendar je uporaba le-tega povezana s številnimi operativnimi, etičnimi, stroškovnimi in statističnimi problemi (Brick 2009).

V zadnjem času se zato v Združenih državah ponovno obujajo vzorčni načrti s podvojenimi vzorčnimi okviri, ki bi lahko bili možen odgovor na problem pomanjkljivega pokritja, obenem pa bi bila uporaba mobilnega telefona potrebna le za del vzorca. To je že tretji val pojavljanja tega pristopa tako v literaturi kot v praksi – pojavi se v situacijah, ko se pri nekem doslej priljubljenem vzorčnem okviru pojavijo pomanjkljivosti, ki se jih skuša dopolnjevati z nekim drugim vzorčnim okvirom. Trenutno gre za kombiniranje fiksnih in mobilnih telefonskih vzorcev z namenom doseči čim večjo končno pokritost ter se hkrati – vsaj do določene mere – izmakniti problemom, ki jih prinaša uporaba mobilnega telefona.

Vendar tudi uporaba podvojenih okvirov odpira številna nova vprašanja. Ena izmed dilem je, kako mešati mobilni in fiksni podvzorec, kolikšen delež mobilnih anket je dovoljšen, da zmanjšamo napako zaradi nepokritosti, ne da bi s tem preveč zvišali stroške (Vehovar in Slavec 2009). Da bi uporabo podvojenih okvirov najbolje izkoristili, je treba izračunati optimalni parameter mešanja, kar je predmet proučevanja v tej nalogi.

Pristop podvojenih vzorčnih okvirov se počasi širi tudi v Evropo – uporabljen je bil v raziskavi Flash Eurobarometer, katere podatke uporabljam v tem diplomskem delu. Na teh podatkih bom skušala določiti optimalno razmerje fiksnega in mobilnega podvzorca pri uporabi podvojenih vzorčnih okvirov. Pri določanju optimuma bom sledila

klasičnim študijam Deminga (1953), Kisha (1965) in Grovesa (1989), ki so med redkimi upoštevali tudi stroškovni vidik, medtem ko se večina literature osredotoča le na anketno napako.

Zanima me torej, kolikšen delež fiksnih in mobilnih enot vzeti v vzorec, da bo natančnost čim večja, stroški pa čim manjši. Vprašanje bom proučevala za različne spremenljivke in države. Preverila bom tudi, kako je rezultat občutljiv na spremembo vira podatkov in razliko v stroških anketiranja preko fiksnega in mobilnega telefona.

Raziskovalna vprašanja, ki si jih postavljam, so:

- 1) kako izračunati parameter mešanja v anketi s podvojenim vzorčnim okvirom;
- 2) kakšen je razpon tega parametra v praksi ter
- 3) kakšen je v različnih okoliščinah oziroma kako nanj vplivajo določeni dejavniki.

V drugem poglavju najprej na kratko predstavim razvoj telefonskega vzorčenja, nato se podrobneje ukvarjam s trendi telefonske pokritosti v Evropi in Združenih državah. Sledi razmislek o izvedljivosti samo mobilnega anketiranja ter stroškovni vidik primerjave anketiranja po fiksnem in mobilnem telefonu.

V tretjem poglavju opisujem pristop podvojenih vzorčnih okvirov kot možno rešitev nepopolnega pokritja fiksnih anket. Pri tem najprej predstavim teoretična izhodišča ter metodološko tradicijo, nato pa še izsledke zadnjih empiričnih raziskav na tem področju.

V četrtem poglavju se ukvarjam s sestavo populacije in vzorca glede na posedovanje in dosegljivost na fiksni in mobilni telefon. Različni segmenti se namreč razlikujejo tako v demografskih značilnostih kot pri ključnih spremenljivkah, zato bo optimizacija izvedena na stratificiranem vzorcu.

V petem poglavju razvijem analitično rešitev za hkratno optimizacijo napake in stroškov, pri čemer vzorec obravnavam kot stratificiran. Z minimizacijo produkta napake in stroškov izračunamo optimalno razporeditev vzorčnega načrta, izraženo s parametrom x , ki označuje delež enot v fiksnem podvzorcu raziskave s podvojenim okvirom.

V šestem poglavju opišem podatke Flash EB, jih stratificiram glede na rabo telefona in ustrezno utežim. Opišem tudi uporabljene ključne spremenljivke, na podlagi katerih se bo določila optimalna razporeditev.

V sedmem poglavju predstavljам empirične analize. Za vseh osem držav je bila izračunana optimalna alokacija pri različnih spremenljivkah in pri različnih razmerjih stroškov. Za Slovenijo preverim tudi občutljivost ocen glede na vir kontrolnih podatkov ter vzorec optimiziram tudi pri določenem fiksnem proračunu, kjer je velikost vzorca upoštevana kot še en parameter v optimizacijski enačbi. Na koncu rezultat optimizacije analiziram še z regresijsko analizo, ki pokaže, kateri dejavniki imajo največjo težo pri določitvi optimalne razporeditve.

V sklepu rezultate povzamem in načrtam smernice za nadaljnje analize in raziskave na tem področju.

2 Telefonski vzorci

Začetki telefonskega anektiranja segajo v ZDA že v čas pred 2. svetovno vojno, konec šestdesetih let se začne pospešen razvoj ustrezne metodologije, v sedemdesetih se opravijo prve študije kakovosti in vse od osemdesetih let naprej je to najpogostejši način anketiranja (Kalton in Vehovar 2001). Pogoj za ta razvoj je bila visoka stopnja telefonske pokritosti v ZDA, vendar je velik problem predstavljala struktura pokritosti, saj so v pokritosti precejšnje razlike glede na dohodek, raso in starost (prav tam). Ravno zato se je v ZDA začel tudi razvoj metodologije podvojenih okvirov (angl. *dual frame*), ki ga opisujem v tretjem poglavju te naloge. Drugi problem telefonskih vzorcev v ZDA so pomanjkljivi telefonski imeniki, zato je treba iskati druge vzorčne okvire. V ta namen so razvili pristop slučajnega generiranja števil (angl. *random digit dialing* – RDD), ki so ga v nadaljevanju izpopolnili še z dodatnimi postopki, npr. pristop Waksberg-Mitofski (glej Kalton in Vehovar 2001). Vendar ima ta pristop številne pomanjkljivosti, zato se v devetdesetih letih tudi v ZDA uveljavi vzorčenje s pomočjo seznamov (angl. *list-assisted telephone sampling*) (prav tam).

V Evropi je sistem telefonskih števil bolj kompleksen, zato se telefonska metodologija uveljavi kasneje, pri čemer so v različnih državah številne posebnosti (Kalton in Vehovar 2001). V Sloveniji se telefonsko anketiranje pojavi konec osemdesetih let 20. stoletja, vrhunec pa doseže v začetku 21., ko je telefonsko pokritje preseglo 90% (prav tam). Vzorčenje poteka na podlagi imenikov, medtem ko postopki slučajnega generiranja telefonskih števil zaradi veliko neizkoriščenih števil pri nas niso pogosti, vendar se bo zaradi naraščanja deleža tajnih števil v prihodnosti to morda spremenilo (prav tam).

Širitev uporabe mobilnega telefona pomembno vpliva na telefonsko anketiranje, predvsem glede na telefonsko pokritost populacije in razlikovanja le-te po segmentih, kar je zaradi pojava mobilnega telefona težje oceniti (Kuusela in drugi 2008). Pojav mobilnega telefona pomeni spremenjeno strukturo rabe telefona, ločimo namreč tri vrste gospodinjstev: samo fiksna, samo mobilna ter gospodinjstva, ki imajo oba tipa telefona (prav tam).

2.1 Trendi pokritosti

Čeprav ima v Evropi in Združenih državah dostop do telefona dejansko skoraj celotna odrasla populacija, se način dostopa spreminja od države do države ter skozi čas. V zadnjem desetletju je pokritost z mobilnim telefon stalno naraščala, medtem ko je visoka pokritost s fiksnim telefonom, ki je bila eden izmed temeljev razvoja telefonskega zbiranja podatkov, upadla.

V okviru Eurobarometra (European Commission 2008a) se ta problem podrobneje proučuje od leta 2006, ko so začeli izvajati raziskavo o elektronskih komunikacijah v gospodinjstvih. Več kot 95% gospodinjstev v Evropski uniji ima vsaj en telefonski aparat: ali fiksnega ali mobilnega ali oba (prav tam). Vsak tip dostopa je značilen za določeno skupino držav. V celoti ima 60% evropskih gospodinjstev oba telefona. Najvišji delež (nad 80%) takih gospodinjstev imajo Švedska, Luksemburg, Malta in Nizozemska, medtem ko imata Avstrija in Bolgarija najnižji delež (okrog 40%).

Delež gospodinjstev, ki imajo samo mobilni telefon, je od deleža tistih, ki imajo oba telefona, višji v devetih članicah EU (European Commission 2008a). Najvišji delež (nad 60%) imata Češka in Finska, sledijo jima Litva (53%), Madžarska, Portugalska, Slovaška, Latvija, Estonija in Avstrija (38%). Z usidranjem mobilnega telefona na telekomunikacijskem trgu so gospodinjstva s samo fiksnim telefonom postala prava redkost. Relativno visok odstotek teh najdemo v Bolgariji, Nemčiji in v Franciji.

Medtem ko se je delež gospodinjstev s samo fiksnim telefonom ustalil, delež z dostopom do obeh tipov telefona pa upadel (za 3 odstotne točke), je število tistih, ki imajo samo mobilni telefon, od leta 2006 naraslo za dve odstotni točki. Porast je bil še posebno intenziven (za 10 in več odstotnih točk) v sedmih državah: Portugalska, Finska, Italija, Avstrija, Češka, Madžarska in Poljska (European Commission 2008a).

Zadnji dostopni podatki (Tabela 2.1) o odstotkih samo mobilnih, samo fiksnih ter uporabnikov obojega (na ravni posameznikov, ne gospodinjstev) se skladajo s temi ugotovitvami. V devetih državah je več samo mobilnih kot uporabnikov obojega: Češka (78%), Finska, Litva, Slovaška, Latvija, Avstrija, Madžarska, Romunija in Portugalska

(46%). Najvišji delež tistih, ki uporabijo oba telefona, je na Švedskem, Malti in v Luksemburgu.

Tabela 2.1: Delež samo mobilnih uporabnikov (Eurobarometer maj-junij 2009)

Država	Samo mobilni	Uporabniki obojega	Samo fiksni	Skupaj
Češka	78,0	18,9	3,0	100
Finska	67,4	30,1	2,5	100
Litva	57,1	36,4	6,5	100
Slovaška	55,7	38,6	5,7	100
Latvija	54,9	39,8	5,3	100
Avstrija	51,9	38,0	10,1	100
Madžarska	51,2	37,3	11,5	100
Romunija	49,5	34,4	16,1	100
Portugalska	46,1	42,6	11,3	100
Estonija	46,0	47,2	6,9	100
Poljska	40,8	45,0	14,2	100
Bolgarija	39,7	46,0	14,3	100
Italija	34,7	58,3	7,0	100
Španija	33,5	46,3	20,2	100
Belgija	32,0	59,1	8,8	100
Danska	30,4	63,1	6,4	100
Irska	27,8	66,3	5,9	100
Grčija	18,0	64,6	17,4	100
Velika Britanija	15,9	71,8	12,2	100
Slovenija	15,0	76,8	8,2	100
Ciper	14,1	77,5	8,5	100
Francija	13,4	72,0	14,6	100
Nizozemska	9,0	83,2	7,8	100
Nemčija	7,2	77,1	15,7	100
Luksemburg	5,6	86,7	7,7	100
Malta	1,3	85,4	13,3	100
Švedska	0,6	95,1	4,3	100

Vir: Gallup Europe (2009).

V ZDA nacionalna anketa o zdravju (National Health Interview Survey) naraščajoči odstotek samo mobilnih gospodinjstev opazuje že od leta 2003, ko je mobilni telefon imela že polovica prebivalstva. Konec leta 2005 jih je bilo v samo mobilnih gospodinjstvih manj kot 8%, konec 2006 skoraj 12%, v letu 2007 okrog 14,5%. Najvišji porast je bil leta 2008, konec katerega je imelo 18,5% odraslih oziroma 20% gospodinjstev samo mobilni telefon (Blumberg in Luke 2009).

2.2 Anketiranje preko mobilnega telefona

Naraščajoče število gospodinjstev, ki nima fiksnega telefona, a ima vsaj en mobilni telefon, zmanjšuje pokritost s fiksnim telefonom in s tem sili v iskanje alternativ v trenutni telefonski anketni metodologiji. Ena možnost je seveda vključevanje mobilnih telefonov v anketno metodologijo, vendar to prinaša številne težave. Vehovar in drugi (2004a) so izvedli pilotno anketo, ki je potrdila pomanjkljivosti zaradi stroškov, vzorčnih okvirov in stopenj odgovorov, vsaj v primerjavi s fiksnim anketiranjem. Poleg tega so bile ugotovljene velike razlike v demografski strukturi in kljub relativno majhni nepokritosti so bile ocene znatno pristranske.

V letu 2004 je bila tudi v ZDA opravljena raziskava, ki je opozorila na podobne probleme: nižje stopnje odgovora, višje stopnje zavrnitev in manj spreobrnitev zavrnitev (Brick in drugi 2007a). Nadalje so Keeter in drugi (2007) empirično raziskovali izvedljivost anketiranja samo preko mobilnega telefona in potrdili, da je to zahtevnejše in dražje, zahteva nove postopke, ima varnostna tveganja, potencialno zmanjšuje pozornost respondenta ter zahteva veliko prikrievanja. Po strugi strani pa je njihova prednost (pri RDD-vzorčenju) manj nedodeljenih števil (Keeter in drugi 2007).

Za tem je Link (2008b) problem samo mobilnih uporabnikov telefona obravnaval tako, da jih je primerjal z enotami vzorčenimi na podlagi seznama naslovov, s čimer je možno doseči tudi naslove, ki nimajo več fiksnega telefona. Primerjal je prednosti in slabosti obeh pristopov, pri čemer je upošteval vzorčenje, uteževanje, izvedbene težave, čas in stroške. Ugotavlja, da je izbor najprimernejše metode odvisen od raziskave: pri manjših in srednjih je uporaba mobilnega vzorca lahko kratkoročna rešitev, medtem ko je za daljše in večje raziskave bolj primerno vzorčenje naslovov, ki omogoča bolj stabilen vzorčni okvir ter uporabo več metod kontaktiranja in anketiranja.

Poleg samo mobilnega anketiranja so možna alternativa tudi podvojeni vzorčni okviri, ki jih bomo predstavili v naslednjem poglavju. Še prej se bomo ustavili pri stroških.

2.3 Stroški

Čeprav so anketni stroški eden izmed ključnih dejavnikov izbire metodološkega pristopa določene ankete, se v literaturi zelo redko obravnavajo. Ena izmed izjem je študija Linka in drugih (2007), ki je primerjala stroške telefonskih in poštnih anket, pri čemer je pri upoštevala različne vire stroškov za oba načina: dejanske materialne in dobavne stroške (ocenjeni na osnovi pilotne ankete), statistike o izdelavi ter povprečne ocene urnih tarif in posrednih stroškov. Prezrti so bili le stroški, za katere se predstavlja, da so neodvisni od izbire vzorčnega načrta (upravljanje s celotnim projektom, načrtovanje ankete, uteževanje in analize). Ocenjuje se, da so stroški telefonskih anket za 12% dražji od poštnih (Link in drugi 2007).

Zaradi raznolikosti anketnih situacij je modeliranje stroškov zahtevna naloga. Pri primerjavi anketnih načrtov Vehovar in drugi (2010) razlikujejo med aktivnostmi vabljenja k anketi in zbiranjem podatkov, vendar te ločnice pri telefonskih anketah ni možno vpeljati, saj jih »upravlja« anketar (angl. *interviewer-administered*). Zato uporabimo neko poljubno oceno, npr. prvo minuto klica dodelimo k fazi vabljenja k anketi (Vehovar in drugi 2010). Glede na telefonske tarife v Sloveniji se ocenjuje, da je cena na enoto pri mobilnem trikrat višja kot pri anketiranju prek fiksnega telefona. Belakova (2007) pa navaja še višjo razliko: mobilno anketiranje je 5,8- krat dražje.

Mobilne ankete so dražje tudi drugod po Evropi. Na Finskem na primer so z uvedbo mobilnega načina pri polovici vzorca stroški raziskave narasli za več kot 40% (Belak 2007). Mobilno anketiranje je dražje celo v ZDA, kjer skorajda ni razlik v tarifah fiksnih in mobilnih telefonov (prav tam). V eni izmed Pew-raziskav je Kennedy (2007) podal grobo oceno, da je izvajanje mobilnega vzorca (vključujoč nagrado 10\$ za respondenta), približno 2,4 krat dražje kot izvajanje fiksnega vzorca.

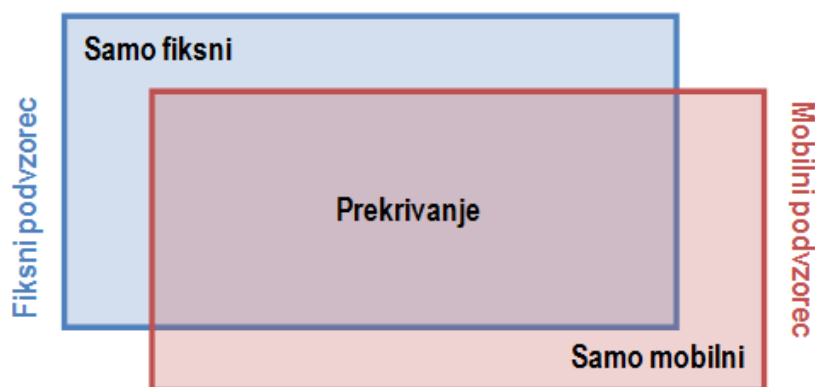
Še redkejša so študije, ki kvaliteto podatkov in stroške obravnavajo hkrati. Primerjave različnih načinov anketiranja se navadno ukvarjajo le s stopnjami odgovora in razlikami v odgovorih (Brick in drugi 2007b; Callegaro in drugi 2007; Vehovar in drugi 2004). Včasih so stroški vključeni ločeno, za ocenjevanje alternativnih rešitev, npr. Lepkowski in Groves 1984, Lepkowski in Groves 1986, Brick in drugi 2010.

3 Podvojeni vzorčni okviri

Vzorčni okvir (angl. *sample frame*) je bodisi enostaven seznam elementov ciljne populacije bodisi, v primerih, ko takega seznama nimamo, nadomestni postopek, s katerim razvrščamo elemente v populaciji (Kalton in Vehovar 2001). Obstoje vzorčnega okvira je nujen pogoj za verjetnostno vzorčenje.

Termin *podvojen vzorčni okvir* (ang. *dual frame*) se nanaša na vzorčne načrte, ki za pokrivanje populacije uporabljajo dva vzorčna okvira.¹ Podvojeni okviri so uporabni tam, kjer s samo enim okvirom ne moremo zadovoljivo zajeti ciljne populacije, npr. pri vzorčenju redkih in težko dosegljivih populacij (Groves in drugi 2004). Poleg tega uporaba podvojenih vzorčnih okvirov lahko znatno zniža stroške, natančnost pa se ohrani na stopnji primerljivi kot pri uporabi samo enega okvira (prav tam).

Slika 3.1: Podvojeni vzorčni okvir fiksnih in mobilnih telefonov



Vir: prirejeno po Groves in drugi (2004)

V zadnjem času se uporabljajo predvsem pri telefonskem anketiranju za kombiniranje vzorčnega okvira fiksnih in mobilnih telefonov (Slika 3.1). Presek obeh okvirov imenujemo *prekrivanje* (angl. *overlap*). Pri vzorčenju je treba upoštevati, da imajo enote, ki jih pokrijeta oba okvira, večjo verjetnost biti izbrane v vzorec. V praksi se to rešuje tako, da se ta segment odstrani, t. i. »presejanje« (angl. *screening*), če pa segment obdržimo, ga ustrezno utežimo (Brick 2009).

¹ Uporablja se lahko tudi več okvirov (angl. *multiple frame*), vendar je to v praksi izjemno redko, zato se omejimo na primer dveh.

3.1 Razvoj metodologije podvojenih vzorčnih okvirov

Podvojeni vzorčni okviri so se v literaturi pojavili relativno zgodaj, vendar v drugih okoliščinah. Identificira se lahko tri vane literature. Začetki segajo v šestdeseta leta 20. stoletja, ko so raziskovalci v ZDA začeli stroškovno ugodne, toda nepopolne sezname populacijskih enot, kombinirati z dražjimi, a bolj popolnimi prostorskimi vzorčnimi okviri. Hartley (1962 v Bankier 1986) je prvi sistematično proučeval tehnike izračunavanja vzorčnih ocen pri uporabi več vzorčnih okvirov. Razvil je metodo za poststratifikacijsko ocenjevanje, s katero je določil optimalno porazdelitev vzorca med okviri pri večstopenjskih vzorčnih načrtih (Hartley 1986 in Lepkowski in Groves 1984). Rezultate je uporabil v več načrtih, vendar mu pri tem ni uspelo rešiti problema stratificiranih večstopenjskih načrtov v enem ali v obeh okvirih. Njegovo delo na področju ocenjevanja v raziskavah z več vzorčnimi okviri so nadaljevali Lund (1968 v Skinner 1991; Bankier 1968), Fuller in Burmeister (1972) ter Hansen (1978 v Lepkowski in Groves 1986). Prvi val je torej trajal še vse v sedemdeseta leta.

Drugi val je sledil v osemdesetih letih, ko so številni raziskovalci nadgradili Hartleyjevo metodo in jo uporabili za izboljšavo metod telefonskega zbiranja podatkov. Temelje sta postavila Groves in Lepkowski (1982), ki sta s preliminarno analizo podvojevanja okvirov pri uporabi kombiniranega vzorčnega načrta (angl. *mixed mode survey design*) pokazala potrebo po izčrpnější specifikaciji modela anketne napake, in sicer bi se raziskave morale razširiti na primere različnih elementarnih varianc, vzorčnih učinkov, itd. Po tem so Casady in drugi (1982 v Lepkowski in Groves 1984) Hartleyev pristop podvojenih okvirov uporabil za kombiniranje telefonskega in prostorskega okvira, pri čemer je bil za oba uporabljen stratificiran večstopenjski vzorčni načrt. Biemer (1983 v Lepkowski in Groves 1984) je analiziral tak podvojen vzorčni načrt kot njegovi predhodniki, vendar je pri določanju optimalne porazdelitve model vzorčne napake razširil, da je vključevala tako napako odgovora kot tudi pristranskost, pri čemer je slednja upoštevana le v telefonskem okviru, optimalno porazdeljenem po stratumih.

Groves in Lepkowski (1984) sta nadalje raziskovala vpliv pristranskosti pri vzorčnih načrtih s podvojenim okvirom telefonskih (nižji stroški, boljši nadzor nad anketarji) in osebnih terenskih anket (boljše pokritje, višja stopnja odgovora in domnevno tudi nižja

pristranskost zaradi neodgovora), kjer oba načina dopolnjujeta pomanjkljivosti drug drugega. Osrednji problem vzorčnih načrtov s podvojenim okvirom je, kako določiti najboljšo razporeditev velikosti vzorca med oba okvira (prav tam). V nadaljevanju sta Lepkowski in Groves (1986) razvila model načrtov s podvojenim okvirom, ki je pri obeh okvirih vključeval vzorčno in anketarsko varianco ter pristranskost, predstavila pa sta tudi stroškovni model. Oba modela sta uporabila v veliki nacionalni raziskavi, kjer sta optimalno razporeditev vzorca, na katero vplivata ravni pristranskosti v obeh okvirih, preučevala na podlagi dveh spremenljivk. Pri tovrstnih modelih napake in stroškov je pogosto problem, da nimamo dobrih ocen za parametre, zlasti je problematična pristranskost, saj je optimalna razporeditev lahko zelo občutljiva nanjo. Zaradi večdimenzionalnosti raziskav – različne spremenljivke se obnašajo različno – nobena razporeditev ni optimalna. V evalvacijo so bili vključeni tudi stroški, vprašanje je bilo, kako doseči boljšo kvaliteto podatkov brez porasta le-teh (Groves in Lepkowski 1986). Nadaljnje raziskave bi morale raziskovati učinek različnih stopenj odgovora na rezultate.

V tem obdobju je tudi Bankier (1986) ovrednotil in nagradil Hartleyevo delo o večkratnih vzorčnih okvirih, vendar je dosegel ocene z nižjimi variancami, ki jih je tudi lažje izračunati. Po tem so Traugott in drugi (1987) opravili nekaj eksperimentov, kako bi lahko uporaba podvojenih okvirov zmanjšala neodgovore v telefonskih anketah. Analizirali so rezultate kombiniranja slučajnega vzorčenja anketnih števil (RDD), za katere je značilna boljša pokritost, in kupljenih seznamov telefonskih števil, katerih prednost sta višja stopnja odgovora in boljša učinkovitost anketarjev. Na tej podlagi so predlagali razporeditev, ki minimizira skupni anketni proračun.

V zadnjem, tretjem valu, se fokus premakne na uporabnost vzorcev s podvojenim okvirom za reševanje problema naraščajoče populacije uporabnikov samo mobilnih telefonov, ki preko fiksnega niso dosegljivi. Brick in drugi (2006) so analizirali pristranskost zaradi nedostopnosti v vzorcih s podvojenim okvirom fiksnih in mobilnih telefonskih števil. Pokazalo se je, da gospodinjstva, ki imajo samo mobilni telefon, bolj verjetno odgovarjajo na ankete prek mobilnega telefona kot enote, ki imajo obe vrsti telefona. Ker se intenzivni uporabniki mobilnega telefona le redko oglašajo na fiksni telefon, uporaba vzorčnega okvira fiksnih telefonskih števil lahko privede do pristranskosti zaradi nedostopnosti. Na podlagi kontrolnih podatkov o gospodinjstvih

glede na uporabo fiksnega in mobilnega telefona so bile evalvirane različne sheme ocenjevanja, vendar nobena ni znatno zmanjšala pristranskosti zaradi neodgovora.

Tovrstno pristranskost lahko popravimo na dva načina. Prvič, mobilni pod vzorec ustrezno utežimo, preden ga združimo s fiksnim vzorcem (npr. na podlagi odgovora na vprašanje, kako pogosto je dosegljiv na mobilni telefon). Drugič, pred zbiranjem podatkov na mobilnem pod vzorcu »presejemo«, tj. odstranimo vse enote, ki imajo oba telefona in anketiramo le gospodinjstva, ki nimajo fiksnega telefona. To lahko povzroči pristranskost zaradi nepokritja, vendar številne študije kažejo, da le-ta ni bistvena (Brick in drugi 2006; Blumberg in Luke 2009) ali pa da se jo da odstraniti s primernim uteževanjem (Keeter in drugi 2007). Toda rezultati kažejo, da zmanjšanje pristranskosti zaradi nepokritja pri anketah s podvojenim vzorčnim okvirom mobilnih in fiksnih telefonov ne odtehta povečanja pristranskosti zaradi neodgovora, kar bi veljalo podrobneje raziskati še pred vpeljavo načrtov s podvojenimi okviri kot standardni pristop telefonskega zbiranja podatkov.

Učinke »presejanja« (*screening*) glede na telefonski status gospodinjstva je proučeval Kennedy (2007), ki je ugotovil, da presejanje sicer ne vpliva na pokritost, vpliva pa na neodgovore in druge vire napake. Vendar je, če so podatki ustrezno uteženi (na osnovi telefonskega statusa), učinek presejanja na pristranskost in varianco lahko minimalen. Nadaljnje ocenjevanje presejanja samo mobilnih uporabnikov bi moralo upoštevati tudi relativne stroške fiksnih in mobilnih intervjujev ter postopka presejanja. Ker rezultati ne kažejo razlik v natančnosti med podatki ankete s podvojenim okvirom (z ali brez presejanja) in podatki ankete s samo fiksnim vzorčnim okvirom, se dodajanje mobilne okvira ne zdi upravičeno. Toda, če stroški dopuščajo, bi bilo še vedno smotrno dodati tudi mobilni vzorec, saj se s tem izognemo napaki zaradi nepokritja. Nadaljnje raziskave bi morale biti usmerjene tudi k izboljševanju tehnik uteževanja in ocenjevanju učinkov izbire določenega načrta (Kennedy 2007).

V zadnjem času so Brick in drugi (2010) v raziskavah s podvojenim okvirom raziskovali tudi nevzorčne napake, ki so v dosedanji literaturi o večkratnih okvirih prezrte. Avtorji ugotavljajo, da je pod določenimi pogoji pristranskost zaradi neodgovorov in merskih napak lahko dokaj velika. Zmanjša jo lahko vzorčenje s podvojenimi okviri in ustrezno uteževanje, kjer je ključno, kako kombiniramo ocene iz

obeh okvirov. Ena izmed glavnih ugotovitev je, da razporeditev vzorca le malo vpliva na varianco, kar značilno pa vpliva na pristranskost.

3.2 Primeri uporabe podvojenih okvirov fiksnih in mobilnih števil

Za proučitev možnosti pristranskosti in drugih pomanjkljivosti raziskav s slučajnim vzorčenjem fiksnih telefonskih števil (RDD) je Pew-raziskovalni center leta 2006 izpeljal štiri neodvisne raziskave s podvojenim vzorčnim okvirom. Keeter in drugi (2007) so pokazali, da se ocene na vzorcu samo mobilnih respondentov statistično značilno razlikujejo od ocen na fiksnem vzorcu. Največji razmak je pri indikatorjih politične vključenosti, zlasti pri vpisu v volilne imenike (skoraj 30 odstotnih točk višji pri fiksnem vzorcu). Manj razlik je bilo pri mnenjskih spremenljivkah, razen pri odobravanju homoseksualnih porok (samo mobilni za 15 odstotnih točk več). Poleg tega se razlike skorajda niso pokazale pri merjenju medijske potrošnje, razen pri branosti časopisov, ki je bila pri samo mobilnih znatno nižja. Vendar značilnim razlikam navkljub ugotavljajo, da priključitev samo mobilnih k vzorcu fiksnih števil ne ustvari nobenih razlik v ocenah. Obstaja nekaj pristranskosti zaradi nepokritja za mlade odrasle, za katere je bolj verjetno, da uporabljajo samo mobilni telefon.

Mobilni podvzorec v eni od teh raziskav je nadalje analiziral še Kennedy (2007), ki je ugotovil, da so zanj značilni manj konservativni politični pogledi, da so manj verjetno poročeni, da so bolj verjetno demokrati ter da se manj verjetno identificirajo kot neodvisni. Tudi tu, značilnim razlikam pri določenih spremenljivkah navkljub, priključitev vzorca samo mobilnih k fiksnemu vzorcu ne povzroči razlik v ocenah – pristranskost zaradi nepokritosti se pojavi le pri mlajših odraslih, za katere je bolj značilno, da so uporabniki samo mobilnega telefona (Keeter in drugi 2007).

Blumberg in Luke (2009) sta podobno analizo izpeljala na podatkih Nacionalne zdravstvene ankete (NHIS) za leto 2008, kjer so ugotovili številne razlike med samo mobilnimi in fiksnimi uporabniki telefona. Na primer to, da je pretirano uživanje alkoholnih pijač pri samo mobilnih dvakrat pogostejše, dejstvo, da nimajo sklenjenega zdravstvenega zavarovanja, pa za deset odstotnih točk pogostejše. Poleg tega so bolj verjetno kadilci, bolj se vključujejo v prostočasne fizične aktivnosti, manj verjetno jim

je diagnosticirana sladkorna bolezen, bolj verjetno so izkusili finančne težave pri koriščenju zdravstvene nege, manj verjetno so v zadnjem letu preboleli gripo in bolj verjetno so bili testirani za HIV.

Pew-raziskovalni center je nadaljeval z raziskavami pristranskosti ocen ter tako v zadnjem času objavil analizo podatkov iz 11 raziskav s podvojenimi okviri, ki so bile izvedene v letih 2009 in 2010. Pokrile so raznovrstne tematike: od javne uprave, ekonomskih ocen, političnih pogledov, verskih in družbenih vrednot, do stališč o informacijsko-komunikacijskih tehnologijah, aplikacijah in družabnih omrežjih.

Najprej je bila pristranskost ocenjena na podlagi primerjave vzorca fiksnega telefona in vzorca s podvojenim okvirom. Oba sta bila utežena glede na standardni niz demografskih parametrov in glede na uporabo telefona (samo fiksni, samo mobilni, uporabniki obojega) Naraščanju števila samo mobilnih gospodinjstev navkljub, je obseg pristranskosti zaradi nepokritja pri večini elementov v anketi majhen – v 60% primerov je manj od treh odstotnih točk. Čeprav majhne, so vse razlike v predvideno smer, kar nakazuje na pristranskost ocen (Leah in drugi 2010).

V primerjavi z ocenami podvojenega vzorca fiksni vzorec podcenjuje naslednje spremenljivke: podpora kandidatom demokratske stranke, navajanje interneta kot glavnega vira novic, zadovoljstvo s trenutnim stanjem, poročanje o slabem finančnem stanju, podpora novega zdravstvenega zakona, brezžični internetni dostop, uporaba družabnih omrežij, mobilni internetni dostop, uporaba elektronske pošte in takojšnjega sporočanja, uporaba SMS- in MMS-tehnologije, uporaba glasbenega predvajalnika na mobilnem telefonu; podpiranje legalizacija marihuane in podpora legalnemu splavu (Leah in drugi 2010). Po drugi strani pa fiksni vzorec precenjuje registrirane volivce, sodelovanje v popisu prebivalstva, spremljanje novic, rabo interneta, širokopasovni dostop, posedovanje stacionarnega računalnika; posedovanje orožja. Pri določenih anketnih vprašanjih pa značilnih razlik med podvojenim in fiksnim vzorcem ni bilo (vojaške operacije, homoseksualne poroke, itd.) (Leah in drugi 2010).

Ker večino problemov s pokritjem povzročajo gospodinjstva, ki imajo samo mobilni telefon, je druga primerjava poleg fiksnega vzorca vključevala še fiksni vzorec brez »presejanja«, torej brez odstranjevanja segmenta prekrivanja. Razlike so nekoliko

manjše kot pri prvi primerjavi, vendar grejo v enako smer. Kljub majhnosti imajo pristranskosti ocen lahko pomembne posledice. Poleg tega se pristranskost pogosteje pojavlja v določenih populacijskih segmentih, saj padec telefonskega pokritja ni enakomeren po demografskih skupinah (Leah in drugi 2010).

3.3 Razporeditev podvojenega vzorca

Groves in Lepkowski (1984) ter drugi avtorji drugega vala so poudarjali pomembnost določanja optimalne razporeditve vzorca med oba okvira, vendar se to vprašanje v raziskavah tretjega vala postavi na stran. Od zgoraj omenjenih raziskav se nobena ni ukvarjala s tem, kolikšen del vzorca naj predstavljajo mobilne številke ter kolikšen delež vzorca naj ostane fiksen. Večina se je odločila za okrog 20–40% delež mobilnih enot (European Commission 2009; Leah in drugi 2010).

Delež mobilnega podvzorca v celotnem vzorcu je običajno enak (Vehovar in Slavec 2009):

- Uradnemu deležu samo mobilne populacije ali ocenjenemu deležu samo mobilnih (v primeru nizkega deleža samo fiksnih, $<0,10$);
- Odnosu med fiksno in mobilno pokritostjo ali odnosu med samo mobilnimi in samo fiksnimi (v primeru znatnejšega deleže samo fiksnih).

Toda to ni nujno najboljša rešitev. V tej nalogi za iskanje najbolj primerne parametra mešanja obeh podvzorcev uporabim optimizacijski pristop, ki upošteva natančnost (kvaliteto podatkov) in pripadajoče stroške, kar opisujem v petem poglavju.

4 Stratifikacija – določanje segmentov uporabnikov telefona

Imamo dva okvira, iz katerih izbiramo enote populacije v vzorec: okvir fiksnih telefonov in okvir mobilnih telefonov. Domnevamo, da sta neodvisna, zato fiksne in mobilne številke vzorčimo ločeno in neodvisno. Vsak vzorčni okvir ima tehnične in administrativne posebnosti, ki so močno odvisne od nacionalnih okolij, vendar lahko v skoraj vseh državah vseeno zasnujemo verjetnostni vzorec iz obeh okvirov.

Neodvisno od obeh vzorčnih okvirov je treba identificirati tudi ustrezne stratumne na ciljni populaciji. Okvira s prekrivanjem tvorita tri stratumne:²

1. Uporabniki samo fiksnih telefonov (samo fiksni, angl. *fixed-only*).
2. Uporabniki samo mobilnih telefonov (samo mobilni, angl. *mobile-only*).
3. Uporabniki fiksnih in mobilnih telefonov (prekrivanje, angl. *overlap*).

Razporejanje enot v tri stratumne je odvisno od definicije uporabe telefona. Uporabimo lahko dva kriterija: *posedovanje* (oseba ima fiksni/mobilni telefon) in *dosegljivost* (oseba je dosegljiva na fiksni/mobilni telefon). Segment prekrivanja, definiran z dosegljivostjo, je podmnožica segmenta prekrivanja, definiranega s posedovanjem. Navadno imamo na razpolago le zunanje podatke o posedovanju telefona (npr. iz neke večje uradne raziskave kot je LFS), vendar jih ne poznamo vnaprej, da bi določili segment prekrivanja in na tej osnovi izvedli stratifikacijo.

V praksi je bilo uporabljenih več različnih načinov formulacije vprašanja o posedovanju telefona (Tabela B.2 v prilogi). Glede fiksnega telefona so respondenti navadno vprašani, ali ga imajo doma oziroma ali ga ima njihovo gospodinjstvo. V nekaterih anketah je poudarjeno, da ne gre za faks ali internet linijo (CPS) ali za mobilni telefon ter da gre za delujočo napravo (NHIS, PEW). Pri mobilnih telefonih je variacij še več: včasih se definicija omeji na osebno lastništvo, v drugih primerih pa je lastnik lahko tudi drug član v gospodinjstvu (CSP, NHIS) ali podjetje (LFS). Vendar te različice za raziskovalno vprašanje nimajo bistvenega pomena.

² V ciljni populaciji so tudi enote, ki jih noben od teh dveh okvirov ne pokriva, saj nimajo telefona, vendar je tovrstna nepokritost dovolj majhna, da jo lahko zanemarimo.

Podatki o dosegljivosti so problematični ne le zaradi redkosti ampak tudi zaradi odsotnosti standardne definicije – v praksi obstoji še več načinov formulacije vprašanja (Tabela B.3 v prilogi). V Flash EB in eni izmed PEW-anket so respondente vprašali, ali opravijo več klicev z mobilnim ali fiksnim telefonom, kar se ne smatra kot ustrezen način za določanje dosegljivosti. V večini anket je bilo postavljeno vprašanje, kolikšen del vseh klicev je prejetih prek mobilnega telefona – ponekod so se omejili le na respondenta (PEW), drugje jih je zanimalo gospodinjstvo kot celota (CHIS, CPS). Anketa CPS sprašuje tudi, ali se na mobilno številko redno kdo oglašča. Povsem drug pristop je uporabil Flash EB, ki je respondente vprašal, ali so ta trenutek dosegljivi na njihov fiksni (samo za mobilni vzorec) oziroma mobilni telefon (samo za fiksni vzorec). Čeprav je uporaba izraza »ta trenutek« nekoliko nejasna – bolje bi bilo npr. »pod normalnimi pogoji« – je to najbolj primerna formulacija vprašanja v okviru trenutno razpoložljivih podatkov.

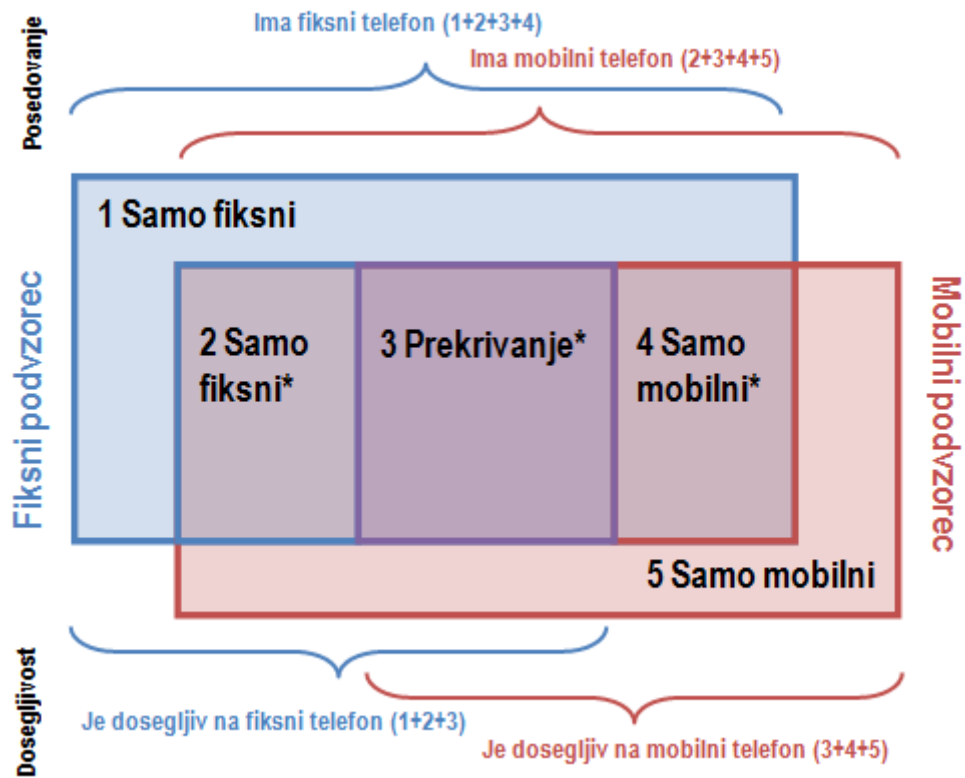
Ocenjevanje dosegljivosti je pomembno, saj podatki kažejo, da je raba telefona znotraj segmenta prekrivanja (definiranega kot posedovanje) lahko zelo raznolika. Podatki NHIS 2008 kažejo, da približno četrtnina tega segmenta prejme vse ali skoraj vse klice preko mobilnega telefona (Blumberg in Luke 2009). Poleg tega so ta, t. i. »pretežno mobilna« (angl. *mobile-mostly*), bolj tipična za določene sociodemografske skupine (starši, revni, mestna območja). Podobno so tudi t. i. »pretežno fiksna« (angl. *fixed-mostly*) gospodinjstva definirana kot gospodinjstva, ki prejmejo večino klicev na fiksni telefon. Glede na podatke CPS približno 30% segmenta prekrivanja prejme nič ali zelo malo klicev preko mobilnega telefona (Tucker in drugi 2007).

Ko imamo na voljo podatke za oba kriterija, se segment prekrivanja (imelniki obeh telefonov) lahko nadalje razčleni na tri stratume. Namesto da nova stratuma imenujemo »pretežno fiksni« in »pretežno mobilni«, ju označimo le z zvezdico: enote, ki so dostopne le preko fiksnega telefona, so »samo fiksne*«, medtem ko so tiste, dostopne le preko mobilnega telefona, »samo mobilne«. Kar ostane od segmenta prekrivanja in ni možno nadalje razdeliti, pa označimo kot »prekrivanje*«. Vzorec je torej sestavljen iz petih stratumov (Slika 4.1):

1. samo fiksni (imajo samo fiksni telefon);
2. samo fiksni* (imajo oba aparata, vendar so dosegljivi le na fiksni telefon);

3. prekrivanje* (dosegljivi tako na fiksni kot na mobilni telefon);
4. samo mobilni* (imajo oba aparata, vendar so dosegljivi le na mobilni telefon);
5. samo mobilni (imajo samo mobilni telefon).

Slika 4.1: Razdelitev vzorca s podvojenim okvirom na pet stratumov glede na posedovanje in dosegljivost



Potemtakem lahko celotno velikost vzorca (n) izrazimo z ustreznimi deleži stratumov (W_h), osnovanimi na nekih pomožnih podatkih (populacijske ocene iz večjih anket):

$$\sum_{h=1}^5 W_h = 1 \quad (4.1)$$

Nadaljujemo iz perspektive dveh vzorcev, fiksnega in mobilnega, pri čemer je vsak sestavljen iz treh stratumov.

Fiksni podvzorec ima: 1) enote brez mobilnega telefona (samo fiksni); 2) enote, ki imajo tudi mobilni telefon, ampak so dosegljive le preko fiksnega (samo fiksni*) in 3)

enote, ki so dosegljive preko obeh telefonskih aparatov (prekrivanje*). Pričakovane deleže stratumov na tem podvzorcu (W_{Fh}) definiramo kot:

$$\sum_{h=1}^3 W_{Fh} = 1 \quad (4.2)$$

Podobno oblikujemo enote, intervjuvane preko mobilnega telefona: (3) enote znotraj pokrivanja (prekrivanje*), (4) enote, ki imajo tudi fiksni telefon, a so dosegljive samo preko mobilnega (samo mobilni*) in (5) tiste, ki nimajo fiksne telefona (samo mobilni). S pričakovanimi deleži stratumov na podvzorcu (W_{Mh}) zapišemo izraz:

$$\sum_{h=1}^3 W_{Mh} = 1 \quad (4.3)$$

Seveda sta oba parametra W_{Fh} in W_{Mh} tudi populacijska parametra in ju lahko izrazimo kot preprosto funkcijo osnovnih stratumskih uteži (W_h), na primer:

$$W_{F1} = \frac{W_1}{W_1 + W_2 + W_3} \quad (4.4)$$

Ko vpeljemo parameter mešanja x , definiran kot določen delež fiksne podvzorca v celotnem vzorcu, in njegov komplement $1-x$ kot delež mobilnega podvzorca, se aktualne velikosti podvzorcev v vsakem segmentu izrazijo z utežmi na podvzorcu:

$$\begin{aligned} n_1 &= W_{F1} x n \\ n_2 &= W_{F2} x n \\ n_3 &= W_{F3} x + W_{M3} (1-x) \\ n_4 &= W_{M2} (1-x) \\ n_5 &= W_{M1} (1-x) \end{aligned} \quad (4.5)$$

5 Optimizacija napake in stroškov

»To err is human, to forgive divine – but to include errors in your design is statistical.«
(Leslie Kish 1978)

Uporabljeni optimizacijski postopek temelji na dobro poznanih pristopih, opisanih v standardni literaturi, to so Deming (1953), Kish (1965) in Groves (1989), ki minimizirajo produkt napake in stroškov. Kot mero kvalitete podatkov uporabljam srednjo kvadratno napako (Hansen in drugi 1953), ki je najbolj dodelana in bistvena sestavina anketne napake (Groves 1989). Za sočasno obravnavo stroškov in napak je primeren analitičen pristop, ki pa je le redko uporabljen, na primer optimizacija stratificiranih dvostopenjskih vzorcev (Kish 1965), ali optimizacija podvojenih vzorčnih okvirov (Deming 1950). Včasih se optimizira le simulacije in določene empirične primere (npr. Lepkowski 1984).

Kot omenjeno, bom pri optimalni razporeditvi vzorčnega načrta (angl. *optimal design allocation*) po dveh okvirih sočasno upoštevala natančnost (angl. *accuracy*) in stroške ankete (angl. *survey costs*). Mešalni parameter (angl. *mixture parameter*) x je vpeljan kot določen delež fiksnega telefonskega podvzorca (n_F), medtem ko je delež mobilnega podvzorca (n_M) njegov komplement, $1-x$:

$$n = n_F + n_M = n \cdot x + n \cdot (1 - x) \quad (5.1)$$

Izhajajoč iz Hartleyeve (1962) formule za oceno povprečja obeh okvirov, je ocena za povprečje po petih stratumih:

$$\bar{p} = \sum_{h \neq 3}^4 W_h p_h + W_3 \cdot (p_{3F} \cdot \theta + p_{3M} \cdot (1 - \theta)) \quad (5.2)$$
$$0 < \theta < 1$$

Pri tem theta (θ) označuje delež fiksnih enot. Vendar je treba poudariti, da gre zgoraj le za poenostavitev Hartleyeve enačbe, ki je v resnici veliko bolj kompleksna. S poenostavitvijo implicitno predpostavljam, da ima parameter neko »naravno«, v sebi

vsebovano utež, ki odraža resnično vrednost parametra mešanja, zato ni potrebe po nadaljnji razčlenitvi.

Pojav anketne napake je razsežen in je izčrpno obravnavan v literaturi (Biemer in Lyberg 2003; Groves 1989, 2005; Groves in drugi 2004; Lessler in Kalsbeek 1992; Weisberg 2005), vendar se v tem delu omejujem le na skupno anketno napako (angl. *total survey error*), ki predstavlja pričakovane razlike med ocenami na vzorcu in pravimi populacijskimi ocenami. Te razlike so lahko slučajne ali pa sistematične, te povzročata konstantni učinek ponavljanja določenega načrta (Groves in drugi 2004). Skupna anketna napaka ima torej dve komponenti: vzorčno varianco (angl. *sampling variance*) in pristranskost (angl. *bias*). V primeru deležev, ki so predmet obravnave v tej nalogi, se *srednja kvadratna napaka* (angl. *mean square error* - MSE) izrazi v preprosti obliki (Deming 1950; Kish 1965):

$$MSE(p) = Var(p) + Bias(p)^2 \quad (5.3)$$

Uporaba srednje kvadratne napake kot mere skupne anketne napake privede do določenih težav. Prvič, vsako anketno vprašanje ima različno napako, ki jo je treba računati ločeno. Drugič, le redko poznamo pravo populacijsko vrednost, zato se moramo zadovoljiti z oceno na podlagi pomožnih podatkov. Tretjič, težko je ločiti med naključno napako in pristranskostjo. Četrto, različni vzorčni načrti imajo različno napako vzorčenja, nepokritosti, neodgovora, merjenja in druge vrste napak, med katerimi ni enostavno razlikovati (Vehovar 2010). Vendar nobena od teh težav ni neobvladljiva, zato je skupna anketna napaka vseeno primerna za praktično obdelavo.

Za razliko od anketnih napak so *anketni stroški* v literaturi manj temeljito obdelani. Razen zgoraj omenjenih klasičnih študij o optimizaciji stroškov le redko najdemo sistematično obravnavo, kar je presenetljivo glede na ključen pomen stroškov pri izbiri metodološkega pristopa za neko raziskavo. Ob obilni in podrobni metodološki obravnavi neodgovorov, oblikovanja vprašanj, anketnih načinov itd. pa je zanimivo, da o stroških ni napisanega skorajda ničesar.

Kljub temu je potreben stroškovni model v obravnavanem primeru zelo preprost, saj je relevanten le strošek na enoto k . Naj bo strošek telefonske ankete fiksni ($C_F=k$), strošek

mobilne ankete pa večji za faktor c ($C_M=kc$). Za telefonsko anketo s podvojenim okvirom so stroški torej preprosta vsota:

$$COST = COST_F + COST_M = x \cdot n \cdot k + (1-x) \cdot n \cdot k \cdot c = k \cdot n \cdot (x + (1-x) \cdot c) \quad (5.4)$$

Ker je pri optimizaciji pomemben le faktor razlike c , lahko strošek na enoto (k) in velikost vzorca (n) odstranimo iz enačbe skupnih stroškov:

$$COST \propto (x + c \cdot (1-x)) \quad (5.5)$$

Sočasna obravnava stroškov in napake pomeni, da optimiziramo oziroma minimiziramo strošek na enoto natančnosti:

$$\frac{COST}{accuracy} = \frac{COST}{\frac{1}{MSE}} = COST \cdot MSE \quad (5.6)$$

Minimizacija produkta stroškov in napake je standardni postopek, zlasti v klasični literaturi o stratifikaciji in vzorčenju v skupinah (glej Cochran, 1978; Hansen in drugi 1953; Kish, 1965). Vendar so se te študije omejile le na produkt stroškov in vzorčne variance. Kombiniranje srednje kvadratne napake in stroškov je bilo teoretično vpeljeno relativno pozno in obstaja le nekaj primerov empirične uporabe (glej Vehovar in drugi 2010). Poleg evalvacije alternativnih vzorčnih načrtov Vehovarja in sodelavcev (2010) je bilo napisanih še nekaj del o optimizaciji neodgovorov pri dvojnem vzorčenju (na primer Deming 1952) ter nekaj evalvacij alternativnih načrtov (npr. Linacre in Trewin 1993).

V primeru stratificiranega vzorca je srednja kvadratna napaka:

$$MSE = Var(p) + Bias(p)^2 = \sum \frac{W_h S_h^2}{n_h} + \sum (E(p_h) - P_h)^2 \quad (5.7)$$

Na tem mestu bom predpostavila, da pristranskost izhaja iz ocen in je torej v celoti odvisna od napačne razporeditve po stratumih – preveč enot v fiksnih segmentih in premalo v mobilnih. Zato primerna stratifikacija oziroma poststratifikacija odstrani ta tip pristranskosti. Ker je glede na predpostavljeno pričakovana vrednost vzorčnih ocen (p_h) v določenem stratumu enaka za vse možne vrednosti parametra mešanja x , bom *na tem mestu* predpostavila tudi, da znotraj stratumov ni pristranskosti:

$$E(p_h) = P_h \quad (5.8)$$

Posledično lahko kakršnakoli razporeditev po stratumih povzroči enako nepristransko oceno:

$$E(p) = \sum W_h E(P_h) = P \quad (5.9)$$

Obstoj pristranskosti znotraj posameznih stratumov je ločen problem, od katerega se bom na tem mestu distancirala. Zato lahko enačbo MSE (5.3) poenostavimo in enačba optimizacijskega produkta (5.6) postane enakovredna enačbi optimalne stratifikacije. Uporaba Cauchy-Schwarzove neenakosti³ privede do dobro poznane Neymanove alokacije: optimalna velikost stratuma (n_h) je premosorazmerna z elementarnim standardnim odklonom in obratno sorazmerna kvadratnemu korenu stroškov anketiranja v stratumu (Kish 1965):

$$n_h = k \cdot \frac{W_h S_h}{\sqrt{c_h}} \quad (5.10)$$

Toda zaradi povezanosti posameznih stratumov (h) med seboj ne moremo vzorčiti iz vsakega posebej ampak le iz vsakega od obeh okvirov. Vplivamo torej lahko le na velikost celotnega fiksnega in mobilnega podvzorca, medtem ko so odnosi med stratumi določeni z značilnostmi populacije.

³ Cauchy-Schwarzova neenakost pravi, da je za vse vektorje x in y produkt notranjega prostora enak:

$$|\langle x, y \rangle|^2 \leq \langle x, x \rangle \cdot \langle y, y \rangle$$

Vendar ignoriranje pristranskosti znotraj stratumov poenostavi postopek optimizacije in vključimo lahko samo komponento slučajnih razlik – varianco. Celotna varianca je vsota ocen variance po stratumih:

$$MSE(p) = Var(p) = \sum_{i=h}^5 Var(p_h) = \left(\frac{W_1^2 S_1^2}{n_1} + \frac{W_2^2 S_2^2}{n_2} + \frac{W_3^2 S_3^2}{n_3} + \frac{W_4^2 S_4^2}{n_4} + \frac{W_5^2 S_5^2}{n_5} \right) \quad (5.11)$$

W_h označuje populacijske deleže stratumov, S_h^2 so variance posameznih stratumov, n_h pa so njihove velikosti, ki jih skušam optimizirati. Slednje lahko izrazimo kot zmnožek deležev stratumov na podvzorcih (W_{Fh} in W_{Mh}), parametra mešanja x ali njegovega komplementa $1-x$ ter celotne velikosti vzorca n :

$$MSE = \left(\frac{W_1^2 S_1^2}{W_{F1} x n} + \frac{W_2^2 S_2^2}{W_{F2} x n} + \frac{W_3^2 S_3^2}{W_{F3} x n + w_{M3} \cdot (1-x)n} + \frac{W_4^2 S_4^2}{W_{M1} (1-x)n} + \frac{W_5^2 S_5^2}{W_{M2} (1-x)n} \right) \quad (5.12)$$

Drugi del optimizirane funkcije predstavljajo stroški, ki so – navkljub stratifikaciji⁴ – preprosto definirani kot $xn + (1-x)cn$ (glej enačbo (5.5)). Torej minimiziramo funkcijo⁵:

$$f(x) = \left(\frac{W_1^2 S_1^2}{W_{F1} x} + \frac{W_2^2 S_2^2}{W_{F2} x} + \frac{W_3^2 S_3^2}{W_{F3} x n + w_{M3} \cdot (1-x)} + \frac{W_4^2 S_4^2}{W_{M1} (1-x)} + \frac{W_5^2 S_5^2}{W_{M2} (1-x)} \right) \cdot (x + c \cdot (1-x)) \quad (5.13)$$

Z nekaj algebre lahko zgornjo funkcijo preoblikujemo v naslednjo obliko (za postopek glej Slika A.1 v prilogi):

$$f(x) = \frac{x^3 H + x^2 I + xJ + K}{x^3 L + x^2 M + xN} \quad (5.14)$$

⁴ Stroški so enaki v dveh fiksnih stratumih ($C_1 = C_2$) ter v dveh mobilnih stratumih ($C_4 = C_5$), medtem ko ima v stratumu prekrivanja del vzorca stroške fiksnega telefona, drugi del pa mobilnega telefona ($C_{3F} = COST_1 = COST_2$, $C_{3M} = C_4 = C_5$). Ker je pomembno le razmerje stroškov, za ceno anketiranja preko fiksnega telefona določimo vrednost 1, medtem ko c označuje strošek intervjuja preko mobilnega telefona.

⁵ Velikost vzorca n je bila izpostavljena iz obeh faktorjev v enačbi ter odrezana iz enačbe, saj ne vpliva na rezultat.

Optimalni mešalni parameter x je tam, kjer ima funkcija $f(x)$ globalni minimum na definicijskem območju x , torej na intervalu od 0 do 1. Ali ima ta funkcija kaj stacionarnih točk na danem intervalu, preverimo z izračunom ničel njenega odvoda, ki ga poenostavljeno zapišemo kot:

$$f'(x) = \frac{x^4(HM - IL) + 2x^3(HN - JL) + x^2(IN - JM - 3KL) + 2xKM - KN}{(x^3L + x^2M + xN)^2} \quad (5.15)$$

Racionalna funkcija ima ničle v ničlah polinoma četrte stopnje v števcu, ki jih lahko enostavno rešimo s pomočjo določenih programskih orodij – v obravnavanem primeru je bil za to uporabljen program Mathematica. Dobimo štiri rešitve (Slika A.3 in Slika A.4 v prilogi), od katerih so ustrezne le tiste, ki ležijo na intervalu od 0 do 1. Obstajajo tudi točke, kjer funkcija ni definirana, na primer 0 in druge ničle polinoma v imenovalcu.

Z uporabo parametrov, naštetih v tem diplomskem delu, ima ta optimizacijski postopek vedno natanko eno rešitev. Teoretično bi bilo možno imeti tudi več rešitev, ali pa nobene, vendar le z uporabo nerealističnih simulacij podatkov.

6 Opis podatkov

Predstavljeni optimizacijski pristop sem uporabila na podatkih raziskave Flash Eurobarometer⁶ (Flash EB) o javnem mnenju in zaznavah v evro območju (*Public attitudes and perceptions in the euro area*) (European Commission 2008b). Zbiranje podatkov je potekalo septembra 2008, ko je bil evro uradna valuta v 15 evropskih državah: Avstrija, Belgija, Finska, Francija, Nemčija, Grčija, Irska, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Portugalska, Španija, Slovenija, Ciper in Malta. S spletno osnovanim računalniško podprtim telefonskim anketiranjem (webCATI) je bilo anketiranih 15.000 slučajno izbranih oseb starih 15 in več let (Gesis 2008).

Načrt s podvojenimi vzorčnimi okviri je bil uporabljen pri osmih od teh držav: Avstrija, Belgija, Nemčija, Španija, Francija, Italija, Portugalska in Slovenija. Okrog 40% enot je bilo anketiranih preko mobilnega telefona, razen v Avstriji in Belgiji, kjer jih je bilo manj kot 30% (Tabela 6.1). Druge države v tej Flash EB-raziskavi so uporabile le en vzorčni okvir, ali fiksne (Grčija, Irska, Luksemburg, Nizozemska, Ciper in Malta) ali mobilnega (Finska), zato jih v tem delu ne analiziram.

Tabela 6.1: Velikost podvzorcev

Država	Fiksni podvzorec	Mobilni podvzorec	Celoten vzorec	Delež fiksne podzorca (x)
Avstrija (AT)	724	287	1.011	72%
Belgija (BE)	749	261	1.010	74%
Nemčija (DE)	600	403	1.003	60%
Španija (ES)	599	402	1.001	60%
Francija (FR)	601	403	1.004	60%
Italija (IT)	603	397	1.000	60%
Portugalska (PT)	602	401	1.003	60%
Slovenija (SI)	599	402	1.001	60%
Skupaj	5.077	2.956	8.033	63%

⁶ Flash EB je ad hoc tematska telefonska anketa, ki se izvaja na zahtevo Evropske komisije. Flash ankete omogočajo komisiji relativno hitro pridobitev podatkov ter dostop do specifičnih ciljnih skupin, kadar jih potrebujejo (European Commission 2010).

6.1 Izračun stratumskih uteži

Enote razporedimo po petih segmentih glede na določena vprašanja, usmerjena k določanju posedovanja (Tabela B.2) in dosegljivosti (Tabela B.3) fiksnih in mobilnih telefonov za oba okvira.

V Flash EB-raziskavi sta bili v fiksnem okviru postavljeni vprašanji:

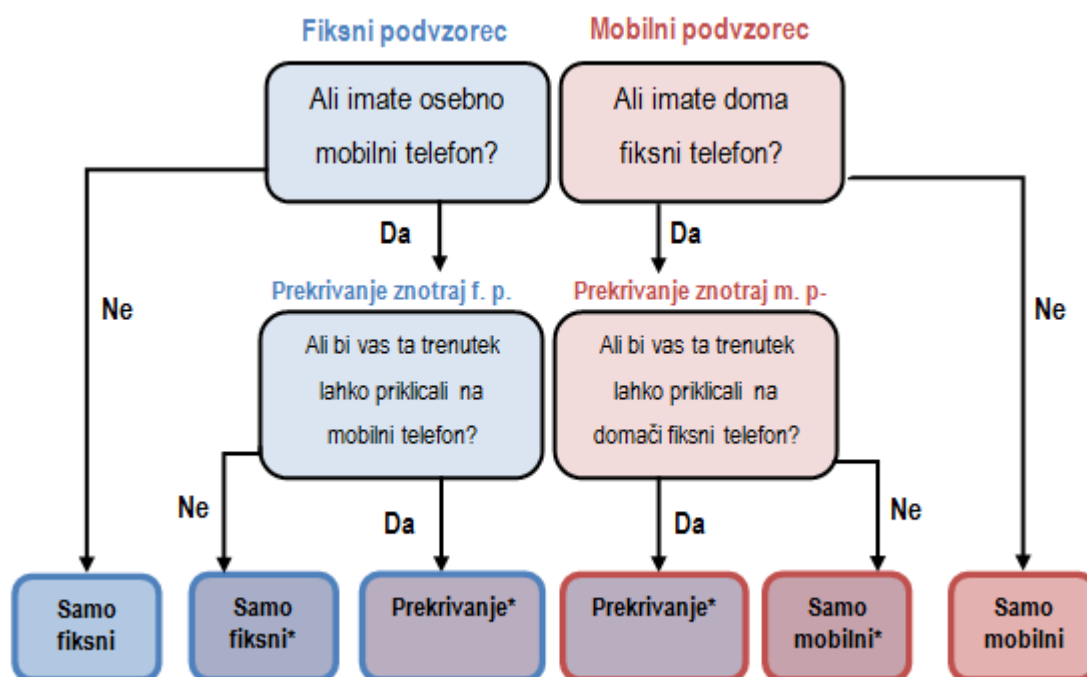
- D11a. Ali imate vi osebno mobilni telefon?
- D14. Ali bi vas ta trenutek lahko priklicali na mobilni telefon?

Enotam v mobilnem okviru pa sta bili zastavljeni vprašanji:

- D11b. Ali imate doma fiksni telefon?
- D15. Ali bi vas ta trenutek lahko priklicali na domači fiksni telefon?

Prekrivanje glede na posedovanje je odstotek fiksno/mobilno anketiranih enot, ki so pritrdilno odgovorile na vprašanje D11a ali D11b, medtem ko je prekrivanje glede na dosegljivost definirano s pritrdilnimi odgovori na vprašanje D14 ali D15. Tok odgovorov je orisan na spodnji shemi (Slika 6.1).

Slika 6.1: Razporeditev enot v pet stratumov glede na odgovore na štiri vprašanja



Glede na zgornjo dihotomizacijo se oba podvzorca razdelita v pet segmentov, iz česar izračunamo pričakovane deleže podvzorcev (Tabela 6.2).

Tabela 6.2: Segmentacija podvzorcev v pet stratumov na vzorcih različnih držav

Država	Fiksni podvzorec				Mobilni podvzorec			
	Samo F W_{F1}	Samo F* W_{F2}	Prekrivanje* W_{F3}	Skup.	Samo M W_{M1}	Samo M* W_{M2}	Prekrivanje* W_{M3}	Skup.
AT	20,4	21,0	58,6	100	54,7	14,7	30,5	100
BE	21,6	49,9	28,5	100	49,4	34,8	15,9	100
DE	24,8	28,8	46,3	100	19,8	27,8	52,5	100
ES	26,8	20,1	53,1	100	46,5	26,4	27,1	100
FR	29,5	22,8	47,7	100	30,6	30,3	39,1	100
IT	26,8	23,6	49,6	100	49,1	22,3	28,6	100
PT	29,1	13,6	57,3	100	50,9	20,6	28,6	100
SI	15,2	7,3	77,6	100	19,0	20,7	60,3	100

Medtem ko je to razdelitev enostavno izvesti na vzorcu, na dostopnih populacijskih podatkih za dosegljivost lahko določimo le posedovanje. Vir populacijske ocene za določitev treh stratumov (Tabela 6.3) je Gallupov arhiv, ki je za namen uteževanja zbral podatke statističnih uradov v posameznih državah. Ker za optimizacijo potrebujemo populacijske ocene petih stratumov, jih bomo ocenili na podlagi razmerij znotraj obeh podvzorcev.

Tabela 6.3: Trije stratumi na populacijskih podatkih (posedovanje telefona)

Država	Samo fiksni	Prekrivanje	Samo mobilni	Skupaj
AT	12,4	43,4	44,2	100
BE	13,0	64,5	22,5	100
DE	17,1	78,1	4,9	100
ES	21,1	56,7	22,2	100
FR	16,8	69,1	14,2	100
IT	7,9	53,7	38,4	100
PT	12,8	43,4	43,8	100
SI	12,3	71,3	16,3	100

Vir: Gallup Europe (2009).

Pri segmentaciji v pet stratumov se velikost samo fiksnega in samo mobilnega segmenta ne spremeni, medtem ko se segment prekrivanja razdeli v tri kategorije:

$$Fonly^* + Overlap^* + Monly^* = Overlap \quad (6.1)$$

Na levi strani enačbe (6.1) imamo tri neznanke, poznamo pa njihovo vsoto (segment prekrivanja v Tabela 6.3) in razmerja med njimi. Razmerje med *samo fiksnimi** in *prekrivanjem** ter med *samo mobilnimi** in *prekrivanjem** je enako kot v vzorčni strukturi (Tabela 6.2):

$$\begin{aligned} \frac{Fonly^*}{Overlap^*} &= \frac{W_{F2}}{W_{F3}} \\ \frac{Monly^*}{Overlap^*} &= \frac{W_{M2}}{W_{M3}} \end{aligned} \quad (6.2)$$

Če na podlagi enačb (6.2) izrazimo *samo fiksni** in *samo mobilni** segment in ju vstavimo v »overlap« enačbo (6.1), dobimo:

$$\left(\frac{W_{F2}}{W_{F3}} \cdot Overlap^* \right) + Overlap^* + \left(\frac{W_{M2}}{W_{M3}} \cdot Overlap^* \right) = Overlap \quad (6.3)$$

Neznanka je torej segment *overlap** (prekrivanje), ki ga izračunamo kot:

$$Overlap^* = \frac{Overlap}{1 + \left(\frac{W_{F2}}{W_{F3}} \right) + \left(\frac{W_{M2}}{W_{M3}} \right)} \quad (6.4)$$

Na primer, v Sloveniji so segment prekrivanja na populaciji ter razmerja na vzorcu:

$$\begin{aligned} Fonly^* + Overlap^* + Monly^* &= 71,3 \\ \frac{Fonly^*}{Overlap^*} &= \frac{7,3}{77,6} \\ \frac{Monly^*}{Overlap^*} &= \frac{20,7}{60,3} \end{aligned} \quad (6.5)$$

Novi segmenti za Slovenijo so torej:

$$Overlap_{SI}^* = \frac{71,3}{1 + \left(\frac{7,3}{77,6}\right) + \left(\frac{20,7}{60,3}\right)} = 49,6$$

$$Fonly^* = \frac{7,3}{77,6} \cdot 49,6 = 4,6$$

$$Monly^* = \frac{20,7}{60,3} \cdot 49,6 = 17,1$$

Ta postopek sem uporabila pri vseh državah in s tem pridobila razporeditev v pet segmentov (Tabela 6.4), ki jo potrebujem za optimizacijo. Pričakovani populacijski deleži so namreč parametri v optimizacijskih funkciji. Poleg tega nam bodo populacijski deleži služili tudi za uteževanje.

Tabela 6.4: Pet stratumov na populaciji (posedovanje in dosegljivost)

Država	Samo fiksni	Samo fiksni*	Prekrivanje*	Samo mobilni*	Samo mobilni	Skupaj
AT	12,4	8,5	23,6	11,4	44,2	100
BE	13,0	22,9	13,0	28,6	22,5	100
DE	17,1	22,6	36,3	19,2	4,9	100
ES	21,1	9,1	24,1	23,5	22,2	100
FR	16,8	14,6	30,6	23,8	14,2	100
IT	7,9	11,4	23,8	18,5	38,4	100
PT	12,8	5,3	22,2	16,0	43,8	100
SI	12,3	4,6	49,7	17,0	16,3	100

Pri novi razdelitvi ostane v segmentu prekrivanja od 13 (BE) do skoraj 50% (SI) enot, tega segmenta ni možno nadalje razčleniti (vsaj ne na podlagi dostopnih podatkov). Od 5 (SI) do 23 (BE) odstotnih točk je dodeljenih segmentu *samo fiksni**, medtem ko gre od približno 11 (AT) do 29 (BE) odstotnih točk k *samo mobilnemu** segmentu. To kaže, da je bila večina prejšnjega prekrivanja sestavljena iz enot, ki so dostopne tako preko fiksnega kot preko mobilnega telefona.

6.2 Veljavnost populacijskih stratumskih uteži

V zvezi z deleži stratumov (W_h) se pojavita dve težavi:

1. Oceno deleža posedovanja fiksnega/mobilnega telefona se lahko pridobi le na podlagi podatkov večjih raziskav, ki pa lahko dajo nasprotujoče si rezultate, poleg tega so tudi same podvržene določenim slučajnim napakam.
2. Ocena deleža dosegljivosti – seveda osnovanega na že razporejenih enotah glede na posedovanje – se izračuna preko vzorčnih ocen samih.

Zaradi težave z ocenami posedovanja bom preučila druge možne vire populacijskih deležev, vendar le za eno državo – Slovenijo. Poleg Gallupovih populacijskih ocen (GPE) obravnavam podatke iz treh drugih visoko kvalitetnih raziskav, ki temeljijo na osebnih terenskih anketah: Anketa o delovni sili (LFS) 2008, Eurobarometer (EB) 2009 in Evropska družboslovna raziskava (ESS) 2008. Opis raziskav (populacija, način anketiranja) je v prilogi (Tabela B.1).

Segmentacija v tri stratumne za Slovenijo je predstavljena v spodnji tabeli (Tabela 6.5), za ostale države pa glej prilogo (Tabela C.1).

Tabela 6.5: Trije stratumi glede na posedovanje (različni viri za Slovenijo)

Anketa	Samo fiksni	Prekrivanje	Samo mobilni	Skupaj
Gallupove populacijske ocene (GPE)	12,3	71,3	16,3	100
Anketa o delovni sili (LFS) 2008	6,2	77,6	16,2	100
Eurobarometer (EB) 2009	11,8	74,5	13,6	100
Evropska družboslovna raziskave (ESS) 2008	11,6	78,8	9,6	100

Vir: Gallup (2009), Statistični urad (2008).

Segment prekrivanja za tri alternativne vire smo razdelili po enakem postopku, kot je v prejšnjem razdelku opisan za Gallupove populacijske ocene (Tabela 6.4). Rezultat segmentacije za LFS, EB in ESS podatke je predstavljen v spodnji tabeli (Tabela 6.6).

Tabela 6.6: Pet stratumov glede na populaciji (različni viri za Slovenijo)

Anketa	Samo fiksni	Samo fiksni*	Prekrivanje*	Samo mobilni*	Samo mobilni	Skupaj
GPE	12,3	4,6	49,7	17,0	16,3	100
LFS	6,2	5,1	54,0	18,5	16,2	100
EB	11,8	4,9	51,9	17,8	13,6	100
ESS	11,6	5,1	54,8	18,8	9,6	100

Samo fiksni in samo mobilni segment se seveda ohranita tudi v segmentaciji v pet stratumov. Okrog 50% enot ne moremo nadalje razdeliti in ostanejo v segmentu *prekrivanja**. Okrog 5% enot je dostopnih le preko fiksnega telefona in okrog 18% le preko mobilnega, čeprav imajo oba telefonska aparata. Kako te razlike v strukturi podatkov vplivajo na optimizacijo parametra mešanja, si bomo pogledali v naslednjem razdelku.

V zvezi z drugo težavo – da so parametri dosegljivosti ocenjeni na podlagi vzorčnih ocen samih – je treba pripomniti, da ta postopek spominja na običajni pristop imputiranja manjkajočih vrednosti s podatki na vzorcu (Little in Rubin 1987). Če bi poznali prave populacijske vrednosti, bi sicer imeli nekoliko nižjo varianco, vendar so segmenti dovolj veliki, da lahko prezremo povečanje variance.

6.3 Postopek uteževanja

Vzorec se od populacije ne razlikuje le glede na posedovanje telefona in dosegljivost nanj, ampak tudi po sociodemografskih značilnostih, kot so starost, spol, izobrazba itd. Na koncu naloge prilagam demografsko strukturo na vzorcu in populaciji za vse države (Tabela C.2, Tabela C.3 in Tabela C.4 v prilogi). Vir podatkov je Gallup Europe, ki je podatke pridobil od statističnih uradov v posameznih državah.

Zaradi teh razlik se podatki Flash EB prilagodijo trem populacijskim tabelam: združene kategorije spola in starosti, delovna aktivnost (aktiven, upokojen, drugi neaktivni) in regija (NUTS), in sicer za vsako državo posebej (Gesis 2010). V primeru podvojenih vzorčnih okvirov se uporabi še populacijska tabela s podatki o posedovanju telefona (samo mobilni, samo fiksni, prekrivanje). Uteževanje se izvede z iterativnim prilagajanjem (angl. *raking*) za vsako državo posebej. Poleg tega se izvede rezanje uteži

(angl. *trimming*), tako da je 0,3 minimalna, 3 pa maksimalna vrednost.⁷ Končna utež se imenuje $w4$.

Za prilagoditev uteži naši analiz, smo tabelo s tremi stratumi na podlagi podatkov o posedovanju telefona zamenjali z novo segmentacijo v pet stratumov, ki upošteva še dosegljivost (Tabela 6.4). Končno utež poimenujemo $w5$. Ker spremembe v deležih stratumov (W_h) vplivajo na uteži, smo za Slovenijo izračunali še tri dodatne uteži ($w5_lfs$, $w5_eb$, $w5_ess$) na podlagi alternativnih podatkov (Tabela 6.6), virov podatkov. Tabela 6.7 prikazuje opisne statistike za vse na novo izračunane uteži, kar predstavljam v spodnji tabeli

Tabela 6.7: Opis uteži

Anketa	Država	N	Minimum	Maksimum	Povprečje	Standardni odklon
GPE	BE	1010	0,31	3,11	1	0,763
	DE	1003	0,31	3,05	1	0,751
	ES	1001	0,30	3,00	1	0,581
	FR	1004	0,30	3,00	1	0,590
	IT	1000	0,32	3,18	1	0,823
	AT	1011	0,31	3,10	1	0,762
	PT	1003	0,31	3,11	1	0,764
	SI	1001	0,33	3,02	1	0,604
LFS	SI	1001	0,42	3,02	1	0,586
EB	SI	1001	0,35	3,01	1	0,562
ESS	SI	1001	0,37	3,01	1	0,533

Poleg tega so v vseh državah še razlike v demografski strukturi znotraj posameznih segmentov (glej Kuusela in drugi 2008). Med mlajšimi in aktivnejšimi je na primer več samo mobilnih uporabnikov, medtem ko je samo fiksnih največ med starejšimi.

⁷ Vse vrednosti, manjše od minimalne in maksimalne mejne vrednosti, so bile rekodirane v 0,3 oziroma v 3. Zaradi deformacije uteži po rezanju so bile te standardizirane, s čimer sem zagotovila, da se vsota uteži ne razlikuje od dejanske velikosti vzorca (povprečna utež je 1).

6.4 Vsebinske spremenljivke

Flash EB-raziskava o javnem mnenju in zaznavah v evro območju je pokrila različne sociodemografske in politične teme: podpora evru; psihološki označevalci pri kupovanju z novo valuto; praktični vidiki enotne valute; makroekonomske ocene; ekonomske reforme; mnenja o inflaciji in gospodinjstvih prihodkih (European Commission 2009).

Med temi temami sem poljubno izbrala 10 vprašanj za uporabo v optimizacijskem postopku:

- *c1. Na splošno gledano, ali menite, da je članstvo naše države v Evropski Uniji dobra stvar ali slaba stvar?*
- *c2. Ali bi na splošno rekli, da je evro dobra ali slaba stvar za našo državo?*
- *q12. Vlade v vseh državah evro območja izvajajo različne strukturne spremembe, pogosto imenovane reforme. Ali bi se strinjali ali ne z naslednjimi izjavami v zvezi s takšnimi reformami?*
 - *a. Čuti se potreba po pomembnih reformah za izboljšanje učinka našega gospodarstva.*
 - *b. Menim, da uspešne reforme v drugih državah evro območja pritiskajo na našo vlado z reformami.*
 - *c. Vlade morajo dandanes več varčevati, da bi pripravile javne finance na staranje populacije.*
 - *d. Vlada bi morala zvišati davke, da bi financirala gospodarske reforme.*
 - *e. Vlada bi morala znižati stroške, npr. socialne podpore za financiranje gospodarskih reform.*
 - *f. EU bi morala igrati aktivno vlogo v procesu reform v Sloveniji.*
- *q16a. Kako se je dohodek vašega gospodinjstva spremenil od lanskega leta? Se je povečal, zmanjšal ali ostal enak?*
- *q16b. Ko gledate v prihodnost, kako pričakujete, da se bo dohodek vašega gospodinjstva spremenil v letošnjem letu? Se bo povečal, zmanjšal ali ostal enak?*

Spremenljivke smo dihotomizirali tako, da smo določene odgovore⁸ rekodirali v 1, druge pa v 0. Tabela 6.8 predstavlja podatke, utežene z novo utežjo ($w5$), medtem ko so neuteženi (uw) in z originalnimi utežmi uteženi podatki ($w4$) v prilogi (Tabela C.5).

Tabela 6.8: Utežene vrednosti izbranih spremenljivk

		AT	BE	DE	ES	FR	IT	PT	SI
c1	Meni, da je članstvo njegove države v EU <i>dobra stvar</i>	61,3	72,0	77,6	79,6	66,8	66,7	61,9	72,0
c2	Meni, da je EVRO <i>dobra stvar</i> za njegovo državo	64,5	66,2	52,4	47,4	46,2	47,6	38,8	64,6
q12a	<i>Se strinja</i> , da se čuti potreba po pomembnih reformah za izboljšanje učinka gospodarstva njegove države.	76,0	66,0	77,7	89,4	80,2	87,7	87,5	85,0
q12b	<i>Se strinja</i> , da uspešne reforme v drugih državah evro območja pritiskajo na njegovo vlado k reformam	62,9	55,2	57,8	67,9	66,3	60,3	72,6	69,0
q12c	<i>Se strinja</i> , da morajo vlade dandanes več varčevati, da pripravijo javne finance na staranje populacije.	83,0	75,5	82,3	86,5	86,5	72,7	86,8	84,9
q12d	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada zvišati davke, da bi financirala gospodarske reforme.	15,2	14,9	16,5	28,8	13,0	10,6	6,8	16,4
q12e	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada znižati stroške, npr. socialne podpore za financiranje gospodarskih reform.	32,3	37,1	27,8	38,1	56,1	47,0	30,7	33,9
q12f	<i>Se strinja</i> , da bi EU morala igrati aktivno vlogo v procesu reform v njegovi državi.	31,5	48,9	50,5	78,0	58,1	73,1	70,5	59,6
q16a	Dohodek njegovega gospodinjstva se je od lanskega leta <i>znižal</i> .	19,0	18,2	25,7	41,4	31,0	28,2	25,2	27,9
q16b	Pričakuje, da se bo dohodek njegovega gospodinjstva v naslednjem letu <i>znižal</i> .	16,2	11,5	22,8	21,4	25,1	14,8	12,8	20,2

Opaziti je kar nekaj razlik med državami, pri določenih spremenljivkah nekoliko izstopajo zlasti Portugalska, Španija, Francija in Belgija. Spremenljivka z največjo razliko je *q12d*, kjer so Španci tisti, ki se najbolj strinjajo, da bi vlada morala povišati davke, da bi financirala gospodarske reforme, medtem ko se s tem najmanj strinjajo Portugalci. Sledi ji spremenljivka *q12e* (EU bi morala igrati aktivno vlogo v procesu reform v njegovi državi), kjer je največja razlika med Italijani in Nemci.

Poleg tega so me zanimale vrednosti spremenljivk v posameznih segmentih. Rezultate za Slovenijo predstavljamo spodaj (Tabela 6.9), za druge države pa v prilogi (Tabela

⁸ Tiste, ki so pri vprašanjih *c1* in *c2* odgovorili »*dobra stvar*«, tiste, ki so se *strinjali* s trditvami v vprašanju *q12*, ter tisti, katerih dohodek se je *zmanjšal* pri vprašanjih *q16a* in *q16b*.

C.6), kjer jim sledijo še izračuni varianc po segmentih (Tabela C.7). Vrednosti in variance sem izračunala tudi za druge populacijske vire (Tabela C.8 in Tabela C.9).

Tabela 6.9: Utežene vrednosti izbranih spremenljivk za Slovenijo po segmentih

		Samo mobilni	Samo mobilni*	Prekri- vanje*	Samo fiksni*	Samo fiksni	Skupaj
c1	Meni, da je članstvo njegove države v EU <i>dobra stvar</i>	70,3	72,1	76,6	68,7	56,4	72,0
c2	Meni, da je EVRO <i>dobra stvar</i> za njegovo državo	55,1	65,9	68,3	68,1	58,7	64,6
q12a	<i>Se strinja</i> , da se čuti potreba po pomembnih reformah za izboljšanje učinka gospodarstva njegove države.	85,4	87,6	85,7	77,8	80,7	85,0
q12b	<i>Se strinja</i> , da uspešne reforme v drugih državah evro območja pritiskajo na njegovo vlado k reformam	62,8	71,0	71,2	65,6	66,8	69,0
q12c	<i>Se strinja</i> , da morajo vlade dandanes več varčevati, da pripravijo javne finance na staranje populacije.	76,4	80,3	87,9	92,6	87,0	84,9
q12d	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada zvišati davke, da bi financirala gospodarske reforme.	13,2	15,1	16,2	27,5	18,5	16,4
q12e	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada znižati stroške, npr. socialne podpore za financiranje gospodarskih reform.	43,3	27,4	33,9	40,7	28,0	33,9
q12f	<i>Se strinja</i> , da bi EU morala igrati aktivno vlogo v procesu reform v Sloveniji.	61,0	70,1	55,5	66,5	57,1	59,6
q16a	Dohodek njegovega gospodinjstva se je od lanskega leta <i>znižal</i> .	33,8	32,3	26,2	21,9	23,0	27,9
q16b	Pričakuje, da se bo dohodek njegovega gospodinjstva v naslednjem letu <i>znižal</i> .	16,6	29,5	19,4	13,0	18,4	20,2

Pri večini spremenljivk obstajajo razlike glede na segmente uporabnikov telefona (Tabela 6.9). Tisti, ki so dosegljivi na oba telefona, bolje sprejemajo EU in evro kot tisti, ki pretežno ali v celoti uporabljajo le en tip telefona. Med uporabniki samo fiksne telefona je več takih, ki se strinjajo, da bi vlada morala javne finance pripraviti na staranje prebivalstva (*q12d*) in da bi morala povišati davke za financiranje ekonomskih reform (*q12e*). Na drugi strani se uporabniki samo mobilnih telefonov bolj strinjajo z reformami za izboljšanje gospodarstva (*q12a*) in pogosteje navajajo, da so se njihovi dohodki od lanskega leta zmanjšali (*q16a*). Vendarle so pri nekaterih spremenljivkah razlike med segmenti dvoumne. Najvišje so razlike pri Portugalski in Avstriji (Tabela C.6).

7 Analiza rezultatov optimizacije

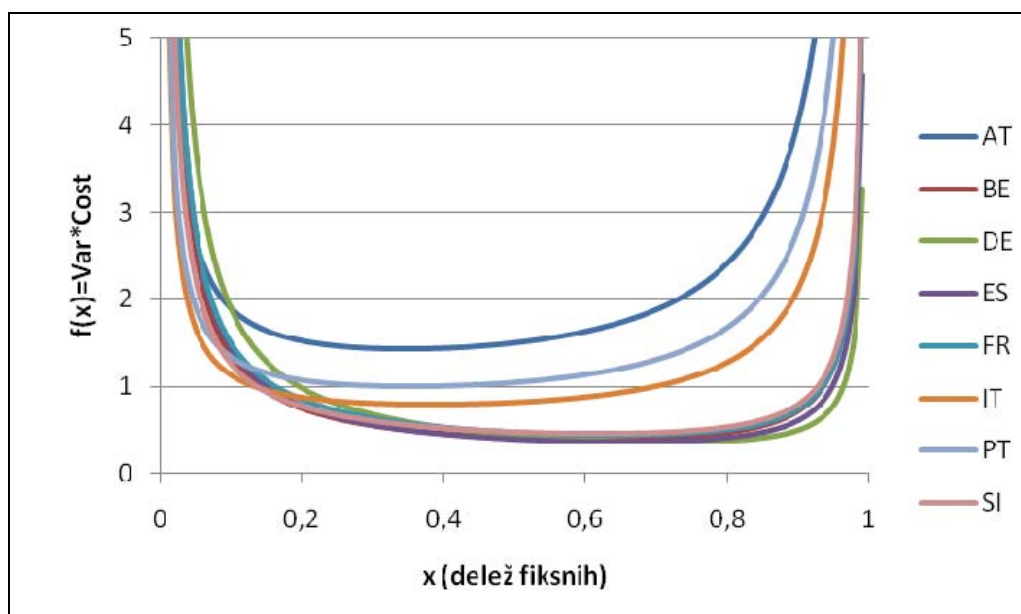
Razen parametra mešanja x je v funkciji produkta variance in stroškov ostalih 17 parametrov poznanih:

- 5 varianc, ena za vsak stratum ($S_1^2, S_2^2, S_3^2, S_4^2, S_5^2$);
- 5 populacijskih deležev, en za vsak stratum (W_1, W_2, W_3, W_4, W_5);
- 3 deleži na podpopulaciji fiksni in 3 na podpopulaciji mobilnih uporabnikov, en za vsak stratum, za prekrivanje* pa dva ($W_{F1}, W_{F2}, W_{F3}, W_{M1}, W_{M2}, W_{M3}$);
- 1 faktor stroškovne razlike (c).

Zgornji parametri so specifični za vsako raziskavo in državo. Poleg tega, za faktor stroškovne razlike – tj. koliko je cena na enoto mobilne ankete višja od fiksne ankete – morda nimamo ustrezne ocene. Zato uporabimo šest različnih razmerij stroškov:⁹ 1, 1,2, 1,6, 3 (realna ocena) in 6.

Postopek optimizacije je bil izpeljan v 480 različnih situacijah, ki so se razlikovale po treh kriterijih: *spremenljivka* (10), *država* (8) in *faktor stroškovne razlike* (6).

Slika 7.1: Funkcija produkta variance in stroškov za različne države



Opomba: spremenljivka $c1$, razmerje stroškov 1:3.

⁹ Razmerje $c=6$ na primer pomeni, da cena mobilne ankete ustreza ceni šestih fiksnih anket.

Slika 7.1 prikazuje funkcijo varianca krat stroški za 10 okoliščin, ena za vsako državo, za izbrano spremenljivko (cI) in za razmerje stroškov 3. Optimalna razporeditev, določena s parametrom x (delež fiksnih enot), je tam, kjer ima funkcija $f(x)$ najnižjo vrednost na intervalu od 0 do 1. Razen pri Avstriji, Portugalski in Italiji, kjer je optimalni parameter mešanja nižji od 0,5, je pri večini držav optimalneje imeti vzorčni načrt z več fiksnimi kot mobilnimi enotami. Toda območje optimuma je relativno široko in položno – vrednost funkcije se z odmikanjem od optimuma le počasi viša, kar pomeni, da s tem ne povzročimo velike napake.

Za natančno določitev minimalne vrednosti $f(x)$ sem parametre vstavila v štiri enačbe za izračun analitičnih rešitev optimizacije (Tabela B.2 in Tabela B.3). To sem naredila za vseh 480 situacij in vsakič je natanko ena rešitev padla v definicijsko območje od 0 do 1. Tabela 7.1 prikazuje optimalne parametre mešanja za vse države glede na izbrano spremenljivko pri konstantnem razmerju stroškov.

Tabela 7.1: Optimalni parameter mešanja po različnih spremenljivkah in državah

		AT	BE	DE	ES	FR	IT	PT	SI
c1	Meni, da je članstvo njegove države v EU <i>dobra stvar</i>	0,34	0,61	0,73	0,65	0,64	0,38	0,35	0,62
c2	Meni, da je EVRO <i>dobra stvar</i> za njegovo državo	0,35	0,60	0,71	0,61	0,64	0,39	0,34	0,61
q12a	<i>Se strinja</i> , da se čuti potreba po pomembnih reformah za izboljšanje učinka gospodarstva njegove države.	0,36	0,59	0,69	0,67	0,66	0,33	0,46	0,64
q12b	<i>Se strinja</i> , da uspešne reforme v drugih državah evro območja pritiskajo na njegovo vlado k reformam	0,38	0,58	0,70	0,63	0,64	0,40	0,37	0,61
q12c	<i>Se strinja</i> , da morajo vlade dandanes več varčevati, da pripravijo javne finance na staranje populacije.	0,36	0,56	0,65	0,66	0,60	0,36	0,39	0,54
q12d	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada zvišati davke, da bi financirala gospodarske reforme.	0,35	0,60	0,70	0,59	0,65	0,33	0,27	0,64
q12e	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada znižati stroške, npr. socialne podpore za financiranje gospodarskih reform.	0,35	0,59	0,71	0,62	0,64	0,39	0,35	0,61
q12f	<i>Se strinja</i> , da bi EU morala igrati aktivno vlogo v procesu reform v Sloveniji.	0,37	0,59	0,70	0,66	0,64	0,39	0,37	0,63
q16a	Dohodek njegovega gospodinjstva se je od lanskega leta <i>znižal</i> .	0,34	0,58	0,72	0,61	0,65	0,37	0,33	0,59
	Povprečje	0,36	0,59	0,70	0,63	0,64	0,38	0,36	0,61

Opomba: razmerje stroškov je 1:3.

Med spremenljivkami ni bistvenih razlik. Pri večini držav je optimalni delež fiksnega podvzorca od 0,6 do 0,7, najvišji je pri Nemčiji. Na drugi strani pa je za Italijo, Avstrijo in Portugalsko predlagan višji delež mobilnega podvzorca (parameter mešanja med 0,3 in 0,4).

Variance znotraj stratumov, ki so bile uporabljene v optimizacijski funkciji, smo izračunali na uteženih podatkih, pri čemer je bila v raking (iterativno prilagajanje) vključena tudi tabela petih populacijskih stratumov (w_5). Ta postopek sem preverila tudi za podatke, utežene z originalno utežjo (w_4), vendar nisem ugotovila nobenih značilnih razlik v rezultatih.

V nadaljevanju sem preučevala učinek različnih razmerij stroškov (Tabela 7.2). Bolj kot je mobilna enota dražja v primerjavi s fiksno, višji je parameter mešanja. Če ne bi bilo razlik v ceni fiksne in mobilne ankete ($c=1$), bi bil optimalni parameter mešanja v prid fiksnih enot le pri Nemčiji, medtem ko bi pri ostalih državah bilo boljše imeti večji mobilni podvzorec.

Tabela 7.2: Povprečni optimalni parameter mešanja po državah za različna razmerja stroškov

	Razmerje stroškov					
	1	1.2	1.6	3	6	10
AT	0,24	0,25	0,29	0,36	0,45	0,52
BE	0,44	0,47	0,51	0,59	0,67	0,73
DE	0,54	0,57	0,62	0,70	0,78	0,83
ES	0,48	0,51	0,55	0,63	0,71	0,77
FR	0,47	0,50	0,55	0,64	0,73	0,78
IT	0,24	0,26	0,30	0,38	0,48	0,55
PT	0,23	0,25	0,28	0,36	0,45	0,52
SI	0,42	0,45	0,50	0,61	0,71	0,77

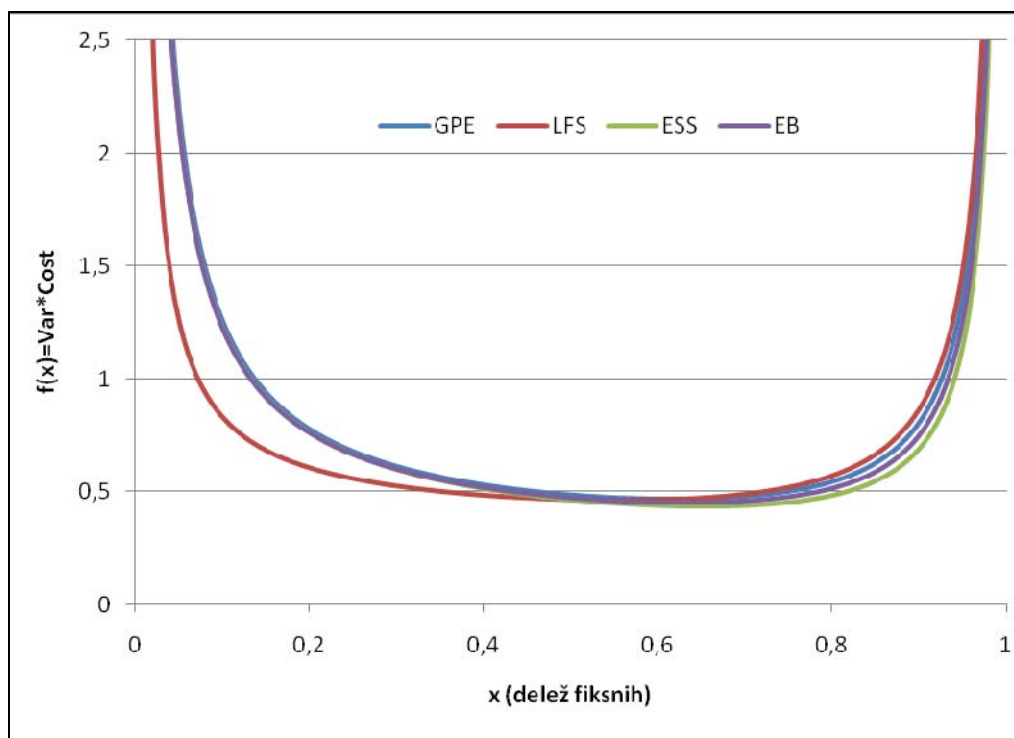
Opomba: spremenljivka $c1$.

Za večino držav je optimalno imeti več fiksnih enot od razmerja stroškov 1,6 naprej, razen za Avstrijo, Italijo in Portugalsko, kjer bi mobilne ankete morale biti 10 ali večkrat dražje, da bi se splačalo večji delež enot anketirati preko fiksnega telefona.

7.1 Občutljivost rezultatov na vir populacijskih ocen

V tem razdelku bom ocenila, kako sprememba vira kontrolnih populacijskih podatkov vpliva na rezultate optimizacije. Pri Sloveniji sem v ta namen optimizacijo opravila še glede na tri različne populacijske vire: Anketa o delovni sili (LFS), Evropska družboslovna raziskava (ESS) in Eurobarometer (EB). To nanese 180 dodatnih okoliščin (3 viri, 10 spremenljivk, 6 faktorjev stroškovne razlike). Slika 7.2 prikazuje funkcijo produkta variance in stroškov za izbrano spremenljivko in razmerje stroškov.

Slika 7.2: Funkcija produkta variance in stroškov pri različnih virih za Slovenijo



Opomba: spremenljivka c_1 , razmerje stroškov 1:3.

Funkcija varianca krat stroški glede na podatke LFS je zamaknjena nekoliko bolj levo, kar minimum premakne nekoliko nižje na osi x . Razen tega ni bistvenih razlik med viri. Analitične rešitve za vseh 10 spremenljivk prikazuje Tabela 7.3. Pri razmerju stroškov 3 je parameter mešanja vedno višji od 0,5, torej je optimalneje anketirati več fiksnih kot mobilnih enot. Najvišji delež fiksnih je bil izračunan na podlagi podatkov ESS, najnižji pa po podatkih LFS. Kot vidimo, tudi izbor vira populacijskih podatkov nima bistvenega vpliva na rezultate optimizacije.

Tabela 7.3: Optimalni parameter mešanja glede po različnih virih za Slovenijo

Spremenljivka		GPE	LFS	EB	ESS
c1	Meni, da je članstvo njegove države v EU <i>dobra</i> stvar	0,62	0,56	0,63	0,65
c2	Meni, da je EVRO <i>dobra</i> stvar za njegovo državo	0,61	0,55	0,63	0,65
q12a	<i>Se strinja</i> , da se čuti potreba po pomembnih reformah za izboljšanje učinka gospodarstva njegove države.	0,64	0,59	0,66	0,68
q12b	<i>Se strinja</i> , da uspešne reforme v drugih državah evro območja pritiskajo na njegovo vlado k reformam	0,61	0,56	0,63	0,65
q12c	<i>Se strinja</i> , da morajo vlade dandanes več varčevati, da pripravijo javne finance na staranje populacije.	0,54	0,47	0,56	0,59
q12d	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada zvišati davke, da bi financirala gospodarske reforme.	0,64	0,60	0,66	0,67
q12e	<i>Se strinja</i> , da bi morala vlada znižati stroške, npr. socialne podpore za financiranje gospodarskih reform.	0,61	0,57	0,63	0,66
q12f	<i>Se strinja</i> , da bi EU morala igrati aktivno vlogo v procesu reform v Sloveniji.	0,63	0,58	0,64	0,67
q16a	Dohodek njegovega gospodinjstva se je od lanskega leta <i>znižal</i> .	0,59	0,53	0,60	0,63
q16b	Meni, da je članstvo njegove države v EU <i>dobra</i> stvar	0,59	0,53	0,60	0,61
Povprečje		0,61	0,55	0,62	0,65

Opomba: razmerje stroškov je 1:3.

V nadaljevanju rezultate glede na različne vire za izbrano spremenljivko (c1) analiziram pri različnih razmerjih stroškov (Tabela 7.4).

Tabela 7.4: Optimalni parameter mešanja po različnih virih za Slovenijo za različna razmerja stroškov

	1	1.2	1.6	3	6	10
GPE	0,42	0,45	0,50	0,61	0,71	0,77
EB	0,43	0,46	0,51	0,62	0,72	0,78
ESS	0,44	0,48	0,54	0,65	0,74	0,80
LFS	0,32	0,36	0,42	0,55	0,67	0,74

Opomba: spremenljivka c1.

Ko ni razlik v strošku fiksne in mobilne ankete, je optimalni parameter mešanja po podatkih GPE, EB in ESS okrog 0,40, le pri LFS je skoraj za 10 odstotnih točk nižji. V tem primeru bi bilo 70% vzorca mobilnega. Pri prvih treh virih je dovolj, da so stroški mobilnega anketiranja za 1,6-krat višji, da se optimum premakne k višjemu deležu fiksnih enot v vzorcu, medtem ko LFS za ta premik zahteva še višjo razliko.

7.2 Optimizacija velikosti vzorca pri fiksnem proračunu ankete

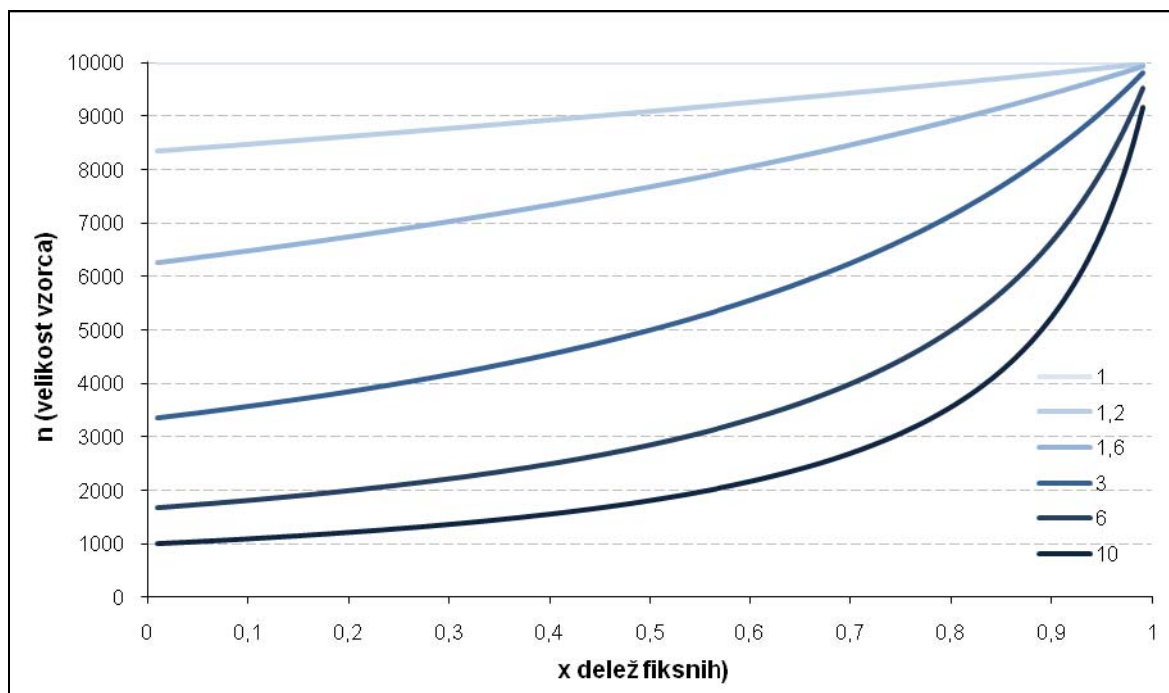
Natančnost in stroški pa niso edini pomembni kriterij pri izvajanju raziskave. Za naročnike in druge uporabnike rezultatov je velikost vzorca (n) običajno zelo pomemben podatek, večja kot je, boljše je, čeprav strokovnjaki opozarjajo, da je bolj pomembna kvaliteta vzorca kot pa njegova velikost.

Poleg tega so raziskave navadno omejene s fiksnim proračunom (angl. *budget*), ki omeji velikost vzorca. Predpostavimo na primer, da imamo 10.000 € in da je strošek (k) ankete prek fiksnega telefona 1 €. Največjo velikost, ki si jo lahko privoščimo, izračunamo kot:

$$n = \frac{\text{Budget}}{k(x + c(1 - x))} \quad (7.1)$$

Slika 7.3 prikazuje dovoljeno velikost vzorca za različne vzorčne načrte (definirane s parametrom mešanja, x) in faktorje razlike v stroških (c).

Slika 7.3: Dovoljena velikost vzorca za različne vzorčne načrte in različna razmerja stroškov znotraj določenega proračuna

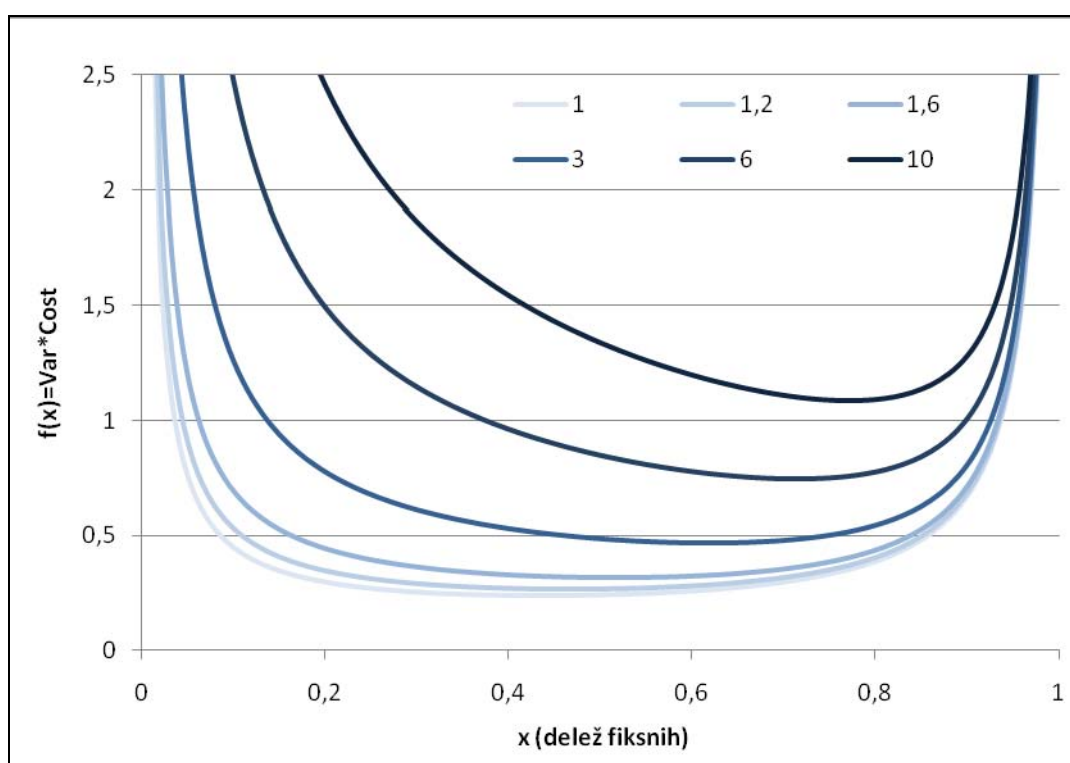


Opomba: budget 10.000 €, cena fiksne enote 1 €.

Ker je anketiranje prek fiksnega telefona cenejše kot prek mobilnega, se z višanjem deleža fiksnih anket viša velikost vzorca, ki si jo lahko privoščimo. Ta učinek je močnejši pri višjih razmerjih stroškov.

Za nadaljnjo analizo učinka maksimizacije vzorca na optimalni parameter mešanja sem zgornjo funkcijo dovoljene velikosti vzorca združila s siceršnjo optimizacijsko funkcijo, ki minimizira varianco in stroške. To sem izvedla le na podatkih za Slovenijo, katerih funkcijo varianca krat stroški predstavlja Slika 7.4.

Slika 7.4: Produkt varianca krat stroški za spremenljivko



Opomba: država Slovenija, spremenljivka $c1$.

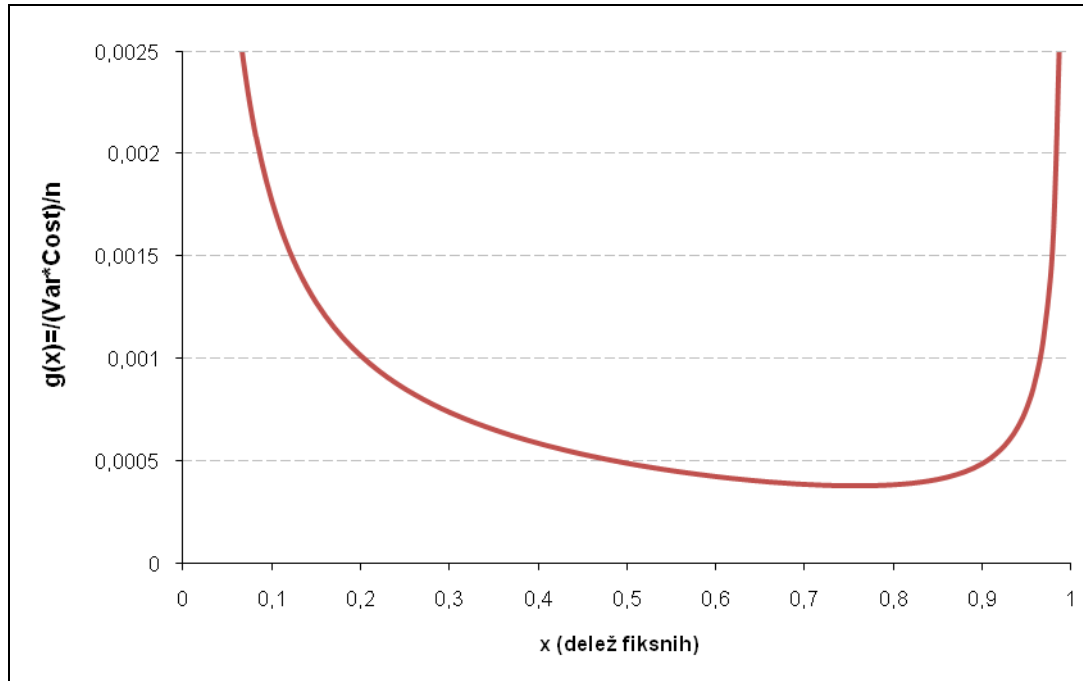
Združevanje je bilo izvedeno z množenjem produkta variance in stroškov (Slika 7.4) z inverzom funkcije velikosti vzorca (Slika 7.3) – rezultat je funkcija $g(x)$:

$$g(x) = \frac{Var * Cost}{n} \quad (7.2)$$

Optimalno vrednost parametra mešanja x sem izračunala z minimizacijo funkcije $g(x)$. Rezultate (samo za Slovenijo) predstavlja Slika 7.5. Upoštevanje omejitev glede stroškov po pričakovanih optimalni vzorčni načrt premakne k še višjemu deležu fiksno

anketiranih enot. Pri fiksnem proračunu 10.000 € je, ko so stroški mobilnih anket 3 krat dražji, optimalni delež fiksnih anket okrog 0,75.

Slika 7.5: Optimizacija različnih parametrov mešanja (x) v okviru določenega proračuna

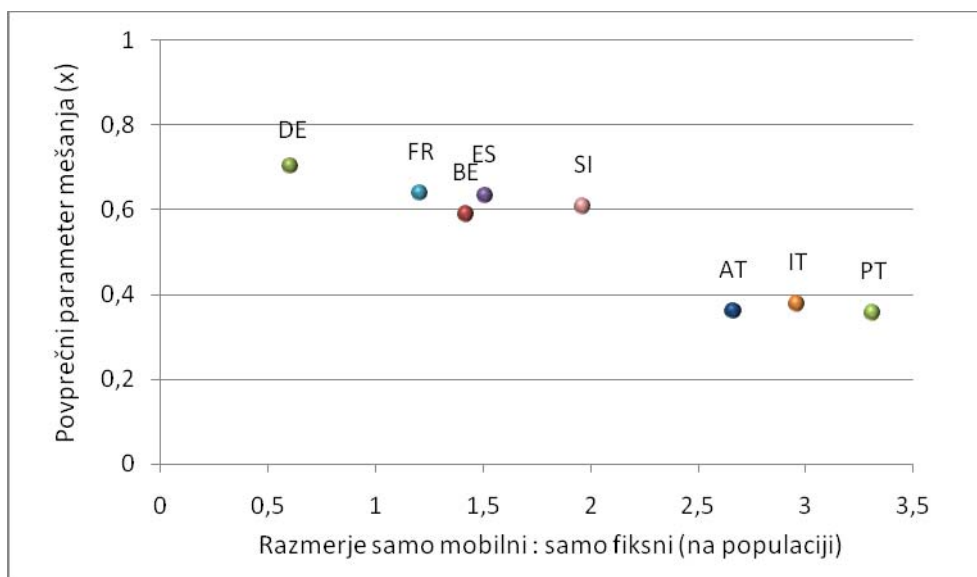


Opomba: država Slovenija, spremenljivka $c1$, razmerje stroškov 1:3, budget 10.000 €, cena fiksne enote 1 €.

7.3 Regresijska analiza

Ker so razlike med segmenti zelo majhne (Tabela C.10 v prilogi), je optimalni parameter mešanja odvisen le od populacijskih deležev (W_h), seveda ob predpostavki, da ni pristranskosti znotraj segmentov. Slika 7.6 kaže, kako razmerje med samo mobilno in samo fiksno populacijsko vpliva na optimalni parameter mešanja x .

Slika 7.6: Učinek razmerja samo mobilnih in samo fiksnih na parameter mešanja



Vpliv populacijskih deležev na optimalni vzorčni načrt smo testirali z linearno regresijo, ki smo jo izvedli na bazi 480 okoliščin optimizacije. Parameter mešanja je odvisna spremenljivka, medtem ko kot neodvisne spremenljivke najprej vnesemo populacijske deleže (W_h) – razen prekrivanja ($h-I$) – in faktor razlike v stroških (Tabela 7.5).

Tabela 7.5: Regresijska analiza (parameter x po populacijskih deležih in razmerju stroškov)

	Nestandardiziran koeficient (B)	Standardiziran koeficient (Beta)	t-vrednost	Stopnja značilnosti
(konstanta)	0,417	/	24,354	0,000
samo fiksni	,0687	0,152	10,076	0,000
samo fiksni*	-0,050	-0,020	-1,173	0,242
samo mobilni*	0,352	0,104	6,392	0,000
samo mobilni	-0,728	-0,590	-33,975	0,000
c	0,032	0,623	52,065	0,000
Odvisna spremenljivka: x		F=1302,9***	R ² =0,93 (popravljen)	

Model je potrjen, saj je statistika F zelo visoka (1.302) in pojasni 93% variance parametra mešanja. Najmočnejši učinek ima razmerje stroškov c (Beta 0,6) – dražje, kot je anketiranje mobilne enote v primerjavi s fiksno, višji delež fiksnih enot je optimalen. S skoraj enako močjo, a v drugo smer deluje delež *samo mobilnih* (-0,6), kar pomeni, da več samo mobilnih enot pomeni nižji parameter mešanja. Na drugi strani pa učinek *samo fiksnih* (0,15) ni tako velik, a še vedno očiten: več, kot jih je v populaciji, več jih je optimalno imeti. Značilen je tudi učinek *samo mobilnih** (imajo oba telefona, dosegljivi le na mobilnega), vendar ne v pričakovano smer (0,1), medtem ko *samo fiksni** (imajo oba telefona, dosegljivi le na fiksnega) nimajo značilnega vpliva.

V naslednji fazi sem v regresijski model poskusila dodati še spremenljivko država, in sicer sedem dihotomk, eno za vsako državo, razen za Slovenijo ($h-1$), kar prikazuje Tabela 7.6.

Tabela 7.6: Regresijska analiza (parameter x po populacijskih deležih, razmerju stroškov in državi)

	Nestandardiziran koeficient (B)	Standardiziran koeficient (Beta)	t-vrednost	Stopnja značilnosti
(konstanta)	0,453	/	60,762	0,000
samo mobilni*	-0,037	-0,014	-0,850	0,396
PT	-0,227	-0,443	-29,382	0,000
AT	-0,221	-0,431	-30,840	0,000
IT	-0,205	-0,401	-29,900	0,000
DE	0,105	0,206	13,547	0,000
ES	0,036	0,070	5,084	0,000
FR	0,040	0,079	5,953	0,000
c	0,032	0,623	53,803	0,000

Odvisna spremenljivka: x $F=874,0^{***}$ $R^2=0,94$ (popravljen)
 Izključene spremenljivke: samo mobilni, samo fiksni, in samo fiksni*, BE

Po tem populacijski deleži nima nobenega vpliva, saj se učinek države pokaže kot odločilen. Najvišji beta koeficient imajo Portugalska, Avstrija in Italija (okrog -0,4), kar ima negativen vpliv na parameter mešanja. Na drugi strani so Francija, Španija (0,07) in še posebno Nemčija (0,21) v pozitivnem odnosu z višino deleža fiksnega vzorca v optimalni razporeditvi. Čeprav je nekoliko nižja kot v prejšnjem modelu, je statistika F še vedno visoka in značilna, delež pojasnjene variance pa je celo višji (94%).

8 Sklep

Vzorčni načrti s podvojenim okvirom se vse bolj uveljavljajo kot rešitev padajočega pokritja telefonskih anket, vendar zaradi kompleksnosti metode in specifičnosti raziskovalnih okolij ni povsem jasno, v kolikšni meri upravičujejo svoj namen. Čeprav se raziskovalci lahko oprejo na bogato literaturo s številnimi empiričnimi primeri, določena vprašanja ostajajo nerazjasnjena – med drugim tudi to, kako vzorčna okvira kombinirati, da dosežemo najbolj optimalen rezultat. Kolikšen delež mobilnih enot v vzorcu zadostuje za zmanjšanje napake zaradi nepokritosti, da stroški ne narastejo bolj kot je upravičeno?

V nalogi sem odgovarjala na tri raziskovalna vprašanja: kako izračunati optimalni delež fiksnih enot v anketi, kolikšen je optimum v praksi (pri različnih spremenljivkah in državah) ter kako okoliščine (viri podatkov in faktor razlike v stroških anketiranja) vplivajo na rezultat.

Najprej sem razvila postopek za izračun parametra mešanja v anketi s podvojenim vzorčnim okvirom. Populacijo sem stratificirala glede na posedovanje in dosegljivost po fiksnem in mobilnem telefonu ter tako dobila pet stratumov, za katere sem v nadaljevanju izvajala optimizacijo. Na podlagi klasične literature o anketni napaki in stroških (Deming, Kish, Groves) sem razvila analitično rešitev za hkratno optimizacijo napake in stroškov na stratificiranem vzorcu. Oceno optimalnega parametra x , ki označuje delež enot v fiksnem podvzorcu raziskave s podvojenim okvirom, izračunamo kot eno izmed ničel polinoma četrte stopnje v števcu funkcije produkta napake in stroškov.

Drugo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na razpon tega parametra v praksi, pri čemer sem na podatkih Flash EB za osem držav, kjer je bil uporabljen podvojen vzorčni okvir, izbrala 10 spremenljivk, na podlagi katerih sem določila optimalno razporeditev vzorca pri različnih razmerjih stroškov. Ne glede na okoliščine je funkcija okrog optimalnega parametra mešanja zelo položna, kar pomeni, da napaka in stroški ne narastejo bistveno, če izberemo nekoliko nižji ali višji delež od predlaganega. Lahko bi rekli, da imamo namesto optimalne točke optimalni interval. Ko je anketiranje prek

mobilnega telefona trikrat dražje kot preko fiksnega telefona, je optimalni parameter mešanja pri večini držav okrog 0,6 do 0,7, razen v Avstriji, Portugalski in Italiji, kjer je le okrog 0,36. Razlog so visoki deleži samo mobilne populacije v teh državah, kar potrди tudi regresijska analiza. Najvišji optimalni delež fiksnih enot je bil izračunan za Nemčijo, kjer je segment samo mobilnih znatno manjši kot v drugih državah.

Na koncu sem se ukvarjala še z vprašanjem, kakšen je optimalni parameter mešanja v različnih okoliščinah in kako nanj vplivajo določeni dejavniki. Vir kontrolnih podatkov nima bistvenega vpliva na rezultat, kar potrjuje robustnost analitične rešitve. Ugotavljam, da je razmerje stroškov – koliko dražja je mobilna anketa v primerjavi s fiksno – najpomembnejši dejavnik določanja optimalnega parametra mešanja, kar potrди tudi regresijska analiza. Ko ni razlike v stroških, je optimalneje anketirati več mobilnih enot, razen v Nemčiji, kjer je pokritost s fiksnim telefonom še vedno zelo visoka. Po drugi strani pa je v primeru veliko dražjega mobilnega anketiranja povsod najugodnejše vzeti več fiksnih enot. Pri večjih razlikah v stroških je optimizacijska funkcija bolj strma in ni več toliko nepomembno, kje izbrati minimum. Ko smo omejeni z določenim proračunom in želimo optimizirati tudi velikost vzorca, je bolje imeti še višji delež fiksnih anket.

Pri uporabi tega postopka pa se moramo vseeno zavedati določenih težav, zaradi katerih so lahko dobljene rešitve vprašljive in neposposljive. Vzroki za to so v naslednjih dejstvih: ocene populacijskih deležev slonijo na vzorčnih ocenah samih, dovolj natančnih ocen razmerja stroškov fiksnih in mobilnih anket nimamo, poleg tega pa smo zavzeli tudi določene problematične predpostavke, zlasti to, da ni pristranskosti in da je stopnja odgovora enaka v obeh podvzorcih.

V prihodnosti pričakujemo še pogostejšo rabo podvojenih vzorčnih okvirov, zato je pomembno nadaljevati raziskave na tem področju, tako na temo določanja optimalne razporeditve vzorca kot širše. Za izboljšanje optimizacijskega postopka bi morali odstraniti določene šibke predpostavke, kar bi zahtevalo še bolj kompleksne enačbe in izračune, kar bi bilo izvedljivo in upravičeno, če bi imeli boljše kontrolne podatke. V nadaljnjih raziskavah bi bilo zato treba poenotiti formulacijo vprašanj za določanje posedovanja in dosegljivosti po telefonu, da bi razpolagali z enakimi vprašanji v različnih virih. Dobro bi bilo, da se ta vprašanja vključijo v čim več raziskav. Pred tem

bi seveda veljalo premisliti, kakšna je najboljša oblika vprašanja, kar zahteva dodatne raziskave na tem področju. Izboljšati bi se dalo tudi stroškovni model, da bi bolje upošteval razlike fiksnih in variabilnih stroškov pri anketiranju preko fiksnega in mobilnega telefona. Še eno vprašanje, ki ga nismo dovolj podrobno pogledali, so razlike v sociodemografski strukturi segmentov – tudi te bi veljalo podrobneje obravnavati v sklopu optimizacije.

9 Literatura

- Belak, Eva. 2007. *Vpliv uporabe mobilnih telefonov na anketno zbiranje podatkov*. Magistrsko delo. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
- Biemer, Paul. 1983. *Optimal dual frame design: Results of a simulation study*. Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association. Dostopno prek: http://www.amstat.org/sections/srms/proceedings/papers/1983_121.pdf (23. november 2009).
- in Lars E. Lyberg. 2003. *Introduction to survey quality*. Hoboken: Wiley.
- Blumberg, Stephen J. in Jullian V. Luke. 2009. *Wireless substitution: Early release of estimates from the National Health Interview Survey, July-December 2008*. National Center for Health Statistics. Dostopno prek: <http://www.cdc.gov/nchs/nhis.htm> (29. julij 2010).
- Brick, J. Michael, Sarah Dipko, Presser Stanley, Clyde Tucker in Yuan Yangyang. 2006. Nonresponse bias in a Dual Frame Sample of Cell and Landline Numbers. *Public opinion Quarterly* 70 (5): 780-793.
- Pat D. Brick, Sarah Dipko, Presser Stanley, Clyde Tucker in Yuan Yangyang. 2007. Cell Phone Survey Feasibility in the U.S.: Sampling and calling cell numbers versus landline numbers. *Public opinion Quarterly* 71 (1): 23-39.
- Sherman W. Edwards in Lee Sunghee. 2007. Sampling telephone numbers and adults, interview length, and weighting in the California health interview survey cell phone pilot study. *Public Opinion Quarterly* 71 (5): 793-813.
- 2009. *Dual Frame Theory Applied to Landline and Cell Phone Surveys*. Survey Research Methods Section Webinar, American Association for Public Opinion Research, (10. november).
- Ismael F. Cervantes, Sunghee Lee in Greg Norman. 2010. *Nonsampling Errors in Dual Frame Telephone Surveys*. Neobjavljen vir.
- Callegaro, Mario, Charote Steeh, Trent D. Buskirk, Vasja Vehovar, Vesa Kuusela in Linda Piekarski. 2007. Fitting disposition codes to mobile phone surveys: experiences from studies in Finland, Slovenia and the USA. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 170 (3): 647-670.
- Cochran, William G. 1978. *Sampling techniques* (3rd ed.). New York: Wiley.
- Deming, Edwards W. 1950. *Some theory of sampling*. New York: Wiley.

- 1953. On a probability mechanism to attain an economic balance between the resultant error of response and the bias of nonresponse. *Journal of the American Statistical Association* 48 (264): 743–772.
- European Commission. 2008a. *Special Eurobarometer 293. E-communication Household Survey*. TNS public opinion & social. Dostopno prek: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_293_full_en.pdf (29. julij 2010).
- 2008b. *Flash Eurobarometer 251. Public attitudes and perceptions in the Euro area*. Bruselj: Gallup Europe [izdelava]. Koln: Gesis [založnik]. Dostopno prek: <http://info1.gesis.org/dbksearch13/sdesc2.asp?no=4743&db=e&doi=10.4232/1.10007> (29. julij 2010).
- 2009. *Flash Eurobarometer 251. Public attitudes and perceptions in the Euro area. Analytical Report*. Bruselj: Gallup Europe. Dostopno prek: http://ec.europa.eu/public_opinion/flash/fl_251_en.pdf (29. julij 2010).
- 2010. *Public Opinion. Methodology – Instrument Description*. Dostopno prek: http://ec.europa.eu/public_opinion/description_en.htm (29. julij 2010).
- European Social Survey*. Dostopno prek: <http://www.europeansocialsurvey.org/> (15. januar 2010).
- Gallup Europe. 2009. *Alec M. Gallup Future of Survey Research Forum. Incorporating Mobile Phones in Social and Policy-oriented Surveys*. Bruselj, 14. Oktober.
- Gesis. 2008. *Flash Eurobarometer: Sampling and Fieldwork*. Dostopno prek: <http://www.gesis.org/en/services/data/survey-data/eurobarometer-data-service/flash-eb/sampling-fieldwork/> (29. julij 2010).
- 2010. *Flash Eurobarometer: Weighting Overview*. Dostopno prek: <http://www.gesis.org/en/services/data/survey-data/eurobarometer-data-service/flash-eb/weighting-overview/> (29. julij 2010).
- Groves, Robert M. in James M. Lepkowski. 1982. *Alternative Dual Frame Mixed Mode Survey Designs*. Proceedings of the Survey Research Methods Section, American Statistical Association. Dostopno prek: https://www.amstat.org/sections/SRMS/Proceedings/papers/1982_028.pdf (26. oktober 2009).
- 1989. *Survey errors and survey costs*. Hoboken: Wiley.
- Floyd J. Fowler, Mick P. Couper, James M. Lepkowski, Eleanor Singer in Roger Tourangeau. 2004. *Survey methodology*. Hoboken: Wiley.

- Hansen, Morris H., William N. Hurwitz in William G. Madow. 1953. *Sample survey methods and theory*. New York: Wiley.
- Hartley, Hermann Otto. 1962 *Multiple Frame Surveys*. Proceedings of the Social Statistics Section, American Statistical Association.
- Kalton, Graham in Vasja Vehovar. 2001. *Vzorčenje v anketah*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
- Keeter, Scott. 2007. What's Missing From National Landline RDD Surveys? The Impact of Growing Cell-Only Population. *Public Opinion Quarterly* 71 (5): 772-792.
- Kennedy, Courtney. 2007. Evaluating the Effects of Screening for Telephone Service in Dual Frame RDD Surveys. *Public opinion Quarterly* 71 (5): 750-771.
- Kish, Leslie. 1965. *Survey sampling*. New York: Wiley.
- 1978. *Chance, Statistics, and Statisticians*. Journal of the American Statistical Association 73 (361): 1-6.
- Kuusela, Vesa, Mario Callegaro and Vasja Vehovar. 2008. The Influence of Mobile Telephones on Telephone Surveys. V *Advances in Survey Methodology*, ur. James M. Lepkowski, 87-112. Hoboken: Wiley.
- Labour Force Survey*. Dostopno prek: http://circa.europa.eu/irc/dsis/employment/info/data/eu_lfs/index.htm (15. januar 2010).
- Little, Roderick A. J. in Donald B. Rubin. 1987: *Statistical analysis with missing data*. Hoboken: Wiley.
- Lepkowski, James. M in Robert M. Groves. 1984. *The Impact of Bias on Dual Frame Survey Design. AMSE model*. Proceedings of the Section on Survey Research, American Statistical Association. Dostopno prek: http://www.amstat.org/sections/SRMS/Proceedings/papers/1984_051.pdf (26. oktober 2009).
- 1986. A Mean Squared Error Model for Dual Frame, Mixed Mode Survey Design. *Journal of the American Statistical Association* 396 (81): 930-937. Dostopno prek: <http://www.jstor.org/stable/2289062> (26. oktober 2009).
- Lessler, Judith T. in William D. Kalsbeek. 1992. *Nonsampling error in surveys*. New York: Wiley.
- Linacre, Susan J. in Dennis J. Trewin. 1993. Total survey design – Application to a collection of the construction industry. *Journal of Official Statistics* 9 (3): 611–621.

- Link, Michael W., Michael Battaglia, Martin P. Frankel, Larry Osborn in Ali H. Mokdad 2007. Reaching the U.S. cell phone generation: Comparison of cell phone survey results with an ongoing landline telephone survey. *Public Opinion Quarterly* 71 (5): 814-839.
- Statistični urad. 2008. *Anketa o delovni sili – opremljenost gospodinjstev s telefoni 2003–2008*.
- Traugott, Michael W., Robert. M. Groves in James M. Lepkowski. 1987. Dual Frame Designs to Reduce Nonresponse. *Public Opinion Quarterly* 51 (4): 522-539.
- Tucker, Clyde, Michael J. Brick in Brian Meekins. 2007. Household telephone service and usage patterns in the united states in 2004: Implications for telephone samples. *Public Opinion Quarterly* 71 (1): 3-22.
- Vehovar, Vasja, Eva Belak, Zenel Batagelj in Sanja Čikić. 2004. Mobile phone surveys: The Slovenian case study. *Metodološki zvezki (Advances in Methodology and Statistics)* 1 (1): 1-19.
- in Ana Slavec. 2009. *Preference for mobile interview surveys? Interplay of costs, errors and biases*. Alec M. Gallup Future of Survey Research Forum. Incorporating Mobile Phones in Social and Policy-oriented Surveys. Bruselj, 14. oktober.
- Nejc Berzelak in Katja Lozar Manfreda. 2010. Mobile Phones in an Environment of Competing Survey Modes: Applying Metric for Evaluation of Costs and Errors. *Social Sciences Computer Review* 28 (3): 303-318.
- Weisberg, Herbert. F. 2005. *The total survey error approach: A guide to the new science of survey research*. Chicago: University of Chicago Press.

Priloge

Priloga A: Enačbe

Slika A.1: Razlaga enačbe (5.14)

$$f(x) = \frac{x^3 \cdot H + x^2 \cdot I + x \cdot J + K}{x^3 \cdot L + x^2 \cdot M + x \cdot N}$$

$$H = \left((w_{f3} - w_{m3}) \cdot \left((c-1) \cdot \left(\frac{W_1^2 \cdot S_1^2}{w_{f1}} + \frac{W_2^2 \cdot S_2^2}{w_{f2}} \right) + (1-c) \cdot \left(\frac{W_4^2 \cdot S_4^2}{w_{m1}} + \frac{W_5^2 \cdot S_5^2}{w_{m2}} \right) \right) \right) - (W_3^2 \cdot S_3^2 \cdot (1-c))$$

$$I = W_3^2 \cdot S_3^2 \cdot (1-2c) + (c \cdot w_{m3} + (1-2c) \cdot w_{f3}) \cdot \left(\frac{W_1^2 \cdot S_1^2}{w_{f1}} + \frac{W_2^2 \cdot S_2^2}{w_{f2}} \right) + (W_{m3} + c) \cdot \left(\frac{W_4^2 \cdot S_4^2}{w_{m1}} + \frac{W_5^2 \cdot S_5^2}{w_{m2}} \right)$$

$$J = w_{f3} \cdot c \cdot \left(\frac{W_1^2 \cdot S_1^2}{w_{f1}} + \frac{W_2^2 \cdot S_2^2}{w_{f2}} \right) + w_{m3} \cdot \left((1-c) \cdot \left(\frac{W_1^2 \cdot S_1^2}{w_{f1}} + \frac{W_2^2 \cdot S_2^2}{w_{f2}} \right) + c \cdot \left(\frac{W_4^2 \cdot S_4^2}{w_{m1}} + \frac{W_5^2 \cdot S_5^2}{w_{m2}} \right) \right) + W_3^2 \cdot S_3^2 \cdot c$$

$$K = w_{m3} \cdot c \cdot \left(\frac{W_1^2 \cdot S_1^2}{w_{f1}} + \frac{W_2^2 \cdot S_2^2}{w_{f2}} \right)$$

$$L = w_{m3} - w_{f3}$$

$$M = w_{f3}$$

$$N = w_{m3}$$

Slika A.2: Opis polinoma p(x) na sledečih dveh slikah (Slika A.3 in Slika A.4)

$$f'(x) = \frac{x^4(HM - IL) + 2x^3(HN - JL) + x^2(IN - JM - 3KL) + 2xKM - KN}{(x^3L + x^2M + xN)^2} = \frac{p(x)}{q(x)}$$

$$p(x) = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e;$$

$$a = HM - IL$$

$$b = HN - JL$$

$$c = IN - JM - 3KL$$

$$d = 2KM$$

$$e = -KN$$

Slika A.3: Rešitve polinoma četrte stopnje (rešitev 1 in rešitev 2)

$$\text{In}[1]= \text{p}[x_] = a x^4 + b x^3 + c x^2 + d x + e$$

$$\text{Out}[1]= e + d x + c x^2 + b x^3 + a x^4$$

$$\text{In}[2]= \text{Solve}[p[x] = 0, x]$$

$$\begin{aligned} \text{Out}[2]= & \left\{ \left\{ x \rightarrow -\frac{b}{4a} - \right. \right. \\ & \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4} \right.} \\ & \quad \left. (c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} + \\ & \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 +} \\ & \quad \left. (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \left. \right\} - \\ & \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{2a^2} - \frac{4c}{3a} - (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72a} \right.} \\ & \quad \left. ce + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} - \\ & \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 +} \\ & \quad \left. (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3} - \left(-\frac{b^3}{a^3} + \frac{4bc}{a^2} - \frac{8d}{a} \right) /} \\ & \left(4 \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) +} \right.} \\ & \quad \left. \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \right) + \\ & \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 +} \\ & \quad \left. (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \left. \right\} \left. \right\}, \\ & \left\{ x \rightarrow -\frac{b}{4a} - \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e -} \right.} \right. \\ & \quad \left. 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \right) + \\ & \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 +} \\ & \quad \left. (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \left. \right\} + \\ & \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{2a^2} - \frac{4c}{3a} - (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72a} \right.} \\ & \quad \left. ce + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} - \\ & \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 +} \\ & \quad \left. (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3} - \left(-\frac{b^3}{a^3} + \frac{4bc}{a^2} - \frac{8d}{a} \right) /} \\ & \left(4 \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) +} \right.} \\ & \quad \left. \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \right) + \\ & \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace) + \sqrt{(-4 (c^2 - 3bd + 12ae)^3 +} \\ & \quad \left. (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2 \right)^{1/3}} \left. \right\} \left. \right\}, \end{aligned}$$

Slika A.4: Rešitve polinoma četrte stopnje (rešitev 3 in rešitev 4)

$$\begin{aligned}
 & \left\{ x \rightarrow -\frac{b}{4a} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)})^{1/3} \right)} + \right. \\
 & \quad \left. \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} \left(2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)} \right)^{1/3} \right\} - \\
 & \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{2a^2} - \frac{4c}{3a} - (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)})^{1/3} \right)} - \\
 & \quad \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} \left(2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)} \right)^{1/3} + \left(-\frac{b^3}{a^3} + \frac{4bc}{a^2} - \frac{8d}{a} \right) / \\
 & \quad \left(4 \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)})^{1/3} \right)} + \right. \\
 & \quad \left. \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} \left(2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)} \right)^{1/3} \right) \left. \right\} \left. \right\} \left. \right\}, \\
 & \left\{ x \rightarrow -\frac{b}{4a} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)})^{1/3} \right)} + \right. \\
 & \quad \left. \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} \left(2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)} \right)^{1/3} \right\} + \\
 & \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{b^2}{2a^2} - \frac{4c}{3a} - (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)})^{1/3} \right)} - \\
 & \quad \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} \left(2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)} \right)^{1/3} + \left(-\frac{b^3}{a^3} + \frac{4bc}{a^2} - \frac{8d}{a} \right) / \\
 & \quad \left(4 \sqrt{\left(\frac{b^2}{4a^2} - \frac{2c}{3a} + (2^{1/3} (c^2 - 3bd + 12ae)) \right) / \left(3a (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)})^{1/3} \right)} + \right. \\
 & \quad \left. \frac{1}{3 \times 2^{1/3} a} \left(2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace + \sqrt{(-4(c^2 - 3bd + 12ae)^3 + (2c^3 - 9bcd + 27ad^2 + 27b^2e - 72ace)^2)} \right)^{1/3} \right) \left. \right\} \left. \right\} \left. \right\}
 \end{aligned}$$

Priloga B: Opis virov podatkov

Tabela B.1: Primerjava metodologij pri različnih virih populacijskih podatkov

Anketa	Kratica	Leto	Populacija	Način anketiranja
Gallupova populacijska ocena	GPE	?	15+	Neznan (različni)
Flash Eurobarometer	Flash EB	2008	15+	CATI (fixed+mobile)
Eurobarometer	EB	2009	16+	CATI
Labour force survey	LFS	2008	15+	PAPI and CATI
European Social Survey	ESS	2008	16+	PAPI
Current Population Survey	CPS	2004	?	PAPI
National Health Interview Survey	NHIS	2007	?	PAPI
California Health Interview Survey	CHIS	2006, 2007	?	CATI (fixed+mobile)
Pew research Center	PEW	2006-09	?	CATI (fixed+mobile)
PEW and MacNeil-Lehrer GenNext Survey	PEW MN-L	2006	?	CATI (fixed+mobile)

Tabela B.2: Formulacija vprašanja o posedovanju telefona v različnih anketah

Anketa	Posedovanje fiksnega telefona	Posedovanje mobilnega telefona
EB	Do you own a fixed telephone in your household?	Do you own a personal mobile telephone?
Flash EB	[Mobilni podvzorec] – D11b. Do you have a fixed telephone at home?	[Fiksni podvzorec] – D11a. Do you personally have a mobile phone?
LFS	F71. Does your household have a fixed phone?	F72. Do you have your own mobile phone (including company mobile phone)?
ESS	DOD1. Is there a fixed-line telephone in (your part of) this accommodation? (Note: "your part of" refers to separate 'households' living in the same building, not rooms within a household)	DOD2. Do you personally have a mobile telephone?
CPS	Q1. [...] How many different landline telephone numbers does your household have? Q1a. Excluding any numbers used only for faxes and computers, how many of these (Q1) landline phones are used for incoming calls?	Q2. Do you or any other members of your household have a working cellular phone number?
NHIS	N1. Is there at least one telephone inside your home that is currently working and is not a cellular phone?	N2. Does anyone in your family have a working cellular telephone?
CHIS 2007	[Mobilni podvzorec] – CC1. Is this cell phone your only phone or do you also have a regular telephone at home?	[Fiksni podvzorec] – CL1. Do you have a working cell phone?
CHIS 2005	[Mobilni podvzorec] – Is this cell phone your only phone or do you also have a regular telephone at home?	/
PEW 2008/09	[Mobilni podvzorec] – PC1. Now thinking about your telephone use ... Is there at least one telephone INSIDE your home that is currently working and is not a cell phone?	[Fiksni podvzorec] – PL1. Now thinking about your telephone use ... Do you have a working cell phone?
PEW 2006	[Mobilni podvzorec] – Is the cell phone your only phone or do you also have a regular telephone at home?	[Fiksni podvzorec] – Do you happen to have a cell phone or not?
PEW MN-L 2006	[Mobilni podvzorec] – Is this cell phone your only phone or do you also have a regular telephone at home?	[Fiksni podvzorec] – Do you happen to have a cell phone or not?

Viri: European Commission (2009), European Social Survey, Labour Force Survey, Tucker in drugi (2007), Brick in drugi (2010), Brick in drugi (2007), Keeter in drugi (2007).

Tabela B.3: Formulacija vprašanj o dostopnosti po telefonu v različnih anketah

Anketa	Dosegljivost po fiksnem telefonu	Dosegljivost po mobilnem telefonu
LFS	/	/
ESS	/	/
EB	/	/
Flash BE	[Mobilni podvzorec] D15. Could I have reached you just now on your fixed home phone?	[Fiksni podvzorec] D14. Could I have reached you just now on your mobile phone? [Oba podvzorca] D16. How often are you reachable on your mobile phone? Would you say...? 1 - Always, 2 - Most of the time, 3 - Some of the time, 4 - Rarely, or 5 - Your phone is only switched on when you make a call.
	[Oba] D13. Thinking about all the phone calls you make, do you make more calls with your mobile phone or more calls with your fixed home phone? 1 – A lot more with mobile phone, 2 – A few more with mobile phone, 3 – About equal, 4 – A few more with fixed home phone, or 5 – A lot more with fixed home phone.	
CPS	Q1b. Excluding any numbers used only for faxes and computers, do you or any other member of your household take incoming calls on a landline number?	Q2d. Do you regularly answer this cell phone number? Q2e. Is this cell phone number answered by more than one household member? Q3. Of all the phone calls that you or any other members of your household receive, about how many are received on a cell phone? Would you say 1 – All or almost all calls, 2 – More than half, 3 – Less than half, or 4 – Very few or none? N4. Of all the telephone calls that your family receives, are ... All or almost all calls received on cell phones? Some received on cell phones and some on regular phones? Very few or none received on cell phones?
NHIS	/	
CHIS 2007	/	[Oba podvzorca] C2. Of all the telephone calls that you receive, are ... Almost all calls received on cell phones? Some received on cell phones and some on regular phones? Very few or none received on cell phones?
CHIS 2005	/	[Oba podvzorca] Compared to your regular home phone, do you ... receive many more calls on your cell phone, receive somewhat more calls on your cell phone, receive somewhat fewer calls on your cell phone, or receive many fewer calls on your cell phone? [About the same if volunteered]
PEW 2008/09		[Oba podvzorca] P2. Of all the telephone calls that you receive, do you get ... Almost all calls received on cell phones? Some received on cell phones and some on regular phones? Very few or none received on cell phones? [Rotate options – keeping SOME in the middle]
PEW 2006	[Oba podvzorca] Thinking about all the phone calls you make, do you make more calls with your cell phone or more calls with your regular home phone? [IF use cell phone more] Would that be a LOT MORE or just a FEW more with your cell phone? [IF use regular phone more] Would that be a LOT MORE or just a FEW more with your regular home phone?	
PEW MN-L 2006	/	[Both samples] Of all the phone calls that you receive, about how many are received on a cell phone? Would you say ... 1 – All or almost all, 2 – More than half, 3 – Less than half, or 4 – Very few or none.

Viri: European Commission (2009), European Social Survey, Labour Force Survey, Tucker in drugi (2007), Brick in drugi (2010), Brick in drugi (2007), Keeter in drugi (2007).

Priloga C: Podrobnosti izvedenih analiz

Populacijska struktura

Tabela C.1: Populacijski podatki o posedovanju telefona

Država	Vir	Samo fiksni	Prekrivanje	Samo mobilni	Skupaj
AT	GPE	12,4	43,4	44,2	100
	EB 2009	10,1	38,0	51,9	100
	ESS 2006	10,8	62,2	27,0	100
	LFS 2008	-	-	-	-
BE	GPE	13,0	64,5	22,5	100
	EB 2009	8,8	59,1	32,0	100
	ESS 2008	9,4	68,5	22,1	100
	LFS	-	-	-	-
DE	GPE	17,1	78,1	4,9	100
	EB 2009	15,7	77,1	7,2	100
	ESS 2008	14,4	80,2	5,3	100
	LFS 2008	-	-	-	-
ES	GPE	21,1	56,7	22,2	100
	EB 2009	20,2	46,3	33,5	100
	ESS 2008	15,3	62,4	22,3	100
	LFS 2008	-	-	-	-
FR	GPE	21,1	56,7	22,2	100
	EB 2009	14,6	72,0	13,4	100
	ESS 2008	17,1	75,6	7,3	100
	LFS 2008	/	/	/	/
IT	GPE	7,9	53,7	38,4	100
	EB 2009	7,0	58,3	34,7	100
	ESS 2008	-	-	-	-
	LFS	-	-	-	-
PT	GPE	12,8	43,4	43,8	100
	EB 2009	11,3	42,6	46,1	100
	ESS 2008	14,5	53,5	32,0	100
	LFS 2008	-	-	-	-
SI	GPE	12,3	71,3	16,3	100
	EB 2009	8,2	76,8	15,0	100
	ESS 2008	11,6	78,8	9,6	100
	LFS 2008	6,2	77,6	16,2	100

Viri: Gallup Europe (2009), Statistični urad (2008).

Tabela C.2: Regijska struktura na neutženem vzorcu in na populaciji

	% po stolpcih	Vzorec	Populacija		% po stolpcih	Vzorec	Populacija	
AT	11	3,4	3,5	FR	1	18,5	18,5	
	12	19,4	19,2		2	16,6	17,8	
	13	19,4	19,8		3	6,7	6,6	
	21	7,2	7,0		4	8,7	8,8	
	22	14,7	14,8		5	13,1	13,4	
	31	17,3	16,9		6	11,7	10,8	
	32	6,3	6,3		7	11,5	11,9	
	33	8,3	8,2		8	13,2	12,2	
	34	4,0	4,2		Skupaj	100	100	
	Skupaj	100	100					
BE	1	11,3	9,8	IT	1	24,1	26,3	
	2	54,0	57,7		2	19,6	18,8	
	3	34,8	32,5		3	18,8	19,2	
	Skupaj	100	100		4	25,9	24,2	
			5		11,6	11,5		
DE	1	3,6	3,4	Skupaj	100	100		
	2	1,6	2,1	PT	11	34,6	35,6	
	3	9,2	9,7		15	4,1	3,8	
	4	0,6	0,8		16	24,5	22,7	
	5	22,3	21,9		17	26,7	25,7	
	6	6,9	7,4		18	5,5	7,5	
	7	4,5	4,9		20	2,5	2,3	
	8	10,8	13,0		30	2,1	2,4	
	9	13,9	15,1		Skupaj	100	100	
	10	1,2	1,3		SI	1	6,3	6,2
	11	5,5	4,1			2	16,4	17,4
	12	3,4	3,1	3		3,7	4,1	
	13	2,7	2,1	4		12,9	8,7	
	14	6,2	5,2	5		2,3	2,5	
	15	3,9	3,0	6		3,5	3,1	
	16	3,9	2,9	7		6,9	6,8	
	Skupaj	100	100	8		24,5	30,2	
ES	1	11,0	10,5	9		9,8	8,2	
	2	8,9	10,1	10		2,5	1,8	
	3	14,7	13,3	11		5,9	6,3	
	4	11,8	12,9	12		5,3	4,8	
	5	28,6	27,8	Skupaj	100	100		
	6	21,8	21,3					
	7	3,3	4,1					
	Skupaj	100	100					

Vir: Gallup Europe (2009)

Tabela C.3: Spolno-starostna struktura na neuteženem vzorcu in na populaciji

% po stolpcih	AT		BE		DE		ES		FR		IT		PT		SI	
	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Vz.	Pop.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.
M 15-29	4,8	11,2	5,1	11,2	12,0	10,4	8,8	8,6	11,7	11,9	8,8	11,9	6,5	9,8	12,2	8,2
Ž 15-29	4,7	10,9	5,8	11,0	7,6	10,1	10,7	8,5	11,3	11,2	12,0	11,7	8,3	9,4	11,4	9,2
M 30-49	13,7	18,6	14,5	17,6	17,5	18,0	18,8	13,0	17,6	19,2	12,3	16,9	17,3	18,2	17,9	14,6
Ž 30-49	17,4	18,4	20,0	17,3	15,5	17,2	23,1	20,1	17,8	18,5	20,9	17,2	20,0	18,0	17,2	17,0
M 50-64	10,6	10,2	10,5	11,1	13,0	10,6	9,9	10,4	10,1	9,6	12,6	11,0	12,8	10,5	11,5	11,1
Ž 50-64	20,7	10,7	17,1	11,2	13,2	10,7	13,2	13,1	11,1	10,0	15,7	11,4	18,1	11,0	11,3	15,1
M 65+	9,6	8,1	11,2	8,6	9,9	9,6	5,9	8,0	8,5	8,3	6,3	8,2	5,3	9,7	7,1	7,0
Ž 65+	18,4	11,9	15,7	12,0	11,5	13,4	9,7	18,4	11,9	11,2	11,5	11,7	11,7	13,5	11,4	17,9
Skupaj	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Vir: Gallup Europe (2009)

Tabela C.4: Poklicna struktura na neuteženem vzorcu in na populaciji

% po stolpcih	AT		BE		DE		ES		FR		IT		PT		SI	
	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Vz.	Pop.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.	Vz.	Pop.
Zaposlen	44,6	48,1	57,4	47,0	53,8	52,0	51,1	59,4	50,7	35,6	47,4	53,9	53,8	53,5	49,4	44,8
Upokojen	35,5	20,4	26,1	29,0	15,8	13,6	28,4	33,0	22,6	17,1	39,5	26,2	28,8	23,8	28,0	35,9
Drugo	19,9	31,5	16,5	24,0	30,4	34,4	20,5	7,7	26,7	47,3	13,2	19,9	17,3	22,7	22,6	19,4
Skupaj	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Vir: Gallup Europe (2009)

Predstavitev uteženih podatkov

Tabela C.5: Neuteženi in originalno uteženi podatki za izbrane spremenljivke

	AT		BE		DE		ES		FR		IT		PT		SI	
	uw	w4	uw	w4	uw	w4	uw	w4	uw	w4	uw	w4	uw	w4	uw	w4
c1	61,6	62,3	70,0	70,9	76,6	76,2	79,9	79,9	66,6	66,3	67,8	66,2	61,0	60,9	68,5	69,0
c2	63,3	64,9	63,3	65,7	51,5	51,4	46,2	46,8	45,5	45,0	47,4	45,6	38,3	38,1	62,5	63,1
q12a	73,7	74,4	65,9	65,6	76,0	75,8	89,4	89,3	79,1	79,5	88,4	87,8	85,9	85,7	83,8	83,1
q12b	61,8	60,6	54,9	55,6	56,2	55,9	67,1	67,4	64,4	66,7	58,8	58,8	71,2	71,0	67,4	67,5
q12c	82,9	83,6	75,8	75,9	82,9	82,3	86,2	85,9	85,9	86,8	73,2	73,1	86,3	86,5	85,7	84,6
q12d	16,3	17,1	14,7	14,8	16,5	16,2	27,6	27,8	12,8	13,1	10,2	9,4	6,6	6,9	19,1	18,0
q12e	34,2	34,5	38,3	38,2	28,0	27,4	37,1	37,6	53,8	56,1	49,4	47,4	30,2	30,3	35,4	34,6
q12f	30,6	32,2	49,1	51,2	49,8	49,6	77,3	77,4	56,6	58,3	73,0	72,2	68,4	69,1	59,8	62,1
q16a	20,4	19,4	18,1	17,4	25,8	25,1	38,8	39,6	30,1	29,9	28,2	26,8	23,6	23,1	25,9	27,9
q16b	19,1	19,1	11,3	11,5	22,8	22,1	21,5	20,8	24,9	23,7	17,0	15,0	11,3	10,9	18,8	19,2

Tabela C.6: Povprečja izbranih spremenljivk po državah in stratumih

		c1	c2	q12a	q12b	q12c	q12d	q12e	q12f	q16a	q16b
AT	Samo M	54,5	60,7	73,3	72,5	82,4	14,6	32,4	24,7	20,7	10,5
	Samo M*	75,1	68,3	79,5	67,3	85,0	23,0	40,7	34,0	22,5	23,1
	Prekriv.*	67,0	70,9	84,1	58,7	84,1	13,0	28,5	37,8	16,4	16,4
	Samo F*	67,9	68,2	71,9	61,7	83,3	17,1	42,6	24,8	17,1	22,6
	Samo F	46,9	50,6	59,9	47,3	79,8	14,9	28,5	33,2	20,7	19,7
BE	Samo M	68,4	60,0	65,2	51,0	71,0	11,1	36,7	49,3	24,7	10,4
	Samo M*	83,7	78,2	64,9	54,6	70,7	16,7	32,7	41,4	14,1	11,9
	Prekriv.*	67,3	62,5	78,0	59,4	87,6	11,8	48,9	65,4	19,5	15,8
	Samo F*	75,3	68,1	67,4	59,5	77,8	15,6	36,5	45,9	17,1	10,8
	Samo F	54,9	54,6	54,7	51,9	75,7	19,7	35,2	51,0	15,4	9,5
DE	Samo M	71,8	36,4	65,4	53,6	82,8	20,0	40,5	54,7	32,4	21,6
	Samo M*	80,5	59,3	76,9	52,0	74,9	16,8	23,0	51,2	21,2	20,3
	Prekriv.*	81,6	57,5	84,0	64,5	83,7	15,5	27,3	51,1	25,4	24,4
	Samo F*	71,2	51,3	83,9	61,5	89,0	17,3	19,0	39,9	26,8	23,5
	Samo F	73,3	46,5	71,6	50,6	86,5	13,0	27,7	50,2	25,1	24,1
ES	Samo M	78,5	46,4	88,5	71,2	91,7	32,7	42,3	85,7	49,6	23,6
	Samo M*	87,8	59,3	95,1	71,4	85,8	33,4	28,5	80,1	37,2	17,3
	Prekriv.*	83,0	51,9	90,9	74,1	85,6	27,0	38,6	80,7	42,0	23,3
	Samo F*	80,9	36,8	89,1	64,0	82,6	21,2	31,8	72,3	31,5	19,8
	Samo F	67,4	34,9	82,3	55,2	84,6	25,1	46,2	67,1	41,1	21,9
FR	Samo M	62,7	36,9	73,8	74,3	86,3	7,1	57,3	62,4	24,1	18,5
	Samo M*	72,1	45,6	86,4	60,1	84,0	15,6	64,6	60,1	27,0	27,2
	Prekriv.*	68,8	53,0	79,3	69,7	85,3	11,2	53,8	56,4	35,6	25,6
	Samo F*	73,7	50,6	84,5	65,7	90,8	15,7	54,1	59,2	30,9	23,6
	Samo F	53,5	38,5	74,7	61,9	88,7	15,4	49,6	54,0	33,9	27,9
IT	Samo M	54,9	40,0	80,6	60,0	66,8	16,1	49,8	69,0	30,7	13,3
	Samo M*	83,9	67,5	91,1	64,1	73,4	5,2	41,2	79,3	31,3	11,5
	Prekriv.*	76,3	54,4	95,7	62,4	78,4	7,7	42,5	78,6	26,6	16,7
	Samo F*	69,3	44,4	91,5	55,9	80,2	7,9	51,0	70,2	19,5	16,1
	Samo F	49,5	23,7	81,2	54,3	68,3	11,5	55,2	64,8	28,5	19,2
PT	Samo M	61,3	35,8	92,4	74,5	87,3	8,4	30,7	72,8	27,4	13,8
	Samo M*	71,4	54,3	91,0	79,8	90,7	6,9	35,8	68,3	24,8	11,1
	Prekriv.*	71,6	46,6	86,5	77,3	89,9	6,4	31,5	79,1	24,1	12,8
	Samo F*	57,9	37,5	87,9	69,1	87,0	4,8	28,4	66,4	17,9	6,2
	Samo F	40,5	24,0	72,0	54,3	76,8	3,1	27,0	49,1	22,9	13,1
SI	Samo M	70,3	55,1	85,4	62,8	76,4	13,2	43,3	61,0	33,8	16,6
	Samo M*	72,1	65,9	87,6	71,0	80,3	15,1	27,4	70,1	32,3	29,5
	Prekriv.*	76,6	68,3	85,7	71,2	87,9	16,2	33,9	55,5	26,2	19,4
	Samo F*	68,7	68,1	77,8	65,6	92,6	27,5	40,7	66,5	21,9	13,0
	Samo F	56,4	58,7	80,7	66,8	87,0	18,5	28,0	57,1	23,0	18,4
Skupaj	Samo M	63,5	46,0	79,7	65,9	80,3	14,9	39,9	60,1	29,7	15,1
	Samo M*	79,4	62,5	83,0	63,0	79,4	17,5	36,6	60,6	26,1	19,1
	Prekriv.*	74,5	59,2	85,6	67,5	85,3	13,8	36,6	60,5	26,8	19,7
	Samo F*	72,3	55,2	79,7	61,8	83,9	15,5	39,3	53,4	22,6	17,1
	Samo F	55,9	41,2	72,5	55,5	81,7	15,9	37,7	53,9	27,5	19,5

Opomba: uteženo z w5

Tabela C.7: Variance izbranih spremenljivk po državah in stratumih

		c1	c2	q12a	q12b	q12c	q12d	q12e	q12f	q16a	q16b
AT	Samo M	0,25	0,24	0,20	0,20	0,15	0,13	0,22	0,19	0,16	0,09
	Samo M*	0,19	0,22	0,16	0,22	0,13	0,18	0,24	0,23	0,18	0,18
	Prekriv.*	0,22	0,21	0,13	0,24	0,13	0,11	0,20	0,24	0,14	0,14
	Samo F*	0,22	0,22	0,20	0,24	0,14	0,14	0,25	0,19	0,14	0,18
	Samo F	0,25	0,25	0,24	0,25	0,16	0,13	0,21	0,22	0,17	0,16
BE	Samo M	0,22	0,24	0,23	0,25	0,21	0,10	0,23	0,25	0,19	0,09
	Samo M*	0,14	0,17	0,23	0,25	0,21	0,14	0,22	0,24	0,12	0,11
	Prekriv.*	0,22	0,24	0,17	0,24	0,11	0,11	0,25	0,23	0,16	0,13
	Samo F*	0,19	0,22	0,22	0,24	0,17	0,13	0,23	0,25	0,14	0,10
	Samo F	0,25	0,25	0,25	0,25	0,19	0,16	0,23	0,25	0,13	0,09
DE	Samo M	0,20	0,23	0,23	0,25	0,14	0,16	0,24	0,25	0,22	0,17
	Samo M*	0,16	0,24	0,18	0,25	0,19	0,14	0,18	0,25	0,17	0,16
	Prekriv.*	0,15	0,25	0,13	0,23	0,14	0,13	0,20	0,25	0,19	0,18
	Samo F*	0,21	0,25	0,14	0,24	0,10	0,14	0,16	0,24	0,20	0,18
	Samo F	0,20	0,25	0,21	0,25	0,12	0,11	0,20	0,25	0,19	0,18
ES	Samo M	0,17	0,25	0,10	0,21	0,08	0,22	0,25	0,12	0,25	0,18
	Samo M*	0,11	0,24	0,05	0,21	0,12	0,22	0,20	0,16	0,23	0,14
	Prekriv.*	0,14	0,25	0,08	0,19	0,12	0,20	0,24	0,16	0,24	0,18
	Samo F*	0,16	0,24	0,10	0,23	0,15	0,17	0,22	0,20	0,22	0,16
	Samo F	0,22	0,23	0,15	0,25	0,13	0,19	0,25	0,22	0,24	0,17
FR	Samo M	0,24	0,23	0,19	0,19	0,12	0,07	0,25	0,24	0,18	0,15
	Samo M*	0,20	0,25	0,12	0,24	0,13	0,13	0,23	0,24	0,20	0,20
	Prekriv.*	0,22	0,25	0,16	0,21	0,13	0,10	0,25	0,25	0,23	0,19
	Samo F*	0,20	0,25	0,13	0,23	0,08	0,13	0,25	0,24	0,22	0,18
	Samo F	0,25	0,24	0,19	0,24	0,10	0,13	0,25	0,25	0,23	0,20
IT	Samo M	0,25	0,24	0,16	0,24	0,22	0,14	0,25	0,21	0,21	0,12
	Samo M*	0,14	0,22	0,08	0,23	0,20	0,05	0,24	0,17	0,22	0,10
	Prekriv.*	0,18	0,25	0,04	0,24	0,17	0,07	0,25	0,17	0,20	0,14
	Samo F*	0,21	0,25	0,08	0,25	0,16	0,07	0,25	0,21	0,16	0,14
	Samo F	0,25	0,18	0,15	0,25	0,22	0,10	0,25	0,23	0,21	0,16
PT	Samo M	0,24	0,23	0,07	0,19	0,11	0,08	0,21	0,20	0,20	0,12
	Samo M*	0,21	0,25	0,08	0,16	0,09	0,07	0,23	0,22	0,19	0,10
	Prekriv.*	0,20	0,25	0,12	0,18	0,09	0,06	0,22	0,17	0,18	0,11
	Samo F*	0,25	0,24	0,11	0,22	0,12	0,05	0,21	0,23	0,15	0,06
	Samo F	0,24	0,18	0,20	0,25	0,18	0,03	0,20	0,25	0,18	0,11
SI	Samo M	0,21	0,25	0,13	0,24	0,18	0,12	0,25	0,24	0,23	0,14
	Samo M*	0,20	0,23	0,11	0,21	0,16	0,13	0,20	0,21	0,22	0,21
	Prekriv.*	0,18	0,22	0,12	0,21	0,11	0,14	0,22	0,25	0,19	0,16
	Samo F*	0,22	0,22	0,18	0,23	0,07	0,20	0,25	0,23	0,17	0,12
	Samo F	0,25	0,24	0,16	0,22	0,11	0,15	0,20	0,25	0,18	0,15
Skupaj	Samo M	0,23	0,25	0,16	0,22	0,16	0,13	0,24	0,24	0,21	0,13
	Samo M*	0,16	0,23	0,14	0,23	0,16	0,14	0,23	0,24	0,19	0,15
	Prekriv.*	0,19	0,24	0,12	0,22	0,13	0,12	0,23	0,24	0,20	0,16
	Samo F*	0,20	0,25	0,16	0,24	0,14	0,13	0,24	0,25	0,18	0,14
	Samo F	0,25	0,24	0,20	0,25	0,15	0,13	0,24	0,25	0,20	0,16

Opomba: uteženo z w5.

Tabela C.8: Povprečja izbranih spremenljivk po različnih virih (za Slovenijo) in stratumih

		c1	c2	q12a	q12b	q12c	q12d	q12e	q12f	q16a	q16b
GPE	Samo M	70,3	55,1	85,4	62,8	76,4	13,2	43,3	61,0	33,8	16,6
	Samo M*	72,1	65,9	87,6	71,0	80,3	15,1	27,4	70,1	32,3	29,5
	Prekriv.*	76,6	68,3	85,7	71,2	87,9	16,2	33,9	55,5	26,2	19,4
	Samo F*	68,7	68,1	77,8	65,6	92,6	27,5	40,7	66,5	21,9	13,0
	Samo F	56,4	58,7	80,7	66,8	87,0	18,5	28,0	57,1	23,0	18,4
LES	Samo M	70,1	55,1	85,5	62,9	76,8	13,4	43,0	60,7	33,7	16,4
	Samo M*	72,2	65,9	87,3	71,0	80,1	15,7	27,5	69,8	32,5	29,2
	Prekriv.*	76,5	68,5	85,6	70,8	87,7	16,5	33,9	55,1	25,9	19,4
	Samo F*	68,1	67,4	78,1	65,8	92,7	27,5	41,2	65,4	21,1	13,0
	Samo F	56,1	58,8	81,0	66,4	86,6	18,7	28,8	57,4	23,0	18,3
EP	Samo M	70,4	55,0	85,4	62,5	76,5	12,9	42,7	61,4	34,2	16,4
	Samo M*	72,2	66,0	87,5	70,5	80,3	15,5	27,6	70,2	32,3	29,0
	Prekriv.*	76,7	68,4	85,7	71,2	87,7	16,1	34,0	55,6	26,2	19,4
	Samo F*	68,7	67,6	77,5	65,5	92,2	27,7	40,9	66,2	22,3	13,1
	Samo F	56,5	58,4	80,6	67,2	87,2	18,1	27,8	57,0	23,4	18,6
ESS	Samo M	70,5	55,1	85,5	62,4	76,8	12,7	42,4	61,8	34,3	16,5
	Samo M*	72,2	65,9	87,5	70,3	80,4	15,5	27,6	70,2	32,1	28,9
	Prekriv.*	76,7	68,2	85,8	71,3	87,7	15,9	34,0	55,7	26,3	19,4
	Samo F*	68,7	67,3	77,1	65,4	92,1	28,0	40,8	66,1	22,6	13,0
	Samo F	56,5	58,4	80,7	67,2	87,2	17,9	27,9	56,8	23,6	18,7

Opomba: uteženo z w5.

Tabela C.9: Variance izbranih spremenljivk po različnih virih (za Slovenijo) in stratumih

		c1	c2	q12a	q12b	q12c	q12d	q12e	q12f	q16a	q16b
GPE	Samo M	0,21	0,25	0,13	0,24	0,18	0,12	0,25	0,24	0,23	0,14
	Samo M*	0,20	0,23	0,11	0,21	0,16	0,13	0,20	0,21	0,22	0,21
	Prekriv.*	0,18	0,22	0,12	0,21	0,11	0,14	0,22	0,25	0,19	0,16
	Samo F*	0,22	0,22	0,18	0,23	0,07	0,20	0,25	0,23	0,17	0,12
	Samo F	0,25	0,24	0,16	0,22	0,11	0,15	0,20	0,25	0,18	0,15
LES	Samo M	0,21	0,25	0,13	0,23	0,18	0,12	0,25	0,24	0,22	0,14
	Samo M*	0,20	0,23	0,11	0,21	0,16	0,13	0,20	0,21	0,22	0,21
	Prekriv.*	0,18	0,22	0,12	0,21	0,11	0,14	0,22	0,25	0,19	0,16
	Samo F*	0,22	0,22	0,17	0,23	0,07	0,20	0,25	0,23	0,17	0,12
	Samo F	0,25	0,25	0,16	0,23	0,12	0,15	0,21	0,25	0,18	0,15
EP	Samo M	0,21	0,25	0,13	0,24	0,18	0,11	0,25	0,24	0,23	0,14
	Samo M*	0,20	0,23	0,11	0,21	0,16	0,13	0,20	0,21	0,22	0,21
	Prekriv.*	0,18	0,22	0,12	0,21	0,11	0,14	0,22	0,25	0,19	0,16
	Samo F*	0,22	0,22	0,18	0,23	0,07	0,20	0,25	0,23	0,18	0,12
	Samo F	0,25	0,24	0,16	0,22	0,11	0,15	0,20	0,25	0,18	0,15
ESS	Samo M	0,21	0,25	0,12	0,24	0,18	0,11	0,25	0,24	0,23	0,14
	Samo M*	0,20	0,23	0,11	0,21	0,16	0,13	0,20	0,21	0,22	0,21
	Prekriv.*	0,18	0,22	0,12	0,21	0,11	0,13	0,22	0,25	0,19	0,16
	Samo F*	0,22	0,22	0,18	0,23	0,07	0,21	0,25	0,23	0,18	0,12
	Samo F	0,25	0,25	0,16	0,22	0,11	0,15	0,20	0,25	0,18	0,15

Opomba: uteženo z w5.

Testiranje enakosti variance

Tabela C.10: Test homogenosti variance (parameter mešanja x po segmentih)

	Levenova statistika	Prostnostne stopnje 1	Prostnostne stopnje 2	Stopnja značilnosti
x	0,000	4	2.395	1,000

Tabela C.11: ANOVA (parameter mešanja x po segmentih)

	Vsota kvadratov	Prostnostne stopnje	Srednji kvadrat (Mean square)	F	Stopnja značilnosti
Med skupinami	0,000	4	0,000	0,000	1,000
Znotraj skupin	68,826	2.395	0,029		
Skupaj	68,826	2.399			