

UNIVERZITET U BEOGRADU

SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Dragana D. Petrović

**UTICAJ VREMENSKIH USLOVA NA
NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU
PUTOVANJA**

doktorska disertacija

Beograd, 2017.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC
ENGINEERING

Dragana D. Petrović

**WEATHER IMPACT ON TRIP
GENERATION AND MODAL SPLIT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017.

Mentor: **dr Jadranka Jović**, redovni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Članovi komisije: **dr Jadranka Jović**, redovni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

dr Dejan Filipović, redovni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

dr Vladimir Đorić, docent,
Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet

Datum odbrane:

ZAHVALNICA

Na prvom mestu zahvalnost dugujem svom mentoru, prof. dr Jadranki Jović, koja me je uključila u svoj tim i upoznala sa osnovnim principima naučno-istraživačkog rada. Hvala na ukazanom poverenju, pruženoj podršci, smernicama, uputstvima i savetima tokom doktorskih studija i tokom izrade doktorske disertacije.

Veliku zahvalnost dugujem članovima Komisije, prof. dr Dejanu Filipoviću na korisnim savetima i pruženoj podršci tokom izrade disertacije i doc. dr Vladimiru Đoriću na savetima, komentarima i sugestijama koji su značajno uticali na konačni izgled ove doktorske disertacije. Dragom prof. dr Smiljanu Vukanoviću, članu Komisije za ocenu podobnosti kandidata i teme, dugujem zahvalnost za značajnu podršku tokom doktorskih studija.

Svojim dragim kolegama, a posebno kolegi Ivanu Ivanoviću, dugujem veliku zahvalnost za podršku, pomoć i razumevanje koje su mi nesebično pružali u prethodnom periodu. Zahvaljujem se svim učesnicima u istraživanjima i svima koji su na bilo koji način doprineli ovoj disertaciji.

Hvala rodbini i svim prijateljima koji su imali razumevanja za sva moja odricanja u prethodnom periodu, koja su neizostavni deo rada na doktorskoj disertaciji. Najviše hvala onima koji su pratili moj rad i pružali mi podršku na putu ka cilju.

Zahvaljujem se svojim porodicama, porodici Grujičić i porodici Petrović, na svemu što su mi omogućili i na bezgraničnoj podršci koju su mi pružili. Mami i tati veliko hvala za pruženo obrazovanje, a bratu za ljubav prema nauci.

Najveću zahvalnost dugujem svom suprugu na beskrajnom razumevanju i požrtvovanju tokom svih godina mojih doktorskih studija, kao i na moralnoj i praktičnoj podršci koju mi je svakodnevno pružao, a bez kojih bi rad na disertaciji bio daleko teži.

UTICAJ VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA

Rezime:

Vremenski uslovi su uglavnom izostavljeni iz istraživanja o transportnim zahtevima ili su razmatrani na pojednostavljen način sve do kraja devedesetih godina prošlog veka. U odnosu na broj radova koji istražuju uticaj vremenskih uslova na saobraćajnu infrastrukturu, ponašanje vozača i bezbednost saobraćaja, znatno manji broj radova bavi se uticajem vremenskih uslova na transportne zahteve. Poslednjih godina uticaj klimatskih i promena vremenskih uslova, kao strateški važne teme na globalnom nivou, postaju važne teme i u oblasti planiranja saobraćaja. Upravo u poslednjih nekoliko godina uočen je veliki porast interesovanja za istraživanje uticaja vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva.

Osnovna hipoteza doktorske disertacije jeste da vremenski uslovi utiču na karakteristike kretanja i da se taj uticaj može kvantifikovati. U okviru doktorske disertacije razvijena je metodologija istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja i predstavljen je postupak modeliranja nastajanja i vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima. Metodologija podrazumeva sprovođenje istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“, a ukoliko rezultati pokažu opravdanost, istraživanja se sprovode i metodom „izraženih preferencija“, u cilju utvrđivanja realnih promena karakteristika kretanja u različitim vremenskim uslovima. Metodologija se oslanja na savremene načine prikupljanja podataka, za koje se pokazalo da su pouzdani naročito u slučaju ponovljenih merenja. Razvijeni su modeli uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja, koji pored uticaja vremenskih uslova uključuju i socio-ekonomske karakteristike pojedinca. Razvijena metodologija je testirana na primeru zaposlenih stanovnika Beograda.

U okviru disertacije sprovedena su istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“. Rezultati su ukazali na postojanje značajne razlike u otkazivanju

kretanja i promeni načina u različitim scenarijima vremenskih uslova i samim tim ukazali na opravdanost sprovođenja istraživanja metodom „izraženih preferencija“. Istraživanja metodom „izraženih preferencija“ imala su za cilj utvrđivanje karakteristika kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova. Na području istraživanja definisana su četiri tipa vremenskih uslova koji su međusobno različiti u dovoljnoj meri da se tokom njih mogu očekivati razlike u karakteristikama kretanja. Istraživanja su pokazala da postoji značajna razlika u generisanju i vidovnoj raspodeli putovanja između različitih tipova vremenskih uslova.

Razvijeni su modeli nastajanja i vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima koji uzimaju u obzir da su podaci prikupljeni na istoj grupi ispitanika kroz ponovljena merenja. Modeli su zasnovani na jednačinama generalizovanih procena. Razvijanje ovih modela bilo je moguće i za nastajanje i za vidovnu raspodelu putovanja, što je jedna od prednosti ovog pristupa, s obzirom da se može primeniti za sve vrste izlaznih promenljivih. Primena modela zasnovanih na jednačinama generalizovanih procena u oblasti saobraćaja zabeležena je u izuzetno malom broju radova.

Rezultati pokazuju da je uticaj vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja moguće kvantifikovati. Takođe, rezultati pokazuju koje socio-ekonomske karakteristike imaju ključni uticaj na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja kada se modeli razvijaju na osnovu podataka prikupljenih kroz ponovljena merenja. Razvijeni modeli predviđaju nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja u različitim vremenskim uslovima dovoljno precizno, iako ne uključuju veliki broj prediktora. Samim tim, prikupljanjem relativno malog broja podataka o ispitanicima, moguće je predvideti karakteristike transportnih zahteva u različitim vremenskim uslovima.

Ključne reči: vremenski uslovi, karakteristike kretanja, nastajanje kretanja, vidovna raspodela, modeliranje transportnih zahteva, modeli jednačina generalizovanih procena

Naučna oblast: Saobraćajno inženjerstvo

Uža naučna oblast: Planiranje saobraćaja i saobraćajne infrastrukture

UDK broj:

WEATHER IMPACT ON TRIP GENERATION AND MODAL SPLIT

Abstract:

Weather impact is usually omitted or considered simplistically in transport demand studies until the end of the nineties. Considerably smaller number of papers deals with the weather impact on the transport demand in comparison with papers that explore weather impact on road infrastructure, driver behavior and traffic safety. The impact of climate change and weather change, as strategically important topics at the global level, also become important topics in the field of transportation planning in recent years. Increased interest in weather impact on transport demand has been seen in the last few years.

The basic hypothesis in the doctoral dissertation is that weather affects travel behavior and that this effect can be quantified. Research methodology for weather impact on trip generation and modal split and method for trip generation and modal split modelling in different weather conditions are provided in this doctoral thesis. The methodology involves research based on "stated adaptation" method and if the results show statistical significant difference between the scenarios research would be carried out based on "revealed preferences" method in order to determine the real travel behavior change in different weather conditions. The methodology relies on modern data collection methods that have been proven as reliable, especially in the case of repeated measurements. Modelling procedure for weather impact on trip generation and modal split, that includes individual's socio-economic characteristics in addition to the weather impact, was developed. Developed methodology was tested on employees in Belgrade.

The research based on "stated adaptation" method were carried out within thesis. Results showed significant differences in trip cancellation and mode change for different weather scenarios and therefore indicated justifiability of research based on "revealed preferences" method. Objective of "revealed preferences" research method was examination of travel behaviour in different weather types. Four types of weather conditions, which differ enough to expect differences in the travel

behaviour, are defined in the research area. Surveys showed that there is statistical significant difference in the trip generation and modal split between different weather types.

Trip generation and modal split models are developed, taking into account that data are collected on the same individuals through repeated measurements. The models are based on generalized estimating equations. Development of this type of models was possible for both trip generation and modal split models, which is one of the advantages of GEE approach, since it can be applied to all types of output variables. Application of generalized estimating equations models is noted in a very small number of studies in the field of transport.

The results show that weather impact on the trip generation and modal split can be quantified. Also, the results show which socio-economic characteristics have a major impact on trip generation and modal split when the models are developed based on repeated measurements. Developed models predict trip generation and modal split sufficiently precise in different weather conditions, although they do not include a large number of predictors. Therefore, it is possible to predict the travel behaviour and transport demand in different weather conditions, by collecting a relatively small number of individual's characteristics.

Keywords: weather, travel behaviour, trip generation, modal split, travel demand modelling, generalized estimating equations

Scientific field: Traffic Engineering

Field of Academic Expertise: Transport and Infrastructure Planning

UDC number:

Sadržaj

Spisak tabela	iii
Spisak slika i grafikona	v
Spisak skraćenica.....	vii
Rečnik pojmova	viii
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	6
2.1 Istraživanje uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u različitim klimatskim podnebljima	8
2.2 Uticaj komponenti vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja.....	19
3 ISTRAŽIVANJA UTICAJA VREMENSKIH USLOVA NA KARAKTERISTIKE KRETANJA.....	25
3.1 Karakteristike primenjenih tehnika istraživanja.....	25
3.2 Uzorci u ranijim istraživanjima.....	28
4 POSTOJEĆI MODELI NASTAJANJA I VIDOVNE RASPODELE PUTOVANJA KOJI SADRŽE UTICAJ VREMENSKIH USLOVA.....	33
4.1 Modeli generisanja kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova.....	33
4.2 Modeli vidovne raspodele kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova.....	37
4.3 Pregled parametara korišćenih u postojećim modelima.....	41
5 RAZVIJENA METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA UTICAJA VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA.....	47
5.1 Metode istraživanja i uzorkovanja	49
5.2 Anketni obrasci	52
5.3 Istraživanje uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“	54
5.4 Istraživanje uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izraženih preferencija“	57
6 POSTUPAK MODELIRANJA NASTAJANJA I VIDOVNE RASPODELE PUTOVANJA U RAZLIČITIM VREMENSKIM USLOVIMA.....	63
6.1 Teorijski okvir modela	65
6.2 Jednačine generalizovanih procena	67
7 ISTRAŽIVANJE UTICAJA VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA PRIMENOM RAZVIJENE METODOLOGIJE	73
7.1 Područje istraživanja	73
7.2 Karakteristike klime i vremenskih uslova na području istraživanja.....	76
7.3 Ciljna populacija, metoda uzorkovanja i anketni obrasci	81

7.4	Rezultati istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“	84
7.5	Rezultati istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izraženih preferencija“	95
8	MODELIRANJE NASTAJANJA I VIDOVNE RASPODELE PUTOVANJA U RAZLIČITIM VREMENSKIM USLOVIMA PRIMENOM PREDLOŽENOG POSTUPKA MODELIRANJA	116
8.1	Model nastajanja putovanja u različitim vremenskim uslovima	116
8.2	Model vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima	129
9	ZAKLJUČAK	136
10	LITERATURA	141
11	PRILOZI	162
	Prilog 1. Objašnjenje osnovnih pojmova	163
	Prilog 2. Tabelarni prikazi	168
	Prilog 3. Anketni obrazac	172
	Prilog 4. Prikaz rezultata istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“ ..	185
	Prilog 5. Dnevne vrednosti komponenti vremenskih uslova za januar 2013. godine	194
	BIOGRAFIJA AUTORA	197

Spisak tabela

Tabela 1 Pregled komponenti vremenskih uslova analiziranih u literaturi	24
Tabela 2 Primjenjene metode i realizovani uzorci u ranijim istraživanjima	32
Tabela 3 Modeli generisanja kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova	34
Tabela 4 Modeliranje vidovne raspodele	38
Tabela 5 Reprerentativnost uzorka u odnosu na populaciju zaposlenih užeg gradskog područja Beograda (metod „izjavljenih prilagođavanja“)	84
Tabela 6 Otkazivanje kretanja u različitim vremenskim uslovima	88
Tabela 7 Promena načina kretanja u različitim vremenskim uslovima	88
Tabela 8 Postavljena pravila rekodiranja odluka ispitanika na osnovu prioriteta ..	92
Tabela 9 Rezultati Kohranovog Q testa	94
Tabela 10 Centralne vrednosti klastera za 2009. godinu.....	97
Tabela 11 Centralne vrednosti klastera za 2013. godinu.....	97
Tabela 12 Reprerentativnost uzorka u odnosu na populaciju (metod „izraženih preferencija“)	101
Tabela 13 Rezultati Fridmanovog testa broja kretanja	104
Tabela 14 Rezultati Vilkoksonovog testa označenih rangova broja kretanja	105
Tabela 15 Rezultati Fridmanovog testa pređenih rastojanja	107
Tabela 16 Rezultati Vilkoksonovog testa označenih rangova pređenih rastojanja	107
Tabela 17 Rezultati McNemar-Bowker testa simetrije izbora načina kretanja	113
Tabela 18 Nezavisne promenljive i njihove kategorije u modelu generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima.....	120
Tabela 19 Prikaz postupka izbora nezavisnih promenljivih u modelu generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima.....	121
Tabela 20 Parametri modela generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima	122
Tabela 21 Snimljena i modelom predviđena mobilnost zaposlenih stanovnika za različite tipove vremenskih uslova	124
Tabela 22 Vrednosti QIC pokazatelja različitih modela (različite raspodele, iste nezavisne promenljive) za generisanje kretanja u različitim vremenskim uslovima	125
Tabela 23 Parametri modela generisanja putovanja putničkim automobilom i javnim prevozom u različitim vremenskim uslovima	128
Tabela 24 Vidovna raspodela u četiri tipa vremenskih uslova za svrhu odlazak na posao.....	129
Tabela 25 Nezavisne promenljive u binarnom logit GEE modelu izbora vida prevoza za svrhu odlazak na posao	131
Tabela 26 Prikaz postupka izbora nezavisnih promenljivih u binarnom logit GEE modelu vidovne raspodele u različitim vremenskim uslovima.....	132
Tabela 27 Binarni logit GEE model izbora vida prevoza za odlazak na posao u različitim vremenskim uslovima	132
Tabela 28 Snimljena i modelom predviđena vidovna raspodela (putnički automobil/ostali načini) za svrhu kretanja odlazak na posao u različitim tipovima vremenskih uslova	134

Tabela P. 1 Prikaz istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u različitim klimatskim podnebljima	169
Tabela P. 2 Modeliranje uticaja vremenskih uslova na generisanje kretanja – pregled promenljivih.....	170
Tabela P. 3 Modeliranje uticaja vremenskih uslova na izbor načina kretanja – pregled promenljivih.....	171
Tabela P. 4 Dnevne vrednosti komponenti vremenskih uslova, januar 2013.(deo 1.)	195
Tabela P. 5 Dnevne vrednosti komponenti vremenskih uslova, januar 2013.(deo 2.)	196

Spisak slika i grafikona

Slika 1 Područje istraživanja	76
Slika 2 Maksimalna, srednja i minimalna temperatura vazduha u Beogradu za referentni period 1981-2010. godina (izvor: RHMZS, 2013)	77
Slika 3 Maksimalna, srednja i minimalna mesečna suma padavina u Beogradu za referentni period 1981-2010. godina (izvor: RHMZS, 2013)	78
Slika 4 Raspodela kretanja zaposlenih stanovnika Beograda po svrhama (ceo dan)	86
Slika 5 Raspodela kretanja zaposlenih stanovnika Beograda po načinu (svrha odlazak na posao)	86
Slika 6 Raspodela kretanja po načinu zaposlenih stanovnika za svrhe kupovina, razonoda i rekreacija.....	87
Slika 7 Srednja vrednost i standardno odstupanje komponenti vremenskih uslova u svakom od četiri klastera.....	98
Slika 8 Srednje vrednosti po klasterima za 2009. godinu.....	99
Slika 9 Srednje vrednosti po klasterima za 2013. godinu.....	99
Slika 10 Broj kretanja ispitanika u četiri različita tipa vremenskih uslova	102
Slika 11 Mobilnost zaposlenih stanovnika u različitim vremenskim uslovima	103
Slika 12 Pređena rastojanja ispitanika u četiri različita tipa vremenskih uslova..	106
Slika 13 Vidovna raspodela kretanja u različitim vremenskim uslovima sa svrhom odlaska na posao	109
Slika 14 Vidovna raspodela kretanja u različitim vremenskim uslovima za neobavezne svrhe kretanja.....	111
Slika 15 Broj kretanja ispitanika u različitim vremenskim uslovima.....	117
Slika 16 Prikaz Pirsonovih reziduala u odnosu na modelom predviđene vrednosti	126
Slika 17 Q-Q dijagram Pirsonovih reziduala binarnog logit GEE modela	135
Slika P. 1 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 1-5)	173
Slika P. 2 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 6-8)	174
Slika P. 3 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 9-12).....	175
Slika P. 4 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 13-17)	176
Slika P. 5 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 18-21)	177
Slika P. 6 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 22-33)	178
Slika P. 7 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 34-36)	179
Slika P. 8 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 37-39)	180
Slika P. 9 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 40-42)	181
Slika P. 10 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 43-45) .	182
Slika P. 11 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 46-49) .	183
Slika P. 12 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 50-51) .	184
Slika P. 13 Kupovina-otkazivanje kretanja korisnika nemotorizovanih načina.....	186
Slika P. 14 Kupovina-otkazivanje kretanja korisnika javnog prevoza	186
Slika P. 15 Kupovina-otkazivanje kretanja korisnika putničkog automobila	186
Slika P. 16 Razonoda-otkazivanje kretanja korisnika nemotorizovanih načina	187
Slika P. 17 Razonoda-otkazivanje kretanja korisnika javnog prevoza	187
Slika P. 18 Razonoda-otkazivanje kretanja korisnika putničkog automobila.....	187

Slika P. 19	Rekreacija-otkazivanje kretanja korisnika nemotorizovanih načina...	188
Slika P. 20	Rekreacija-otkazivanje kretanja korisnika javnog prevoza	188
Slika P. 21	Rekreacija-Otkazivanje kretanja korisnika putničkog automobila	188
Slika P. 22	Kupovina-promena načina kretanja korisnika nemotoriz. načina	189
Slika P. 23	Kupovina-promena načina kretanja korisnika javnog prevoza.....	189
Slika P. 24	Kupovina-promena načina kretanja korisnika putničkog automobila	189
Slika P. 25	Razonoda-promena načina kretanja korisnika nemotoriz. načina.....	190
Slika P. 26	Razonoda-promena načina kretanja korisnika javnog prevoza	190
Slika P. 27	Razonoda-promena načina kretanja korisnika putničkog automobila	190
Slika P. 28	Rekreacija-promena načina kretanja korisnika nemotoriz. načina	191
Slika P. 29	Rekreacija-promena načina kretanja korisnika javnog prevoza.....	191
Slika P. 30	Rekreacija-promena načina kret. korisnika putničkog automobila.....	191
Slika P. 31	Odlazak na posao-promena načina kret. korisnika nemotoriz. načina	192
Slika P. 32	Odlazak na posao-promena načina kret. korisnika javnog prevoza	192
Slika P. 33	Odlazak na posao-promena načina kret. korisnika put. automobila	192
Slika P. 34	Povratak sa posla-promena načina kret. korisnika nemotoriz. načina	193
Slika P. 35	Povratak sa posla-promena načina kret. korisnika javnog prevoza	193
Slika P. 36	Povratak sa posla-promena načina kret. korisnika put. automobila	193

Spisak skraćenica

AIC	<i>Akaike's information criterion</i> (Akaikeov kriterijum)
ANOVA	<i>ANALYSIS OF VARIANCE</i> (analiza varijanse)
B	<i>Beta, regresioni koeficijent</i>
GEE	<i>Generalized Estimating Equations</i> (jednačine generalizovanih procena)
IPA	<i>Importance - Performance Analysis</i>
MNL-GEE	<i>Multinomial Logit - Generalized Estimating Equations regression models</i> (multinomni logit – regresioni modeli jednačina generalizovanih procena)
PET indeks	<i>Physiologically Equivalent Temperature index</i> (univerzalni indeks za biometeorološku procenu toplotnog okruženja)
Q-Q plot	<i>Quantile-Quantile plot</i> (kvantil-kvantil dijagram)
QIC	<i>Quasi-likelihood under Independence Model Criterion</i>
QICC	<i>Corrected Quasi-likelihood Under The Independence Model Criterion</i>
QICu	<i>Quasi-likelihood under Independence Model Criterion for variable selection</i>
SE	<i>Standard Error</i> (standardno odstupanje)
SEM	<i>Structural Equation Models</i> (modeli strukturnih jednačina)
Sig.	<i>Significance</i> (značajnost)
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> (statistički paket za obradu podataka u društvenim naukama)
GLM	<i>General Linear Models</i> (opšti linearni modeli)
GZLM	<i>Generalized Linear Models</i> (uopšteni linearni modeli)

Rečnik pojmova

anketa u domaćinstvu	<i>household survey</i>
autoregresivna radna struktura korelacije	<i>autoregressive working correlation structure</i>
Bonferonijeva korekcija	<i>Bonferroni correction</i>
Boukerov test simetrije	<i>Bowker test of symmetry</i>
dugačka forma podataka	<i>long form of data</i>
empirijske procene	<i>empirical estimate</i>
Fridmanov test	<i>Friedman test</i>
fukcije verodostojnosti	<i>likelihood function</i>
funkcija veze	<i>link function</i>
Gama raspodela	<i>Gamma distribution</i>
indeks vedrine neba	<i>sky clearness index</i>
inverzna Gausova raspodela	<i>inverse Gaussian distribution</i>
izmenljiva radna struktura korelacije	<i>exchangeable working correlation structure</i>
jednačine generalizovanih procena	<i>generalized estimating equations</i>
klaster analiza	<i>cluster analysis</i>
Kohranov Q test	<i>Cochran's Q test</i>
veštačke (lažne) promenljive	<i>dummy variables</i>
logaritamska funkcija veze	<i>log link</i>
logit model višestrukog izbora	<i>multinomial logit model</i>
Meknemarov test	<i>McNemar test</i>
mešoviti logit model	<i>mixed logit model</i>
mešoviti modeli	<i>mixed models</i>
metoda klasterovanja „K-sredine“	<i>K-means clustering method</i>
model najverovatnijeg ishoda	<i>maximum likelihood estimation model</i>
model proseka populacije	<i>population average model</i>
modeli fiksnih efekata	<i>fixed effects models</i>
modeli slučajnih efekata	<i>random effects models</i>
modeli strukturnih jednačina	<i>structural equation models</i>

negativni binomni model	<i>negative binomial model</i>
negativni binomni model sa logističkom funkcijom veze	<i>negative binomial with loglink model</i>
nesnimljena korist (greška)	<i>the unobservable utility (error)</i>
nestacionarna radna struktura korelacije	<i>nonstationary working correlation structure</i>
nestruktuirana radna struktura korelacije	<i>unstructured working correlation structure</i>
nezavisna radna struktura korelacije	<i>independent working correlation structure</i>
okrnjeni modeli	<i>truncated models</i>
opšti linearni modeli	<i>general linear models</i>
panel mešoviti logit modeli	<i>panel mixed logit models</i>
panel mešoviti probit modeli „poređanog“ izbora	<i>panel mixed ordered probit models</i>
Pirsonovi reziduali	<i>Pearson residuals</i>
Poasonov regresioni model	<i>Poisson regression model</i>
Poasonov loglinearni model	<i>Poisson loglinear model</i>
pojedinci koji nemaju kretanja sa svrhom posao tokom dana	<i>non-commuters</i>
ponovljena merenja	<i>repeated measures, panel survey</i>
pozitivno iskošeni podaci	<i>positively skewed data</i>
probit model višestrukog izbora	<i>multinomial probit model</i>
radna struktura korelacije	<i>working correlation structure</i>
stacionarna radna struktura korelacije	<i>stationary working correlation structure</i>
subjektivno doživljeni vremenski uslovi	<i>stated weather</i>
široka forma podataka	<i>wide form of data</i>
tehnika „izjavljenih preferencija i izbora“	<i>stated preference and choice</i>
tehnika „izjavljenih preferencija“	<i>stated preferences</i>
tehnika „izjavljenih prilagođavanja“	<i>stated adaptation</i>
tehnika „izraženih preferencija“	<i>revealed preferences</i>
tehnika redukcije podataka	<i>data reduction technique</i>
teorija pseudo verodostojnosti	<i>quasilikelihood theory</i>

teorija maksimalne verodostojnosti	<i>maximum likelihood theory</i>
teorija slučajne korisnosti	<i>random utility theory</i>
Tvidijeva raspodela	<i>Tweedie distribution</i>
ugnježdeni/obuhvatni logit model	<i>nested logit model</i>
uopšteni linearni modeli	<i>generalized linear models</i>
logit model „poređanog“ izbora	<i>ordered logit model</i>
probit model „poređanog“ izbora	<i>ordered probit model</i>
podesnost / saglasnost	<i>goodness of fit</i>
Vilkoksonov test označenih rangova	<i>Wilcoxon signed-rank test</i>
višestruka klasifikaciona analiza	<i>multiple classification analyses</i>
zabeleženi podaci o vremenskim uslovima	<i>recorded weather</i>
zaposleni koji nemaju ograničenja u izboru vida prevoza	<i>non-captive commuters</i>

1 UVOD

Saobraćaj utiče na klimatske promene jer značajno doprinosi emisiji gasova staklene bašte. (Chapman, 2007) Sa druge strane, klimatske pomene utiču na saobraćajni sistem kroz vremenske uslove koji variraju od povoljnih uslova do vremenskih neprilika. (Koetse & Rietveld, 2009) Iako uticaj klimatskih promena na saobraćajni sistem nije beznačajan, još uvek nije posvećeno dovoljno pažnje istraživanju istog. U cilju modeliranja uticaja klimatskih promena na saobraćajni sistem potrebno je razumevanje i modeliranje uticaja vremenskih uslova na saobraćajni sistem. Kumulativni uticaj vremenskih uslova u određenom periodu predstavlja uticaj klimatskih promena. (Stahel, Ciari, & Axhausen, 2014) Glavna razlika između vremenskih uslova i klime je to što su vremenski uslovi kombinacija događaja u atmosferi, a klima predstavlja opšte vremenske uslove na određenom području. (IPCC, 2007; Sabir, Koetse, & Rietveld, 2009; Stahel et al., 2014)

Šternov izveštaj (Stern, 2007) podstakao je istraživanje posledica uticaja klimatskih promena na globalnu ekonomiju. U okviru pomenutog izveštaja analizirane su štete u pojedinim sektorima privrede i promovisana je ideja o preventivnom delovanju u cilju smanjenja uticaja klimatskih promena. Šternov izveštaj, prvi put predstavljen 2006. godine, izazvao je veliku pažnju, ali i brojne kritike (Koetse & Rietveld, 2009; Lomborg, 2006; Nordhaus, 2007; Tol, 2006) u kojima se navodi da ovaj izveštaj predstavlja najpesimističniju studiju u literaturi. Izveštaji o uticaju klimatskih promena (IPCC, 2007; Stern, 2007) uglavnom analiziraju uticaj na sektore osiguranja, zdravstva, poljoprivrede, dok je transportnom sektoru posvećeno izuzetno malo pažnje. Posledice uticaja klimatskih promena i vremenskih uslova na saobraćajni sistem još uvek nisu dobile potrebnu pažnju u literaturi (Böcker, Dijst, & Prillwitz, 2013; Clifton, Chen, & Cutter, 2011; Koetse & Rietveld, 2009; Van Leeuwen, Koetse, Koomen, & Rietveld, 2009) iako je poznato da saobraćajni sistem lošije funkcioniše u uslovima nepovoljnih i ekstremnih vremenskih uslova, naročito u gusto naseljenim područjima gde jedan događaj, prouzrokovan npr. lošim vremenskim uslovima,

može dovesti do lanca reakcija koje mogu negativno uticati na saobraćajni sistem. (Van Leeuwen et al., 2009)

Vremenski uslovi utiču na tri važna elementa u okviru podsistema saobraćaja: nastajanje kretanja, odnosno saobraćajnu potražnju, bezbednost saobraćaja i karakteristike saobraćajnog toka. (Maze, Agarwai, & Burchett, 2006; Van Leeuwen et al., 2009) Kao što se saobraćajni sistem opisuje kroz ponudu i potražnju, tako se i uticaj vremenskih uslova može posmatrati kroz uticaj na ponudu saobraćajnog sistema i uticaj na potražnju. Pored uticaja na tehničke i eksploatacione karakteristike saobraćajnog sistema, vremenski uslovi utiču na odluke pojedinaca, odnosno na transportne zahteve.

Vremenski uslovi su uglavnom izostavljeni iz istraživanja o transportnim zahtevima ili se razmatraju na pojednostavljen način. (Aaheim & Hauge, 2005; Clifton et al., 2011; Koetse & Rietveld, 2009) U dosadašnjim istraživanjima malo pažnje je posvećeno uticaju vremenskih uslova na ponašanje pojedinca prilikom svakodnevnog izbora između aktivnosti (na otvorenom ili u zatvorenom prostoru), izbora odredišta i vida prevoza. Većina istraživanja bavi se analizom ekstremnih vremenskih uslova, dok je uticaj uobičajenih vremenskih uslova manje zastupljena tema. (Böcker, Dijst, et al., 2013)

Proteklih godina povećano je interesovanje za promene vremenskih uslova i klimatske promene. Teži se praćenju, razumevanju, prilagođavanju klimatskim promenama i promenama vremenskih uslova, kao i ublažavanju istih. Uprkos težnji da se klimatske promene ublaže, može se očekivati da će klimatske promene u budućnosti uticati kako na ostale sisteme tako i na saobraćajni sistem. (Stahel et al., 2014) Upravo iz tog razloga važno je razvijati instrumente koji omogućavaju predviđanje promena u saobraćajnom sistemu u različitim klimatskim i vremenskim uslovima. Brojni stručni i naučni radovi objavljeni tokom prethodnih godina potvrđuju aktuelnost ove teme.

Vremenski uslovi ne utiču isto na transportne zahteve i transportnu ponudu u različitim klimatskim podnebljima. Uticaj vremenskih uslova potrebno je

istraživati na lokalnom nivou, jer se samo tako mogu predvideti karakteristike transportnih zahteva u zavisnosti od različitih vremenskih uslova. U zemljama razvijenog sveta postoji veliki društveni interes da se uticaj klimatskih promena ublaži, a u okviru različitih naučnih disciplina povećava se broj istraživanja koja razmatraju uticaj vremenskih uslova na saobraćajni sistem.

Evidentno je da se klimatske promene već dešavaju, a vrlo je verovatno da će posledice klimatskih promena biti izraženije u godinama koje dolaze. Klimatske promene imaju različite efekte u različitim područjima. (European Environment Agency, 2015) Na teritoriji Evrope predviđa se neznatno veći porast prosečnih temperatura u odnosu na globalni prosek. Periodi sa snegom će se skratiti u svim delovima Evrope i visina snežnog pokrivača će verovatno opasti u većem delu Evrope. (IPCC, 2007)

Na severu Evrope očekuje se veće zagrevanje tokom zime (više su u porastu najniže zimske temperature nego prosečne temperature), porast srednje vrednosti padavina i najvećih vrednosti dnevnih padavina (ekstremne padavine), a vrlo je verovatno da će se povećati i prosečne i ekstremne brzine vetra. U Centralnoj Evropi očekuje se porast najviših letnjih temperatura, porast srednjih vrednosti padavina tokom zime, a opadanje tokom leta, kao i porast rizika od letnjih suša. U Južnoj Evropi očekuje se veće zagrevanje tokom leta (najviše letnje temperature će više porasti nego prosečne letnje temperature), opadanje srednjih vrednosti padavina, smanjenje broja dana sa padavinama na godišnjem nivou i povećanje rizika od letnjih suša. Očekuje se opadanje prosečnog nivoa padavina u većem delu Sredozemlja, kao i veće zagrevanje tokom leta. U južnoj i centralnoj Evropi promene u jačini vetra su neizvesne, mada je verovatno da će prosečne i ekstremne brzine vetra biti u porastu. Trajanje perioda sa snegom i količina snežnih padavina će vrlo verovatno opadati. (IPCC, 2007) Na području jugoistočne Evrope očekuje se smanjenje prosečnih padavina, a porast prosečnih temperatura. (European Environment Agency, 2015)

S obzirom da u bliskoj budućnosti možemo očekivati nešto drugačije klimatske uslove u odnosu na današnje, razumevanje i modeliranje veze između transportnih

zahteva i vremenskih uslova je važno za razvoj svih strategija koje se oslanjaju na karakteristike transportnih zahteva. (Clifton et al., 2011) Istraživanja karakteristika kretanja i potencijalnih promena u različitim vremenskim uslovima posebno mogu doprineti strategijama koje imaju za cilj ublažavanje klimatskih promena. (R. B. Chen & Mahmassani, 2015) Iako uticaj vremenskih uslova na ponašanje pojedinca može na prvi pogled izgledati očigledno, uključivanje više dimenzija vremenskih uticaja u modele ponašanja putnika nije jednostavan proces. Saradnja između stručnjaka iz oblasti saobraćaja sa meteorolozima i klimatolozima vrlo je važna u procesu integrisanja uticaja klimatskih promena i vremenskih uslova u modele planiranja saobraćaja, naročito na nivou gradskih mreža. (Aparacio, Leitner, Mylne, Palin, & Sobrino, 2013)

Predmet, cilj i polazne hipoteze doktorske disertacije

Predmet doktorske disertacije „Uticaj vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja“ je istraživanje uticaja vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva, definisanje tipova vremenskih uslova koji na području istraživanja imaju uticaj na karakteristike transportnih zahteva i utvrđivanje zakonitosti nastajanja i vidovne raspodele putovanja u zavisnosti od vremenskih uslova i socio-ekonomskih karakteristika.

Ciljevi doktorske disertacije su sledeći:

- izvršiti sveobuhvatan pregled zaključaka postojećih istraživanja o uticaju vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva,
- razviti metodologiju istraživanja za procenu uticaja vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva,
- odrediti relevantne parametre vremenskih uslova koji utiču na karakteristike transportnih zahteva na području istraživanja i formirati tipove vremenskih uslova,
- testirati uticaj definisanih tipova vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva,

- razviti planerske procedure za predviđanje nastajanja i vidovne raspodele putovanja u zavisnosti od vremenskih uslova i socio-ekonomskih karakteristika.

Polazne pretpostavke u izradi doktorske disertacije su sledeće:

- Vremenski uslovi utiču na transportne zahteve;
- Vremenski uslovi utiču na promenu izbora vida prevoza;
- Vremenski uslovi utiču na mobilnost i taj uticaj se može kvantifikovati.

Kratak opis sadržaja rada po poglavljima

Doktorska disertacija je podeljena u devet poglavlja. Nakon uvodnog poglavlja predstavljen je sveobuhvatan pregled literature u kom su se našla sva relevantna istraživanja iz predmetne oblasti. Prikazan je pregled zemalja u kojima su istraživanja vršena, kao i zaključci o uticaju pojedinih komponenti vremenskih uslova na transportne zahteve. Pre prikaza metodologije istraživanja razvijene u doktorskoj disertaciji, u trećem poglavlju prikazane su metodologije primenjene u ranijim istraživanjima, a u četvrtom postojeći modeli generisanja i modeli vidovne raspodele putovanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova. Razvijena metodologija istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja detaljno je prikazana u petom poglavlju. U šestom poglavlju dat je postupak modeliranja nastajanja i vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima. U sedmom poglavlju detaljno je predstavljeno sprovedeno istraživanje uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja primenom razvijene metodologije. Modeliranje nastajanja i vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima primenom predloženih modela prikazano je u osmom poglavlju. Na kraju rada dati su konačni zaključci i predstavljeni su pravci budućih istraživanja.

2 PREGLED LITERATURE

Literatura iz oblasti uticaja vremenskih uslova na saobraćajni sistem je obimna, međutim kada je u pitanju uticaj vremenskih uslova na karakteristike kretanja, broj radova koji se mogu svrstati u relevantnu literaturu opada. Većina istraživanja koja analiziraju vezu između saobraćaja, klimatskih promena i vremenskih uslova bave se uticajem vremenskih uslova na brzinu kretanja vozila u toku, na saobraćajne nezgode i na troškove održavanja saobraćajne infrastrukture. Znatno manji broj istraživanja posvećen je uticaju klimatskih promena na transportne zahteve i na njihove karakteristike. (Böcker, Dijst, et al., 2013; Stahel et al., 2014)

Poslednjih godina uticaj klimatskih i promena vremenskih uslova, kao strateški važne teme na globalnom nivou, postaju važne teme i u oblasti planiranja saobraćaja, tačnije u istraživanjima vezanim za karakteristike kretanja (Böcker, Dijst, Faber, & Helbich, 2015). Postojeći pregledi literature (Böcker, Dijst, et al., 2013; Koetse & Rietveld, 2009) dokazuju povećano interesovanje za ovu oblast u poslednjoj deceniji. Dosadašnja istraživanja pokazala su da postoji potencijalni uticaj vremenskih uslova prvenstveno na nastajanje, prostornu i vidovnu raspodelu putovanja (Böcker, Dijst, et al., 2013), iz čega se može zaključiti da je pri modeliranju karakteristika transportnih zahteva potrebno uzeti u obzir različito ponašanje pojedinaca pri realizaciji transportnih potreba u različitim vremenskim uslovima.

U procesu pregleda radova iz literature korišćeni su pretraživači Google Scholar, Scopus, ResearchGate i KoBSON . Na osnovu ključnih reči “weather”, “weather impact”, “travel demand”, “travel behaviour”, “trip generation”, “mode choice” izvršen je pregled postojećih radova. U procesu pregleda radova nisu postavljena prostorna niti vremenska ograničenja, ali su iz pregleda izostavljeni radovi koji analiziraju uticaj ekstremno loših vremenskih uslova, tj. vremenskih nepogoda. Cilj je bio napraviti pregled radova koji se bave uticajem vremenskih uslova koji se uobičajeno javljaju na području istraživanja tokom različitih godišnjih doba. Nakon detaljnog pregleda literature, koja je analizirana u ranijim preglednim radovima (Koetse & Rietveld, 2009) i (Böcker, Dijst, et al., 2013), pristupljeno je pregledu

svih radova novijeg datuma na temu uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja. U cilju što detaljnijeg pregleda literature, u obzir su uzeti i svi radovi navedeni u referencama onih radova koji su ocenjeni kao relevantni.

Pregledom literature uočen je porast broja radova na temu uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u poslednjih nekoliko godina. Porast interesovanja o uticaju vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva tokom poslednjih godina potvrđuju brojni radovi (Anta, Pérez-López, Martínez-Pardo, Novales, & Orro, 2016; Böcker et al., 2015; Creemers, Wets, & Cools, 2015; Liu, Susilo, & Karlstrom, 2014a, 2014b; Liu, Susilo, & Karlström, 2015b; Sakamoto & Fujita, 2015; van Stralen, Calvert, & Molin, 2015).

Nakon pregleda i izdvajanja relevantnih radova, izdvojeni su radovi koji se bave uticajem vremenskih uslova samo na nastajanje kretanja i/ili izbor načina kretanja. Nakon toga, posebno su razmatrani oni radovi koji se bave samo analizom uticaja vremenskih uslova, a posebno oni u kojima se nakon analize pristupa modeliranju uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja. Ukupno je izdvojeno nešto više od trideset radova, pri čemu su u određenom broju radova ključne teme uopšteno obrađene, dok su u ostatku radova obrađene na visokom nivou detaljnosti. Oko dvadeset radova može se smatrati relevantnim radovima koji sadrže detaljnu analizu uticaja vremenskih uslova na nastajanje i/ili izbor načina putovanja.

Pregled literature predstavljen je na dva načina:

- kroz zemlje i regione u kojima je vršeno istraživanje, s obzirom da vremenski uslovi ne utiču isto na transportne zahteve u različitim klimatskim podnebljima i
- kroz komponente vremenskih uslova čiji je uticaj analiziran, s obzirom da različite komponente vremenskih uslova različito utiču na karakteristike kretanja.

2.1 Istraživanje uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u različitim klimatskim podnebljima

Uticaj vremenskih uslova na ponašanje putnika i karakteristike transportnih zahteva istražuju se u pojedinim regijama Amerike, Australije, Evrope i Azije. Najbrojnija su istraživanja u Evropi, s tim što su skoro sva dosadašnja istraživanja rađena u zemljama Severne Evrope. Kratak prikaz istraživanja u različitim podnebljima dat je u nastavku rada. Pregledna tabela sa prikazom područja u kojima su sprovedena istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja data je u tabeli u prilogu (Tabela P. 1).

Najveći broj radova o uticaju vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu kretanja napisan je na osnovu istraživanja koja su sprovedena na teritoriji Holandije. Na teritoriji ove zemlje može se uočiti kontinuitet u istraživanjima uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja. Jedan od osnovnih razloga iz kog proizilazi potreba da se uticaj vremenskih uslova detaljno istraži jeste visok udeo nemotorizovanih načina kretanja u vidovnoj raspodeli, jer su korisnici nemotorizovanih načina najviše izloženi nepovoljnim vremenskim uslovima. Uočeno je da poslednjih godina istraživanja na ovu temu počinju da se sprovedu i u zemljama koje su po klimatskim uslovima značajno drugačije od zemalja severne Evrope, kao što su Španija i Srbija. Za gradove Srbije, na primer, istraživane su i modelirane karakteristike kretanja (J. Jović, 2003; J. Jović & Depolo, 2011), naročito vidovna raspodela (Basarić & Jović, 2011; J. Jović, 1997; J. Jović & Popović, 2001), i uticaj na životnu sredinu (Basarić, Đorić, Bogdanović, Mitrović, & Jović, 2014; J. J. Jović & Djorić, 2009), ali je modeliranje uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja tek u povoju (Petrovic, Ivanovic, & Djoric, 2015).

Azija

Radovi na temu uticaja vremenskih uslova na saobraćaj u Aziji nisu usko vezani za ponašanje putnika u različitim vremenskim uslovima, niti za uticaj različitih vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva. Istraživanja u Japanu (Chung, Ohtani, & Kuwahara, 2005; Chung, Ohtani, Warita, Kuwahara, & Morita, 2005) bave se analizom promena vremena putovanja i broja saobraćajnih nezgoda

u različitim vremenskim uslovima u Tokiju, a navedene promene dovode se u vezu sa brojem zahteva za putovanjem.

Istraživanja novijeg datuma u Japanu (Sakamoto & Fujita, 2015) vezana su za analizu uticaja intenziteta kiše na odluke o započinjanju putovanja tokom dana sa obilnim padavinama u regionu Tokai. Istraživanja su pokazala da oko 60% ispitanika promeni vreme polaska i da ispitanici koji imaju putovanje sa svrhom posao ranije započinju putovanje kada je intenzitet kiše 50 mm/h ili više, što se smatra obilnim padavinama. Podaci ukazuju na činjenicu da ispitanici nastoje da izbegnu zagušenja koja predviđene padavine mogu izazvati.

Amerika

U Čikagu je pre više od trideset godina istraživano na koje aspekte saobraćajnog sistema utiče kiša u radu (Bertness, 1980). Osim povećanja broja saobraćajnih nezgoda, izveden je i zaključak da po pitanju transportnih zahteva dolazi do opadanja zahteva za korišćenjem javnog prevoza. Manji broj zahteva za korišćenjem javnog prevoza verovatno je posledica manjeg broja zahteva za putovanjima sa svrhama koje nisu vezane za odlazak na posao i povratak kući, mada podaci nisu bili dovoljno detaljni da to i pokažu.

Uticaj vremenskih uslova na broj zahteva ispostavljenih javnom prevozu istraživan je i u novije vreme u Čikagu u radu (Guo, Wilson, & Rahbee, 2007). Cilj je bio istražiti mogućnost da se veza vremenskih uslova i broja zahteva iskoristi u organizaciji i planiranju javnog prevoza u gradu. Analiziran je uticaj pet elemenata (temperatura, kiša, sneg, vetar i magla) na dnevne zahteve za javnim prevozom i promene u zavisnosti od godišnjeg doba i tipa dana. Istraživanjem u Čikagu pokazano je da povoljni vremenski uslovi utiču na povećanje broja korisnika javnog prevoza, dok se broj korisnika u lošim vremenskim uslovima smanjuje. Ovo istraživanje ukazalo je i na kompleksnost odnosa vremenskih uslova i zahteva za korišćenjem javnog prevoza.

Na području Kanade, u Torontu, u radovima (Saneinejad, 2010; Saneinejad, Roorda, & Kennedy, 2012) istraživan je uticaj vremenskih uslova i klimatskih

promena na ponašanje putnika kojima su glavne svrhe kretanja odlazak na posao i povratak kući. Akcenat je bio na istraživanju uticaja vremenskih uslova na nemotorizovane načine kretanja. Pokazano je da na nemotorizovana kretanja utiču temperatura, vetar i padavine. Istaknuto je da je uticaj vremenskih uslova na nemotorizovane načine dovoljno veliki da zaslužuje pažnju kako na istraživačkom, tako i na planerskom nivou.

Australija

Na području Sidneja istraživani su uticaji vremenskih uslova na korišćenje nemotorizovanih načina kretanja u radovima (Clifton, 2010; Clifton et al., 2011). Na osnovu dobijenih rezultata istaknuta je važnost uključivanja pokazatelja vremenskih uslova u modele ponašanja putnika, naročito modele nastajanja i izbora vida putovanja. S obzirom da u dotadašnjoj literaturi nije postojao usaglašen način predstavljanja vremenskih uslova u modelima ponašanja putnika, u radu (Clifton et al., 2011) predstavljena je podela na različite tipove vremenskih uslova koja je dobijena klaster analizom.

Za teritoriju Sidneja ispitani su i temperaturni opsezi za koje su karakteristični određeni načini kretanja u radu (R. Chen & Clifton, 2012). Pretpostavka od koje se pošlo je da su odluke o putovanju u uskoj vezi sa preovlađujućim vremenskim uslovima u trenutku započinjanja putovanja i sa očekivanim vremenskim uslovima (npr. izbegavanje putovanja u uslovima obilnih padavina, visokih ili niskih temperatura), sa karakteristikama putovanja i karakteristikama samog putnika. Zaključeno je da definisanje određenih opsega vremenskih uslova može omogućiti bolje razumevanje i smislenije predstavljanje vremenskih uslova u modelima prognoze karakteristika kretanja.

Evropa

Na području Evrope istraživanja uticaja vremenskih uslova na saobraćajni sistem i konkretno na transportne zahteve sprovedena su na teritoriji Belgije, Holandije, Norveške, Škotske, Španije, Švajcarske, Švedske. Činjenica je da su najbrojnija istraživanja o uticaju vremenskih uslova na karakteristike kretanja vezana za

područje Holandije. Istraživanja uticaja vremenskih uslova na transportnu ponudu i potražnju su prethodnih godina počela da se sprovode i na teritoriji Srbije.

Na teritoriji Belgije (Brisel) izvršeno je jedno od pionirskih istraživanja o uticaju vremenskih uslova na karakteristike kretanja. Istraživanja (Khattak & De Palma, 1997) imala su za cilj praćenje karakteristika kretanja kako u uobičajenim, tako i u neočekivanim vremenskim uslovima. Istraživana je vidovna raspodela, vreme polaska, odabir rute sa jedne strane i faktori koji na njih utiču sa druge strane, tj. saobraćajni uslovi i socio-ekonomske karakteristike. Stanovnici koji putničkim automobilom odlaze na posao i koji su izjavili da njihove odluke zavise od vremenskih uslova, izjavili su da vremenski uslovi više utiču na vreme polaska, nego na promenu rute i vida prevoza. Ovakav rezultat posledica je postojanja fleksibilnog radnog vremena, tj. činjenice da će promena vremena polaska manje poremetiti zaposlene nego promena vida prevoza ili rute. Oko polovine korisnika putničkog automobila menja ustaljene navike u putovanjima usled loših vremenskih uslova. Pokazano je da ispitanici koji retko menjaju vid prevoza uglavnom imaju porodične obaveze koje im ograničavaju mogućnost promene vida prevoza.

Uticaj vremenskih uslova na transportne potrebe na teritoriji Belgije istraživan je u radu (Cools, Moons, Creemers, & Wets, 2010). Glavni cilj rada bio je testiranje hipoteze da tip vremenskih uslova utiče na verovatnoću da dođe do promene u ponašanju putnika i da promene zavise od svrhe kretanja, što je i pokazano. U radu (Cools, Moons, & Wets, 2010) analiziran je uticaj vremenskih uslova na transportne zahteve na mreži saobraćajnica. Glavni cilj bio je da se utvrdi da li vremenski uslovi podjednako utiču na zahteve u Belgiji, odnosno da li obim saobraćaja na saobraćajnicama utiče na intenzitet uticaja različitih vremenskih uslova. Rezultati su pokazali da sneg, kiša i jak vetar utiču na smanjenje saobraćajnog protoka, dok ga visoke temperature povećavaju. Jedan od glavnih zaključaka istraživanja je da je uticaj vremenskih uslova različit na različitim lokacijama na mreži saobraćajnica. Iz toga je proizašao zaključak da strategije upravljanja saobraćajem, koje za cilj imaju smanjenje uticaja vremenskih uslova,

moraju uzeti u obzir položaj saobraćajnice u gradu i reakcije vozača na vremenske uslove.

Na području Belgije u radu (Cools & Creemers, 2013) istraživano je uticaj vremenske prognoze na ponašanje putnika u regionu Flandrije. U obzir je uzeto više aspekata ponašanja putnika, svrha kretanja i tipova vremenskih uslova kako bi se razjasnile dvosmislenosti u do tada objavljenim rezultatima i kako bi se potvrdila primenljivost rezultata iz prethodnih studija na pomenutom području. Istraživanje je zasnovano na sledećim istraživačkim pitanjima: da li promene u karakteristikama transportnih zahteva zavise od vremenske prognoze, da li promene zavise od stepena izloženosti vremenskim uslovima, da li promene zavise od izvora informisanja o vremenskim uslovima, da li promene zavise od percepcije o pouzdanosti podataka o vremenskim uslovima, koji faktori najviše utiču na promene u ponašanju korisnika u nepovoljnim vremenskim uslovima i koju ulogu u promenama karakteristika transportnih zahteva zauzima vremenska prognoza? Zaključci istraživanja su da putnici prilagođavaju svoje aktivnosti prognoziranim vremenskim uslovima, što je prvenstveno vezano za svrhe putovanja kao što su kupovina, razonoda, rekreacija.

U radu (Palma & Rochat, 1999) predstavljeni su rezultati sveobuhvatnog pionirskog istraživanja u oblasti uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja, koje je sprovedeno u Švajcarskoj, na teritoriji Ženeve 1994. godine. Istraživan je uticaj različitih socio-ekonomskih faktora na uobičajene izbore pri kretanju, kao i razlike u izboru načina kretanja, rute i vremena polaska u uobičajenim vremenskim uslovima i nepovoljnim vremenskim uslovima. Pravljeni su poređenja sa sličnim istraživanjem koje je sprovedeno u Belgiji (Khattak & De Palma, 1997). Istraživanje je pokazalo da putnici najčešće menjaju vreme polaska kako bi izbegli zagušenja usled loših vremenskih uslova.

Na teritoriji Švajcarske istraživana je mobilnost stanovnika 2010. godine, pri čemu je utvrđeno da se 89% stanovnika (starijih od 6 godina) mogu smatrati „mobilnim“, jer su tokom dana najmanje jednom napustili svoj stan/kuću. Ukupno je zabeleženo 11% onih koji nisu imali kretanja tokom dana istraživanja. Među

razlozima zašto nisu imali ni jedno kretanje tokom dana naveli su da nisu imali potrebe za kretanjem (17,1%), da su bili bolesni (13,2%), da su obavljali kućne poslove (10,8%) ili da su vremenski uslovi razlog njihovog nenapuštanja stana/kuće (8,8%). Ustanovljeno je da mobilnost zavisi od više faktora, a da je među njima najvažnija starost, a zatim pol. Poslednjeg dana u sedmici, nedeljom, broj onih koji nemaju kretanja se udvostruči i kod muškaraca i kod žena, u odnosu na ostale dane. Dani za koje je zabeležena ubedljivo najniža mobilnost su nedelje tokom zime, jer tada više od četvrtine populacije provede ceo dan kod kuće, tj. ne napravi ni jedno kretanje. (Bundesamt für Statistik, 2012)

U radu (Hassan & Barker, 1999) ukazano je da je nedovoljan broj istraživanja na temu da li se broj kretanja menja usled vremenskih uslova koji nisu uobičajeni za određeno godišnje doba ili usled izuzetno nepovoljnih vremenskih uslova. Glavni zaključak ovog istraživanja, koje je sprovedeno u Škotskoj, jeste da nema značajnih promena u izboru vida prevoza kao posledica promena vremenskih uslova, osim tokom onih dana kada je sneg na kolovozu bio glavna karakteristika vremenskih uslova. Zabeležen je 10% niži obim saobraćaja tokom radnih dana kada je sneg na kolovozu, a 15% u istim uslovima tokom vikenda. Za ostale nepovoljne vremenske uslove zabeležene su promene manje od 5%, što nisu velike promene, ali je pokazano da su statistički značajne. Zaključak koji je istraživanjima izveden jeste i da ima razlike u promenama tokom dana vikenda i radnih dana, jer su promene za sve vremenske uslove izraženije tokom dana vikenda (tokom vikenda loši vremenski uslovi više utiču na smanjenje obima saobraćaja).

U Norveškoj na teritoriji grada Bergen tokom 2000. godine vršena su istraživanja (Aaheim & Hauge, 2005) o uticaju klimatskih promena na navike vezane za putovanja, prvenstveno na izbor vida prevoza za lokalna putovanja. Grad Bergen je poznat po brzim promenama vremenskih uslova. Rad je imao dva cilja, prvi da utvrdi da li se može uspostaviti veza između klime i navika vezanih za putovanje i drugi da utvrdi kako blage promene u navikama pojedinca mogu uticati na karakteristike putovanja na nivou cele zemlje. U radu je naglašeno da je potrebno izvršiti procenu mogućih makroekonomskih posledica promena u navikama

vezanim za putovanje, odnosno simultano proceniti reakciju pojedinca i makroekonomske posledice.

U istraživanju koje je sprovedeno u Švedskoj (Bergström & Magnusson, 2003) ispitivani su stavovi o vožnji bicikla tokom zime. Pokazano je da su temperatura, padavine i stanje kolovoza najvažniji faktori za one koji dolaze biciklom na posao tokom leta, ali ne dolaze tokom zime. Fizička aktivnost je najvažniji faktor za one koji često dolaze biciklom na posao i tokom zime, dok je vreme putovanja najvažniji faktor za one koji nikada ne idu biciklom na posao.

Istraživanje (Liu et al., 2014a) sprovedeno u Švedskoj imalo je za cilj analizu uticaja promene vremenskih uslova na karakteristike kretanja onih pojedinca koji nemaju kretanja sa svrhom posao tokom dana, na osnovu podataka prikupljenih tokom trinaest godina. Autori su ovu grupu odabrali za istraživanje jer su karakteristike kretanja onih koji svakodnevno odlaze na posao manje prilagodljive promenama vremenskih uslova. Sveobuhvatni zaključak rada je da se uticaj vremenskih uslova na karakteristike kretanja nikako ne sme smatrati jednostavnim. U radu (Liu et al., 2015b) pokazano je da se uticaj vremenskih uslova na izbor vida prevoza razlikuje za različite regione Švedske, kao i tokom različitih godišnjih doba.

U jednom od radova koji se odnosi na područje Holandije (Berkum, Weijermars, & Hagens, 2006) predstavljen je uticaj vremenskih uslova, naročito kiše, na karakteristike transportnih zahteva u gradskoj sredini. Holandija je karakteristična po tome što je u vidovnoj raspodeli kretanja u gradovima, pored automobila i javnog prevoza, bicikl najvažniji vid prevoza. Izvršena je klasifikacija dana na suve, kišovite i ostale (sa takvim padavinama da kriterijumi za kišoviti dan nisu ispunjeni). Istraživanje je obezbedilo podatke o promenama usled kiše u broju putovanja (obimu), vidovnoj raspodeli i protoku saobraćaja na agregatnom nivou. Zaključeno je da kiša ima veliki uticaj na nastajanje i vidovnu raspodelu kretanja na kraćim relacijama (manje od 7,5 km). Utvrđene su sezonske razlike u vidovnoj raspodeli, pošto se upotreba bicikla smanjuje zimi, što rezultuje porastom

putovanja automobilom. Pokazano je da pored promene vida prevoza kiša uzrokuje otkazivanje i odlaganje putovanja.

U radu (Sabir et al., 2009) istraživani su uticaji vremenskih uslova na izbor vida prevoza. Autori su ukrstili podatke o vremenskim uslovima na nivou sata za celu Holandiju i podatke o transportnim zahtevima, pod pretpostavkom da pojedinac donosi odluku o izboru vida prevoza na osnovu vremenskih uslova koji preovlađuju tokom sata kada je putovanje započeto. Pokazan je negativan uticaj ekstremno niskih temperatura na pešačka i kretanja biciklom, a pored toga i negativan uticaj jakog vetra i padavina na kretanja biciklom.

Uticaj vremenskih uslova na transportne potrebe, razmatrajući uticaj na različite svrhe i načine kretanja, istraživani su na području Holandije u radu (Sabir, Ommeren, Koetse, & Rietveld, 2010). Transportne potrebe izražene su ukupnim brojem kretanja tokom dana, kao i ukupnim rastojanjem pređenim u toku dana. Zaključeno je da vremenski uslovi utiču na transportne potrebe, tačnije na promenu izbora načina kretanja, na šta naročito utiču visoke i niske temperature, sneg i intenzivne padavine. Pokazano je da na putovanja sa svrhom posao vremenski uslovi skoro da ne utiču.

Istraživanja (Sabir, 2011) pokazala su da na karakteristike kretanja najviše utiče temperatura, a posle temperature najviše uticaja imaju padavine i vetar. U Holandiji više temperature dovode do prelaska sa automobila i javnog prevoza na bicikl. Korišćenje javnog prevoza opada sa porastom temperature, iako korišćenje javnog prevoza ka određenim destinacijama može porasti. Padavine utiču na veću upotrebu automobila i javnog prevoza, usled odustajanja od nemotorizovanih načina kretanja i prelaska na motorizovane načine. Ipak, značajan deo stanovnika koristi bicikl čak i u vetrovitim, kišovitim i hladnim vremenskim uslovima, na šta utiče tradicija vožnje bicikla. Pokazano je da vremenski uslovi manje utiču na obavezna putovanja, nego na putovanja sa ostalim svrhama.

U Holandiji je istraživanje uticaja vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva vrlo aktuelna tema. Cilj rada (Böcker, Prillwitz, & Dijst, 2013)

bio je procena potencijalnih uticaja klimatskih promena na ponašanje korisnika prilikom izbora vida prevoza i dužine putovanja. Analizirani su izbor vida prevoza za određeno putovanje, kao i dužina pređenog puta izabranim vidom prevoza. Istraživan je uticaj vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva na dnevnom nivou. U radu je izvršena procena karakteristika transportnih zahteva u 2050. godini na osnovu trenutnih transportnih zahteva i klimatskih uslova, a imajući u vidu klimatske uslove prognozirane za 2050. godinu. Nakon toga urađeno je poređenje sadašnjih karakteristika i prognoziranih karakteristika transportnih zahteva. Rezultati ukazuju da se tokom blažih zima može očekivati porast upotrebe nemotorizovanih načina, odnosno smanjenje upotrebe putničkog automobila, dok se tokom toplih leta sa ekstremnim količinama padavina mogu očekivati suprotni obrasci kretanja. Iste godine autori ovog rada objavili su i pregled literature (Böcker, Dijst, et al., 2013) o uticaju svakodnevnih vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva.

Promene u karakteristikama svakodnevnih putovanja izazvanih vremenskim uslovima istraživane su u radu (Creemers et al., 2015). Akcenat istraživanja stavljen je na uticaj vremenskih uslova na vidovnu raspodelu i raspodelu po svrhama. Zaključeno je da magla, padavine i temperatura najviše utiču na karakteristike kretanja.

Na teritoriji Holandije u radu (van Stralen et al., 2015) istraživan je uticaj nepovoljnih vremenskih uslova na verovatnoću nastajanja zagušenja na autoputevima. Ovo je prvi rad u literaturi koji razmatra efekte ponude i potražnje pri predviđanju uticaja nepovoljnih vremenskih uslova na verovatnoću nastajanja zagušenja. Prikupljeni su podaci o promenama u odlukama pojedinaca vezanim za putovanja za različite scenarije nepovoljnih vremenskih uslova. Efekti na ponudu su ispitivani na osnovu uticaja padavina na kapacitet autoputa. Na osnovu dobijenih rezultata, preporuka je da se, u cilju poboljšanja validnosti predviđanja saobraćajnih zagušenja na autoputevima u uslovima nepovoljnih vremenskih uslova, uvek uključe kako uticaji ponude tako i uticaji potražnje.

Uticao subjektivnog doživljaja različitih vremenskih uslova na percepciju okruženja tokom kretanja analiziran je u radu (Böcker et al., 2015). U radu se prepliću oblasti planiranja saobraćaja i urbanističkog planiranja gradova. Autori smatraju da je razumevanje odnosa subjektivnog doživljaja vremenskih uslova i okruženja tokom putovanja ključno za bolje razumevanje izbora načina kretanja i prilagođavanje gradova klimatskim promenama. Istraživan je međusobni uticaj doživljaja vremenskih uslova, izbora vida prevoza i procene okruženja tokom putovanja. Jedan od uglova sagledavanja u ovom istraživanju predstavlja ispitivanje uticaja zabeleženih vremenskih uslova na izbor vida prevoza.

U Španiji je istraživan uticaj vremenskih uslova i eksploatacionih karakteristika toka na izbor motorizovanih vidova prevoza u radu (Anta et al., 2016). Istraživanje je sprovedeno na koridoru Llobregat koji predstavlja važan ulazno-izlazni pravac Barselone, duž kog su razmatrani autobuski i železnički podsistem javnog prevoza i putnički automobil kao moguće alternative. Izveden je zaključak da u nepovoljnim vremenskim uslovima ispitanici radije koriste železnički u odnosu na autobuski podsistem javnog prevoza. Sa druge strane, nepovoljni vremenski uslovi utiču da se autobuski podsistem više koristi od putničkog automobila, jer na pojedinim deonicama autobusi imaju prvenstvo prolaza.

Prva istraživanja o uticaju vremenskih uslova na odluke pojedinaca pre i za vreme kretanja na teritoriji Beograda, glavnog grada Srbije, sprovedena su krajem 2010. godine. Istraživanje (Nikolić, 2011) je imalo za cilj utvrđivanje uticaja vremenskih uslova na promenu putanje, vremena polaska i načina kretanja u slučaju obaveznih kretanja (koja ne mogu da se odlože) i neobaveznih kretanja (koja mogu da se odlože). Ispitani su uticaji sledećih vremenskih uslova: padavina (kiše, snega) i određenih temperaturnih rangova (ispod -10°C , od -10°C do 0°C , od 25°C do 35°C i preko 35°C). Pored navedenog ispitan je i stepen informisanosti ispitanika o uslovima u saobraćaju i vremenskim uslovima. Na osnovu prikupljenih podataka zaključeno je da na promenu rute kretanja značajno utiču sneg i led na kolovozu. Sneg ima najveći uticaj i na odabir vremena polaska. Visoke temperature ne utiču, dok niske temperature imaju uticaj na promenu vremena polaska. Ispitanici koji se informišu o vremenskim uslovima započinju svoja kretanja ranije u nepovoljnim

vremenskim uslovima. U uslovima snežnih padavina opada korišćenje automobila, dok u uslovima tropskih vrućina opada korišćenje javnog prevoza. Sneg i temperature niže od -10°C imaju najveći uticaj na promene u odlukama pojedinaca. Putnici se najradije opredeljuju da promene vreme polaska, a najmanje menjaju svoju ustaljenu rutu kretanja.

Stav korisnika javnog prevoza o stepenu zaštićenosti od vremenskih uslova u sistemu javnog gradskog prevoza u Beogradu istražen je u radu (Grujičić, Ivanović, Jović, & Đorić, 2014). Zaštita od vremenskih uslova ispitana je kao jedan od 24 parametra kvaliteta usluge javnog gradskog prevoza. Analiza stavova korisnika pokazala je da je zaštićenost od izloženosti vremenskim uslovima izuzetno važna za korisnike javnog prevoza. Takođe, analiza je pokazala da su korisnici javnog prevoza u Beogradu zadovoljni stepenom zaštićenosti od vremenskih uslova u sistemu javnog gradskog prevoza u Beogradu. Odnos važnosti i zadovoljstva ovim parametrom kvaliteta usluge, dobijen IPA analizom, pokazuje da je zaštićenost od vremenskih uslova u sistemu javnog prevoza u Beogradu na zadovoljavajućem nivou. Takođe, istraživanje je pokazalo i da korisnici putničkog automobila ne propoznaju izloženost vremenskim uslovima u sistemu javnog gradskog prevoza kao element koji ih odbija od korišćenja javnog prevoza u gradu.

Tokom 2014. godine u Beogradu započeta su istraživanja uticaja vremenskih uslova na transportnu ponudu i transportnu potražnju (Petrovic et al., 2015). Sprovedena su pilot istraživanja o saobraćajnim zahtevima tehnikom „izjavljenih prilagođavanja“ za različite scenarije vremenskih uslova i pilot istraživanja o uticaju vremenskih uslova na protok saobraćaja na gradskim saobraćajnicama. Ciljna populacija u anketi bili su zaposleni stanovnici Beograda jer čine veliku većinu korisnika transportnog sistema i veliki deo njih ima mogućnost izbora između različitih načina kretanja. Istraživanje je pokazalo da nepovoljni vremenski uslovi u većoj meri utiču na neobavezna (razonoda, rekreacija) u odnosu na obavezna putovanja (odlazak na posao).

2.2 Uticaj komponenti vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja

U literaturi se izdvajaju dva pregledna rada: (Koetse & Rietveld, 2009) i (Böcker, Dijst, et al., 2013). U radu (Koetse & Rietveld, 2009) sistematično su prikazani zaključci istraživanja o uticaju klimatskih promena i vremenskih uslova na saobraćajni sistem. Prikazani su zaključci o uticaju klimatskih promena na pojavu ekstremnih pojava i uticaju tih pojava na saobraćajnu infrastrukturu, o uticaju na sve vidove transporta i u okviru drumskog saobraćaja na ponašanje putnika. U poslednjem poglavlju rada dat je pregled dotadašnjih saznanja o uticaju nepovoljnih vremenskih uslova na obim kretanja i izbor vida prevoza. U radu (Böcker, Dijst, et al., 2013) predstavljen je pregled radova o uticaju svakodnevnih vremenskih uslova u oblasti saobraćaja i transporta, geografije, biometeorologije i medicine. Prikazani su zaključci o uticaju kiše, temperature i vetra na karakteristike kretanja.

Pregled radova u kojima je ispitivan uticaj pojedinih komponenti vremenskih uslova i meteoroloških pojava na nastajanje i vidovnu raspodelu kretanja dat je tabelarnim prikazom (Tabela 1), pri čemu dva rada starijeg datuma (Khattak & De Palma, 1997; Palma & Rochat, 1999) analiziraju uticaj nepovoljnih vremenskih uslova sagledavajući njihov uopšteni uticaj na karakteristike transportnih zahteva. U nastavku su predstavljeni najvažniji zaključci o uticaju komponenti vremenskih uslova na karakteristike kretanja, odnosno na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja. U radovima (Cools & Creemers, 2013; Creemers et al., 2015) ukazano je na činjenicu da, pored komponenti vremenskih uslova, godišnje doba i prisustvo određenih komponenti vremenskih uslova u danima pre istraživanja takođe imaju značajnu ulogu u objašnjenju promena u karakteristikama kretanja na dnevnom nivou.

Padavine

Sprovedene studije pokazuju da se tokom dana sa nepovoljnim vremenskim uslovima, a posebno sa padavinama, neobavezna putovanja odlažu ili skraćuju. Istraživanja (Chung, Ohtani, & Kuwahara, 2005) su pokazala da je broj kretanja

manji tokom kišnih dana, naročito tokom vikenda, kada je osetljivost na padavine veća. Zabeležen je manji pad u broju putovanja radnim danima (u proseku 2,9%) u odnosu na vikend (7,9 % za subotu, 5,2% za nedelju). Pokazano je da veličina uticaja u značajnoj meri zavisi od intenziteta kiše ili snežnih padavina (Hassan & Barker, 1999; Keay & Simmonds, 2005; Van Leeuwen et al., 2009). Istraživanja (Sabir, 2011; Sabir et al., 2010) pokazala su da sneg utiče na smanjenje broja kretanja pojedinca. Analizom lanaca kretanja u istraživanju (Liu, Susilo, & Karlström, 2015a) ukazano je na porast verovatnoće povezanih kretanja u uslovima kišnih padavina za obavezne svrhe, dok je za neobavezne svrhe ukazano na manje planiranih aktivnosti tokom kišnog dana.

Jaka kiša i oluje imaju uticaj pre svega na vreme započinjanja putovanja, pošto oni koji su u mogućnosti odlažu putovanje do nastupanja povoljnijih vremenskih uslova (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010). Odlaganje kretanja sa kratkim rastojanjima je takođe jedna od reakcija ispitanika u cilju izbegavanja kiše pri kretanju peške ili biciklom (Berkum et al., 2006). U slučaju snega više od pedeset procenata ispitanika odloži putovanje. Sneg ima uticaj i na putovanja na posao i na putovanja sa svrhom kupovina, pri čemu je najčešća reakcija odlaganje putovanja ili otkazivanje putovanja u slučaju neobaveznih svrha. U slučaju snega oko 70% ispitanika otkáže putovanje sa neobaveznim svrhama, a u slučaju kiše oko 50% ispitanika. (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010)

Istraživanja su pokazala da su kiša i druge padavine najvažniji faktor koji utiče na vidovnu raspodelu. Padavine imaju veliki uticaj na broj pešačkih i biciklističkih kretanja (Saneinejad, 2010). Zaključak (Aaheim & Hauge, 2005) je da porast padavina i vetra povećava verovatnoću korišćenja javnog prevoza u odnosu na pešačenje i bicikl. Sa povećanjem padavina smanjuju se pređena rastojanja, što ne važi za putovanja sa svrhom odlaska na posao. Kiša čini da pešačenje i kretanje biciklom budu manje privlačni, ali pošto kiša dovodi do smanjenja pređenih rastojanja, u određenim situacijama može dovesti i do povećanja nemotorizovanih kretanja.

Padavine imaju jak uticaj na korišćenje automobila i bicikla. Verovatnoća izbora bicikla opada, a verovatnoća korišćenja automobila i javnog prevoza se povećava kako se količine padavina povećavaju. Slični rezultati se dobijaju za sve svrhe kretanja, mada su veličine uticaja različite za različite svrhe. (Sabir, 2011; Sabir et al., 2009). U radu (Liu et al., 2015b) je takođe izveden zaključak da padavine najviše utiču na smanjenje broja kretanja biciklom i povećanje broja kretanja javnim prevozom. Studije pokazuju da broj biciklističkih kretanja značajno opada u uslovima jake kiše, naročito za neobavezna kretanja (Bergström & Magnusson, 2003; Gebhart & Noland, 2014; Winters, Friesen, Koehoorn, & Teschke, 2007).

Istraživanje u Čikagu (Bertness, 1980) pokazalo je da tokom kišnih dana broj putnika u autobuskom javnom prevozu opadne za 3-5%. Iako je procentualno izraženo promena u broju putnika mala, posmatrano npr. kroz prihod od prodatih karata, pad prihoda nije zanemarljiv. U radu (Guo et al., 2007) zaključeno je da povoljni vremenski uslovi utiču na povećanje broja putnika u javnom prevozu, dok loši vremenski uslovi utiču na smanjenje broja putnika. Ipak, ekstremno loši vremenski uslovi poput magle ili jakog snega mogu da utiču na povećanje broja putnika, jer pojedini vozači mogu odlučiti da pređu na javni prevoz u ovakvim situacijama. Veza između vremenskih uslova i broja putnika je kompleksna, jer pojedine komponente vremenskih uslova mogu biti u pozitivnoj korelaciji (npr. sneg i niske temperature), dok neke komponente mogu imati sinergetsko dejstvo (npr. kiša i vetar).

Snežni pokrivač u velikoj meri utiče na smanjenje korišćenja bicikla, dok pozitivno utiče na pešačenje. Uticaj snežnog pokrivača na motorizovane vidove prevoza može se smatrati ograničenim (Liu et al., 2015b). Kolovoz pokriven snegom je najuticajni faktor na broj kretanja u lancu (Liu et al., 2015a). Istraživanje na teritoriji Beograda (Nikolić, 2011) pokazalo je da u uslovima snežnih padavina opada korišćenje putničkog automobila.

Pokazano je da prognoza vremena utiče na karakteristike putovanja (Berkum et al., 2006), iako je efekat manji od uticaja aktuelnih vremenskih uslova (kada zaista

nastupaju promene u vremenskim uslovima). Najviše promena u kretanjima izaziva najava snežnih padavina. (Cools & Creemers, 2013)

Temperatura

Temperatura se drugačije percipira u različitim regionima i u različitim godišnjim dobima, naročito kod nemotorizovanih vidova prevoza, dok se kod motorizovanih vidova percepcija u manjoj meri razlikuje. (Liu et al., 2015b) Temperatura i godišnje doba imaju uticaj na sve karakteristike kretanja. (Berkum et al., 2006) Istraživanjima je pokazano da vremenski uslovi imaju značajan uticaj i na broj kretanja i na broj lanaca kretanja tokom dana (Liu et al., 2015a; Sabir, 2011). U radu (Liu et al., 2014a) izveden je zaključak da sa porastom temperature dolazi do porasta ukupnog broja kretanja, kao i broja lanaca kretanja na nivou pojedinca, što naročito važi za one koji nemaju kretanje sa svrhom posao u toku dana. Sa druge strane, u istraživanju (Saneinejad et al., 2012) nije utvrđena značajna razlika u mobilnosti zaposlenih za različite temperaturne uslove.

Ekstremno visoke i niske temperature najmanje utiču na putovanja sa svrhom posao (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010). Istraživanje (Liu et al., 2014a) je pokazalo da je uticaj prosečne temperature na ispitanike koji ne obavljaju kretanje sa svrhom odlaska na posao daleko veći u odnosu na one koji svakodnevno putuju na posao. Za putovanja sa svrhom kupovina i razonoda pokazano je (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010) da veći uticaj na promenu vida prevoza imaju temperature preko 28°C nego temperature ispod 0°C.

Istraživanja pokazuju da na pešačenje i korišćenje bicikla ne utiče negativno samo hladno vreme, već i temperature od 25°C do 30°C, jer su više od optimalnih. (Aultman-Hall, Lane, & Lambert, 2009; Lewin, 2011; Miranda-Moreno & Thomas, 2011) Istraživanjem na teritoriji Beograda (Nikolić, 2011) pokazano je da u uslovima tropskih vrućina opada korišćenje javnog prevoza.

Analiza u radu (Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012) pokazala je da niske temperature više utiču na mlađe osobe koje pešače i voze bicikl da odustanu od aktivnih načina kretanja, nego na starije starosne grupe. Biciklistička kretanja su

osetljiva na temperature ispod 15°C, dok je pešačenje osjetljivo na temperature ispod 5°C, ali je u manjoj meri osjetljivo u poređenju sa biciklističkim kretanjima.

Najvažniji razlog za promenu vida prevoza sa bicikla na motorizovane vidove jesu vremenski uslovi (Berkum et al., 2006). Rezultati istraživanja (Liu et al., 2015b) pokazali su da tokom zime raste mogućnost da pojedinac izabere pešačenje i javni prevoz za način kretanja, a smanjuje se mogućnost da izabere bicikl, dok suprotno važi za leto. Niske temperature dovode do smanjivanja učešća biciklističkih kretanja, a povećanja kretanja automobilom i javnim prevozom. Suprotno važi za toplije vreme, kada su temperature do 25°C (Sabir, 2011; Sabir et al., 2009). Verovatnoća izbora bicikla raste sa porastom temperature, dok verovatnoća izbora putničkog automobila opada (Liu et al., 2015b). Ipak, kada temperatura pređe 25°C verovatnoća izbora bicikla kao načina prevoza opada, a raste verovatnoća izbora automobila i javnog prevoza (Sabir, 2011; Sabir et al., 2009). Promena temperature ima veliki uticaj na broj biciklističkih i pešačkih kretanja (Saneinejad, 2010). Porast temperature dovodi do povećanja udela pešačkih u ukupnim kretanjima (Aaheim & Hauge, 2005), ali to dosta zavisi od svrhe kretanja. Porast temperature utiče na smanjenje broja motorizovanih kretanja na nivou dana i na porast kretanja biciklom (Sabir, 2011) i javnim prevozom (Arana, Cabezudo, & Peñalba, 2014).

Vetar

Istraživanja (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010) su pokazala da u uslovima jakog vetra 45% ispitanika otkáže putovanje. U uslovima oluje ispitanici koji su u mogućnosti odlažu putovanje do nastupanja povoljnijih vremenskih uslova. Brojne studije (Bergström & Magnusson, 2003; Gebhart & Noland, 2014; Winters et al., 2007) pokazuju da broj biciklističkih kretanja značajno opada u uslovima olujnog vetra, naročito za neobavezna kretanja.

Vetar je jedna od komponenti vremenskih uslova za koju se pokazalo da utiče na izbor vida prevoza. Rezultati istraživanja (Sabir, 2011; Sabir et al., 2009) pokazali su da vetar obeshrabruje korišćenje bicikla, a povećava sklonost ka korišćenju automobila, javnog prevoza i pešačenja. Brzina vetra negativno utiče na bicikliste duplo više nego na pešake (Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012).

U radovima u kojim je analiziran uticaj vetra, najčešće su analizirane promene u transportnim zahtevima pod uticajem vetra u kombinaciji sa padavinama ili niskom temperaturom. Glavni zaključak u radu (Aaheim & Hauge, 2005) je da porast padavina i vetra povećava verovatnoću korišćenja javnog prevoza u odnosu na pešačenje i bicikl. Jak vetar i niske temperature dovode do veće upotrebe automobila i javnog prevoza (Sabir et al., 2009).

Tabela 1 Pregled komponenti vremenskih uslova analiziranih u literaturi¹

		Komponente vremenskih uslova čiji je uticaj analiziran					
		U	T	K	S	V	M
V	(Aaheim & Hauge, 2005)		x	x		x	
V	(Anta et al., 2016)		x	x		x	
V	(Bergström & Magnusson, 2003)				x		
N/V	(Berkum et al., 2006)			x			
V	(Bertness, 1980)			x			
N	(Chung, Ohtani, & Kuwahara, 2005)			x			
N	(Chung, Ohtani, Warita, et al., 2005)			x			
N/V	(Clifton et al., 2011)		x	x		x	
N/V	(Cools & Creemers, 2013)		x	x	x	x	x
N/V	(Cools, Moons, Creemers, et al., 2010)		x	x	x	x	x
V	(Creemers et al., 2015)		x	x	x	x	x
V	(Guo et al., 2007)		x	x	x	x	
V	(Khattak & De Palma, 1997)	x					
N/V	(Liu et al., 2014a)		x				
V	(Liu et al., 2015b)		x	x	x		
N/V	(Nikolić, 2011)		x	x	x		
V	(Palma & Rochat, 1999)	x					
N/V	(Petrovic et al., 2015)		x	x	x	x	x
V	(Sabir et al., 2009)		x	x		x	
N/V	(Sabir et al., 2010)		x	x	x		x
N/V	(Sabir, 2011)		x	x	x		x
N/V	(Saneinejad et al., 2012)		x	x	x	x	
N/V	(Saneinejad, 2010)		x	x	x		x
N/V	(van Stralen et al., 2015)			x	x		

¹ N – nastajanje kretanja, V – vidovna raspodela kretanja, U – uopšteno sagledavanje nepovoljnih vremenskih uslova, T – temperatura, K – kiša, S – sneg, V – vetar, M - magla

3 ISTRAŽIVANJA UTICAJA VREMENSKIH USLOVA NA KARAKTERISTIKE KRETANJA

U ranijim istraživanjima podaci o uticaju vremenskih uslova na karakteristike kretanja prikupljani su tehnikom „izraženih preferencija“, „izjavljenih preferencija“ ili „izjavljenih prilagođavanja“. Prema (D. Hensher, Rose, & Greene, 2015; Khademi, Arentze, & Timmermans, 2012; Louviere, Hensher, & Swait, 2000; Ortuzar & Willumsen, 2011; Tudela & Rebolledo, 2006) svaki od pristupa ima svoje prednosti i nedostatke. U nastavku su prikazane osnovne karakteristike korišćenih tehnika prikupljanja podataka, kao i veličine uzoraka u okviru sprovedenih istraživanja, što se može videti i u preglednoj tabeli (Tabela 2).

3.1 Karakteristike primenjenih tehnika istraživanja

Tehnika „izraženih preferencija“

U svim radovima u kojima su podaci o karakteristikama kretanja u različitim vremenskim uslovima dobijeni iz ankete u domaćinstvu, podaci su prikupljani tehnikom „izraženih preferencija“. Tehnika „izraženih preferencija“, odnosno neposredno opažanje ponašanja putnika, jeste uobičajena metoda koja se primenjuje u procesima prikupljanja podataka u oblasti planiranja saobraćaja, pa samim tim i u prikupljanju podataka o karakteristikama kretanja (D. Hensher et al., 2015; Louviere et al., 2000; Wardman, 1988). Suština ove tehnike prikupljanja podataka jeste beleženje realnih promena do kojih dolazi u određenoj oblasti saobraćajnog sistema. Ipak, tehnika „izraženih preferencija“ ima određena ograničenja, što smanjuje njenu opštu primenu. Tehnika „izraženih preferencija“ ima svojih prednosti i nedostaka u pogledu procene ponašanja korisnika. (Ben-Akiva, Morikawa, & Shiroishi, 1992; Bhat & Castelar, 2002) Najvažnije ograničenje vezano je za nemogućnost ispitivanja reakcije putnika na alternativu koja još uvek ne postoji u transportnom sistemu. (Khademi et al., 2012; Ortuzar & Willumsen, 2011)

Tehnika „izjavljenih preferencija“

Tehnika koja može nadomestiti glavni nedostatak tehnike „izraženih preferencija“ jeste tehnika „izjavljenih preferencija“. Tehnika „izjavljenih preferencija“ prvi put

je primenjena u psihologiji šesdesetih godina prošlog veka. Njena primena u saobraćaju datira od osamdestih godina, a poslednjih dvadesetak godina dominira literaturom. Već godinama se primenjuje u istraživanju karakteristika kretanja i ponašanja putnika. (Grujičić et al., 2014; Khademi et al., 2012; Kroes & Sheldon, 1988)

Tehnika „izjavljenih preferencija“ može se podeliti u dve grupe na osnovu ponuđenih odgovora: ona u kojoj ispitanici izražavaju preferencije kroz rangove na mernoj skali i ona u kojoj ispitanici biraju jednu od ponuđenih kombinacija atributa tj. jedan od ponuđenih scenarija. (Tudela & Rebolledo, 2006)

Tehnika „izjavljenih preferencija“ podrazumeva hipotetičke scenarije koji su predstavljeni različitim vrednostima atributa alternativa. Vrednosti se razlikuju po scenarijima da bi se obezbedile potrebne varijacije za procenu izlazne veličine (K. E. Train & Wilson, 2008). Tokom ankete korisnicima se prikazuju ovi scenariji, a od njih se traži da se izjasne kako bi se u svakoj od hipotetičkih situacija ponašali tako što će se opredeliti za jednu od ponuđenih alternativa. Primena tehnike „izjavljenih preferencija“ ima brojne prednosti. Ova tehnika omogućava utvrđivanje izbora korisnika za veliki broj vrednosti atributa. Najčešće se za svaki atribut alternative ispituje po nekoliko vrednosti, pa je često broj svih mogućih scenarija toliko veliki da nije racionalno sve njih ispitivati. Zbog toga se, umesto ispitivanja svih mogućih scenarija, ispituje jedan njegov podskup koji je odabran tako da sa velikom pouzdanošću može da predstavlja ceo skup. S obzirom da se radi o hipotetičkim scenarijima, od anketiranih se zahteva posebna pažnja pri odgovaranju na ova pitanja. (Simićević, 2013).

Glavni nedostatak ove tehnike ogleda se u činjenici da ispitanici ne moraju nužno da se ponašaju onako kako su izjavili da nameravaju da se ponašaju, tj. da može postojati neslaganje između onog što je izjavljeno u anketi i ponašanja ispitanika u realnosti. Nedostatak je i to što anketari mogu da navedu anketirane da daju očekivani odgovor, kao i mogućnost da anketirani namerno da pogrešan odgovor. Na primer, u jednom od istraživanja (Bergström & Magnusson, 2003) anketa je pokazala da postoji namera ispitanika da češće koriste bicikl kao vid prevoza, dok

u realnosti ispitanici ne mogu da se odupru svojim navikama, što vodi do činjenice da ne dolazi do promene u izboru vida prevoza. Neke studije ipak pokazuju da nema statistički značajne razlike između izjava korisnika i njihovog stvarnog ponašanja (Wardman, 1988).

Veliki broj istraživanja u literaturi o uticaju vremenskih uslova na karakteristike kretanja baziran je na tehnici „izjavljenih preferencija“, što je delimično odraz veoma zahtevnog procesa prikupljanja podataka o realizovanim karakteristikama kretanja u različitim vremenskim uslovima (R. B. Chen & Mahmassani, 2015).

Tehnika „izjavljenih preferencija“ u literaturi se može naći i pod nazivom tehnika „izjavljenih preferencija i izbora“. Svakako, ova metoda je vremenom postala dobro uspostavljena metoda za prikupljanje podataka u okviru analize izbora putnika, u cilju modeliranja promena ponašanja putnika usled donošenja npr. novih strategija razvoja. Istraživanja su podstakla i razvoj nove tehnike koja se još uvek retko primenjuje u istraživanjima ponašanja putnika (Khademi et al., 2012) i koja je predstavljena u nastavku.

Tehnika „izjavljenih prilagođavanja“

Tehnika slična prethodnoj, koja je od skoro u upotrebi, je tehnika „izjavljenih prilagođavanja“ koja se ne zasniva na izboru između ponuđenih alternativa, niti na izražavanju stepena preferencije, već na izjavama o promenama u ponašanju (Khademi et al., 2012; Parvaneh, Arentze, & Timmermans, 2014). Osnovna razlika između „izjavljenih preferencija“ i „izjavljenih prilagođavanja“ je zadatak koji imaju ispitanici, jer u tehnici „izjavljenih preferencija“ ispitanici daju odgovor o svojim preferencijama vezanim za date scenarije, dok u tehnici „izjavljenih prilagođavanja“ ispitanici daju odgovor da li bi i kako promenili svoje ponašanje u slučaju datih scenarija, odnosno npr. u slučaju različitih vremenskih uslova (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010). Tehnika „izjavljenih prilagođavanja“ pruža jasniju sliku o stavovima i ponašanju pojedinaca kada se suoče sa hipotetičkim situacijama, naročito u vezi sa saobraćajnim uslovima (Arcier, Andan, & Raux, 1998; Parvaneh et al., 2014). Problem realnosti dobijenih podataka je problem kod svih istraživanja baziranih na hipotetičkim situacijama. Ključnu ulogu igra jasno

definisani upitnik kako bi ispitanik shvatio scenarije, kao i anketar koji u to treba da se uveri (Arcier et al., 1998).

3.2 Uzorci u ranijim istraživanjima

Istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja baziraju se uglavnom na anketama u domaćinstvu, sprovedenih u okviru saobraćajnih studija. Na određenim područjima ankete u domaćinstvu se sprovode tokom dužeg vremenskog perioda tokom godine, čime je omogućeno ukrštanje podataka o kretanjima i podataka o vremenskim uslovima za veliki broj ispitanika, što je slučaj npr. u Holandiji, Švedskoj i u Torontu (Kanada). Takva istraživanja predstavljena su u radovima (Creemers et al., 2015; Liu et al., 2014b, 2015b; Sabir, 2011; Sabir et al., 2010; Sabir, Ommeren, Koetse, & Rietveld, 2008; Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012). U ostalim slučajevima ankete u domaćinstvu se sprovode jednom godišnje ili jednom u nekoliko godina, pa je potrebno sprovesti dodatna istraživanja u cilju ispitivanja uticaja različitih vremenskih uslova na karakteristike kretanja, što je slučaj u radovima (Aaheim & Hauge, 2005; Anta et al., 2016; Bergström & Magnusson, 2003; Berkum et al., 2006; Böcker et al., 2015; Clifton et al., 2011; Cools & Creemers, 2013; Cools, Moons, Creemers, et al., 2010; Khattak & De Palma, 1997; Palma & Rochat, 1999; van Stralen et al., 2015).

Podaci prikupljeni anketom u okviru saobraćajnih istraživanja za period od 1996. do 2005. godine u Holandiji korišćeni su u radovima (Sabir, 2011; Sabir et al., 2010). Tokom svake godine veliki broj ispitanika popunjavao je upitnik o kretanjima, tako da je uzorak činilo oko milion ispitanika, odnosno 3,5 miliona kretanja. Sa podacima o kretanjima ukršteni su podaci o vremenskim uslovima na časovnom nivou dobijeni sa 32 meteorološke stanice. Za potrebe istraživanja (Sabir et al., 2009) tokom cele godine više od 600.000 pojedinaca iz različitih oblasti Holandije popunjavali su upitnik o karakteristikama kretanja tokom određenih dana. Uzorak je činilo oko 530.000 ispravnih obrazaca. Podaci o vremenskim uslovima za 1996. godinu sa 37 meteoroloških stanica, koje pokrivaju 458 opština Holandije, za svaki sat tokom dana, ukršteni su sa podacima o kretanjima. U radu (Creemers et al., 2015) podaci iz ankete domaćinstva

sprovedene na nacionalnom nivou Holandije 2008. godine ukršteni su sa podacima o vremenskim uslovima na časovnom nivou. Baza podataka sadržala je podatke o 18.102 domaćinstva i karakteristikama kretanja njihovih članova, tj. bazu podataka o karakteristikama 120.770 kretanja.

U radu (Liu et al., 2015b) korišćeni su podaci iz Švedske ankete u domaćinstvu na nacionalnom nivou za period: 1994. do 2001., 2003. do 2004., 2005. do 2006. i 2011. Telefonskom anketom prikupljeni su podaci o svim kretanjima ispitanika tokom svih dana za sve navedene godine. Uzorak su činila ona putovanja koja za izvor ili cilj imaju mesto stanovanja ili mesto rada, pa je ukupan broj analiziranih kretanja za sve godine bio 181.814. U radu (Liu et al., 2014a) korišćeni su podaci iz Švedske ankete u domaćinstvu na nacionalnom nivou koja je obuhvatala periode: 1988. do 2001., 2003. do 2004., 2005. do 2006. i 2011. godinu. Prikupljeni su podaci na dnevnom nivou o svim kretanjima ispitanika koji nemaju putovanja sa svrhom posao tokom dana. Uzorak je ukupno sadržao 13.579 ispitanika.

U radu (Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012) za potrebe modeliranja korišćeni su podaci iz ankete sprovedene u okviru saobraćajnih istraživanja, koja se realizuju na svakih pet godina u Torontu. Podaci su prikupljeni u periodu 8. septembar - 16. decembar 2001. i 8. maj - 12. jun 2002. Podaci o vremenskim uslovima za isti period prikupljeni su sa jedne meteorološke stanice. Ukupan broj ispitanika u uzorku bio je 43.557, a činili su ga zaposleni stanovnici.

Uticaj vremenskih uslova tokom letnjeg perioda (jun - avgust) 1976., 1977. i 1978. godine analiziran je u jednom od prvih radova iz predmetne oblasti (Bertness, 1980) pošto se u Čikagu tokom letnjih meseci javljaju najveće promene u pogledu padavina. Korišćeni su podaci sa 320 mernih stanica za period proleće 1976. - jesen 1978.

U radu (Aaheim & Hauge, 2005) zaključci su izvedeni na osnovu 16.383 lokalnih putovanja za koja su podaci dobijeni anketom u okviru saobraćajnih istraživanja u gradu Bergen u Norveškoj. Sprovedena je telefonska anketa o karakteristikama kretanja u periodu od 15.03.2000. do 31.05.2000.

U Australiji (Clifton et al., 2011) obrađen je i analiziran skup podataka dobijenih na osnovu anketiranja 719 domaćinstava tokom 2002. godine na području šireg gradskog područja Sidneja. Ispitanih 719 domaćinstava činilo je ukupno 2.950 ispitanika, za koje je zabeleženo 13.686 putovanja.

U istraživanju (van Stralen et al., 2015) ispitanici su nasumično odabrani sa liste ispitanika koji inače učestvuju u saobraćajnim istraživanjima. Ukupno 342 ispitanika su u potpunosti popunili anketu (stopa odgovor bila je 22%), od kojih je 210 dalo odgovore samo za obavezna putovanja, 71 samo za neobavezna putovanja, a 61 za obe pomenute grupe putovanja. Bazu podataka činili su podaci o ukupno 2.710 kretanja za obavezne svrhe kretanja i 1.320 za neobavezne svrhe kretanja.

U radu (Khattak & De Palma, 1997) ispitivan je opšti uticaj vremenskih uslova na karakteristike kretanja na 1.218 ispitanika, koji su birani na nivou organizacija u kojima su zaposleni u Briselu.

Ukupno 1.000 zaposlenih u četiri velike firme u Švedskoj ispitano je u cilju analize korišćenja automobila i bicikla tokom zimskog perioda u švedskim gradovima Lulea i Linköping (Bergström & Magnusson, 2003).

Uopšten uticaj vremenskih uslova na zaposlene u Ženevi, takođe na nivou organizacija u kojima su ispitanici zaposleni, ispitivan je u radu (Palma & Rochat, 1999). Ovo je osiguralo relativno visok procenat odgovora, odnosno oko 880 popunjenih upitnika, kao i dobro izbalansiran uzorak među stratumima definisanim stratifikacionom šemom.

Za potrebe saobraćajno-urbanističkog istraživanja sprovedena je anketa (Böcker et al., 2015) o kretanjima u periodu avgust 2012 - februar 2013. koji karakteriše raznolikost vremenskih uslova. U panel istraživanju (podaci se prikupljaju u dva ili više vremenskih preseka) učestvovalo je 945 ispitanika starijih od 18 godina sa teritorije Roterdama. Ispitanici su beležili podatke o kretanjima za dva dana tokom leta, dva tokom jeseni i dva tokom zime. Panel istraživanja su korišćena kako bi uzorak ispitanika bio isti za sve vremenske preseke, tj. tokom svih godišnjih doba.

Radovi (Cools & Creemers, 2013; Cools, Moons, Creemers, et al., 2010) bazirani su na podacima iz ankete sprovedene na 586 ispitanika tokom marta i aprila 2009. godine, u regionu Flandrije na području Belgije, u cilju analiziranja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja. Relativno mali uzorak onemogućio je analizu svakog od načina kretanja pojedinačno.

U istraživanju (Nikolić, 2011) učestvovao je 301 ispitanik sa prebivalištem u Beogradu stariji od 15 godina. Ukupno 52 ispitanika odgovaralo je putem internet ankete, a 249 je popunjavalo anketni upitnik tradicionalom metodom. U Beogradu je sprovedeno i pilot istraživanje tehnikom „izjavljenih prilagođavanja“ (Petrovic et al., 2015) za različite scenarije vremenskih uslova. Ukupno je ispitano 285 zaposlenih stanovnika Beograda koji su odgovarali putem interneta i tradicionalne ankete u papirnoj formi.

Najmanji broj ispitanika zabeležen je u radovima (Anta et al., 2016; Berkum et al., 2006). Ukupan broj upitnika popunjenih u celosti u radu (Berkum et al., 2006) bio je 114, pri čemu su većinu ispitanika činili zaposleni u opštini grada Almelo. Relativno mali broj ispitanika onemogućio je neke od željenih analiza. U okviru istraživanja metodom „izjavljenih preferencija“ (Anta et al., 2016) prikupljeni su odgovori 99 ispitanika, dok su bazu prikupljenu kroz tehniku „izraženih preferencija“ činili podaci vezani za 228 putovanja. Istraživanja su sprovedena u nekoliko vremenskih preseka u periodu od maja do oktobra 2011. godine.

U narednoj tabeli (Tabela 2) prikazane su primenjene metode (RP – revealed preferences, SP – stated preferences, SA – stated adaptation) i realizovani uzorci u sprovedenim istraživanjima.

Tabela 2 Primenjene metode i realizovani uzorci u ranijim istraživanjima²

Istraživanja	REALIZOVANI UZORAK	
	broj ispitanika	broj kretanja
(Sabir et al., 2010) ^{RP} (Sabir, 2011) ^{RP}	1.035.378	3.502.884
(Sabir et al., 2009) ^{RP}	530.000	
(Liu et al., 2015b) ^{RP}	181.814	
(Creemers et al., 2015) ^{RP}	18.102 ³	120.770
(Saneinejad, 2010) ^{RP} (Saneinejad et al., 2012) ^{RP}	43.557	
(Liu et al., 2014a) ^{RP}	13.579	
(Liu et al., 2014b) ^{RP}	24.987	
(Aaheim & Hauge, 2005) ^{RP}		16.383
(Clifton et al., 2011) ^{RP}	2.950	13.686
(van Stralen et al., 2015) ^{SA}	342	4.030
(Khattak & De Palma, 1997) ^{SP}	1.218	
(Bergström & Magnusson, 2003) ^{SP}	1.005	
(Palma & Rochat, 1999) ^{SP}	880	
(Böcker et al., 2015) ^{RP}	945	
(Cools, Moons, Creemers, et al., 2010) ^{SA} (Cools & Creemers, 2013) ^{SA}	586	
(Nikolić, 2011) ^{SA}	301	
(Petrovic et al., 2015) ^{SA}	285	
(Berkum et al., 2006) ^{SP}	114	
(Anta et al., 2016) ^{RP, SP}	99	228 kretanja ⁴

Na osnovu prikazanog (Tabela 2) može se zaključiti da je najčešće korišćen metod u ranijim istraživanjima tehnika „izraženih preferencija“, dok se veličine uzoraka jako razlikuju. Veličina realizovanog uzorka zavisi od:

- prostorne i vremenske obuhvatnosti sistematskih saobraćajnih istraživanja, naročito ukoliko se odnose na teritoriju cele zemlje i duži niz godina, kao na primer (Sabir, 2011; Sabir et al., 2009, 2010),
- veličine ciljne populacije (da li ciljnu populaciju čine svi stanovnici ili samo pojedine grupe, kao npr. samo zaposleni ili samo nezaposleni).

² U većini radova uzorak je izražen samo kroz broj ispitanika. U pojedinim je naznačen i broj kretanja.

³ Uzorak je izražen kroz broj domaćinstava.

⁴ Sprovedena su dva istraživanja. Uzorak u jednom istraživanju je 99 ispitanika, a u drugom 228 kretanja.

4 POSTOJEĆI MODELI NASTAJANJA I VIDOVNE RASPODELE PUTOVANJA KOJI SADRŽE UTICAJ VREMENSKIH USLOVA

Razvoj modela transportnih zahteva otpočeo je početkom pedesetih godina prošlog veka (J. Jović & Depolo, 2011). Vremenom su modeli postajali sve složeniji, čemu je posebno doprineo razvoj statističkih softvera. Primena statističkih softvera omogućila je sagledavanje i uključivanje većeg broja uticajnih faktora u modele transportnih zahteva. Saobraćajni modeli predstavljaju važan alat za prognoziranje saobraćaja, kao i za upravljanje saobraćajnim sistemom u gradovima. Utvrđivanje faktora koji utiču na karakteristike kretanja predstavljaju početnu tačku u procesu modeliranja. (Basarić & Jović, 2011) Prošao je dugi niz godina od prvih modela transportnih zahteva do modela koji su uključili uticaj vremenskih uslova na transportne zahteve. Uticaj vremenskih uslova prvi put je uveden u modele transportnih zahteva u radu (Khattak & De Palma, 1997).

Pojedini radovi na temu uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja bave se samo analizom uticaja vremenskih uslova tj. statističkom obradom prikupljenih podataka. U svim radovima prikazanim u nastavku, nakon analize pristupljeno je modeliranju karakteristika kretanja tj. modeliranju generisanja kretanja (Tabela 3) i vidovne raspodele (Tabela 4) za različite vremenske uslove. Razlike u detaljnosti prikupljenih podataka, kao i razlike u istraživačkim hipotezama uticale su na primenu različitih modela.

Modeli predviđanja karakteristika transportnih zahteva u kojima su uključene promenljive koje predstavljaju vremenske uslove mogu se sa pravom smatrati poboljšanim u odnosu na one koji sadrže samo socio-ekonomske i karakteristike kretanja. (Clifton et al., 2011)

4.1 Modeli generisanja kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova

U procesu modeliranja generisanja kretanja, kao prvom koraku klasičnog četvorostepenog pristupa planiranja saobraćaja, široku primenu su našli regresioni i modeli kategorijske analize. Iako su rezultati ovih modela na prihvatljivom nivou tačnosti za potrebe planiranja saobraćaja, činjenica je da imaju nedostatke, poput toga što zavisna promenljiva može uzeti negativnu ili vrednost

koja nije celobrojna, što u realnosti svakako nije slučaj. Modeli koji su u literaturi (Chang, Jung, Kim, & Kang, 2014) preporučeni kao alternativa konvencionalnim modelima generisanja kretanja jesu: Poasonov model, Tobit model, logit model „poređanog” izbora, a pored njih i nešto manje poznati probit model „poređanog” izbora, negativni binomni, „okrnjeni” modeli (kao alternative modelima regresije) i višestruka klasifikaciona analiza (kao alternativa modelu unakrsne klasifikacije).

Modeli koji su u literaturi primenjeni za potrebe kvantifikacije uticaja vremenskih uslova na generisanje kretanja u skladu su sa preporukama za zamenu konvencionalnih modela. Za potrebe modeliranja u ovoj oblasti predložen je niz modela (Tabela 3). Modeli korišćeni u literaturi za potrebe prognoziranja generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima su: regresioni model, negativni binomni model, Tobit model, modeli strukturalnih jednačina, probit i logit model. U radovima koji se bave istraživanjem i modeliranjem uticaja vremenskih uslova na generisanje kretanja ne može se izdvojiti jedan dominantan model, ali se može reći da su negativni binomni i Tobit model najčešće korišćeni.

Tabela 3 Modeli generisanja kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova

MODELI	RADOVI
Regresioni modeli	(Clifton et al., 2011)
Negativni binomni model	(Sabir et al., 2010) (Sabir, 2011) (Liu et al., 2014b)
Tobit model	(Sabir et al., 2010) (Sabir, 2011) (Böcker, Prillwitz, et al., 2013) (Böcker, 2014) (Liu et al., 2014b)
Simultani Tobit modeli	(Liu et al., 2014a)
Modeli strukturalnih jednačina (SEM)	(Liu et al., 2014b)
Panel mešoviti probit modeli „poređanog” izbora	(Liu et al., 2015a)
Panel mešoviti logit model	(van Stralen et al., 2015) ⁵

Transportni zahtevi se uglavnom izražavaju kroz broj kretanja na dnevnom nivou, na osnovu čega se mogu predstaviti kako ukupni transportni zahtevi tako i transportni zahtevi za određene vidove ili određene svrhe kretanja. Broj kretanja je brojiva promenljiva, a referentni model za brojive podatke je Poasonov regresioni model. U određenom broju radova koristi se negativni binomni model

⁵ Istraživanje nije usko vezano za uticaj vremenskih uslova na nastajanje kretanja u gradu. Model je razvijen sa ciljem predviđanja transportne potražnje na autoputu.

za predviđanje broja kretanja u različitim vremenskim uslovima, jer je Poasonova raspodela zapravo poseban slučaj negativne binomne raspodele (Sabir, 2011; Sabir et al., 2010).

Druga mogućnost za procenu transportnih zahteva je na osnovu rastojanja koje pojedinac pređe u toku dana, što se u literaturi procenjuje primenom Tobit modela. Tobit model je u primeni prvenstveno zbog nenegativnih vrednosti zavisne promenljive i velikog broja nula među vrednostima zavisne promenljive, jer mnogi ispitanici npr. nemaju ni jedno kretanje ostvareno sa određenom svrhom tokom dana. (Böcker, 2014) U radovima (Sabir, 2011; Sabir et al., 2010) urađene su tri različite procene istog modela: procena ukupnih transportnih zahteva izraženih kroz rastojanja koja pojedinac pređe u toku dana, pređena rastojanja za različite načine kretanja i pređena rastojanja za različite svrhe putovanja.

Modeli generisanja kretanja u toku dana na nivou domaćinstva u radu (Clifton et al., 2011) razvijeni su za različite tipove dana po vremenskim uslovima. Kroz regresione modele generisanja kretanja automobilom i biciklom na nivou domaćinstva predstavljen je uticaj vremenskih uslova na ove vidove kretanja. Različiti modeli su razvijeni za generisanje kretanja automobilom i biciklom, s obzirom na drugačiji uticaj vremenskih uslova na kretanja biciklom u odnosu na kretanja automobilom.

U slučaju modeliranja više međusobno zavisnih izlaznih promenljivih neophodno je primeniti složenije modele. Simultani Tobit model razvijen je u radu (Liu et al., 2014a) u cilju obuhvatanja potencijalne korelacije i interakcije između različitih indikatora aktivnosti ispitanika. U svrhu modeliranja dnevnih aktivnosti ispitanika, usled međusobno zavisnih indikatora aktivnosti, u radu (Liu et al., 2014b) razvijen je SEM model, tj. model strukturnih jednačina. Primena ovih modela karakteristična je za istraživanja koja se fokusiraju na apstraktne promenljive (Schumacker & Lomax, 2010), kao što je u ovom slučaju stav korisnika.

U radu (Liu et al., 2014a) istraživana je međuzavisnost između vremena započinjanja putovanja, broja kretanja i izbora vida prevoza u različitim

vremenskim uslovima. Istraživanja su vršena samo za grupu stanovnika koja nema kretanja sa svrhom odlaska na posao u toku dana. Analizirano je trajanje aktivnosti u toku dana, broj kretanja u toku dana, ukupno vreme utrošeno na kretanja tokom dana i učešće pešačenja i biciklističkih kretanja u toku dana. Zavisne promenljive koje su analizirane podeljene su na dve grupe aktivnosti, odnosno na rutinske aktivnosti i aktivnosti u slobodno vreme.

U istraživanju uticaja vremenskih uslova (Liu et al., 2014b) ispitivani su direktni i indirektni efekti vremenskih uslova na karakteristike kretanja. Za tu svrhu razvijeni su modeli strukturnih jednačina za procenu uticaja vremenskih uslova na broj kretanja i na učešće pešačkih i biciklističkih u ukupnom broju kretanja. Promene vremenskih uslova prikazane su kroz dugoročni uticaj (promene na mesečnom nivou) i kratkoročni uticaj (promene na dnevnom nivou). Struktura modela predložena je i za putnike koji svakodnevno odlaze na posao i za one koji nemaju kretanja sa svrhom odlazak na posao. Rezultati modela strukturnih jednačina upoređeni su zasebnim regresijama za svaku endogenu promenljivu koja je korišćena u modelu strukturnih jednačina pomoću Tobit i negativnih binomnih modela.

Autori koji su prepoznali korelaciju u odgovorima ispitanika koristili su takozvane „mešovite modele“. Istraživanjem promena u lancima kretanja sa različitim glavnim svrhama bavili su se (Liu et al., 2015a). Pomoću niza panel mešovitih probit modela „poređanog“ izbora ispitan je uticaj socio-demografskih, karakteristika domaćinstva, karakteristika lanca kretanja, karakteristika vremenskih uslova i namene površina na kompleksnost lanca kretanja za različite svrhe. Ovaj model korišćen je jer može uzeti u obzir da je isti ispitanik mogao napraviti više lanca kretanja, što dovodi do korelacije odgovora.

Transportni zahtevi na autoputu u radu (van Stralen et al., 2015) predviđeni su korišćenjem „panel mešovitog logit“ modela, koji je procenjen na osnovu podataka o kretanjima dobijenih za različite vremenske uslove (suvo vreme, slaba kiša, jaka kiša). Uporedo je procenjivan i uticaj vremenskih uslova na kapacitet, tj. transportnu ponudu autoputa. „Panel mešoviti logit“ model je korišćen kako bi

korelacija odgovora istih ispitanika bila uzeta u obzir. Model procene transportnih zahteva formulisan je i za obavezna i za neobavezna putovanja. Promenljive su definisane za pet grupa alternativnih izbora, pri čemu je alternativa „putovanje se ne preduzima” postavljena za referentnu: korišćenje autoputa (automobilom), korišćenje autoputa u vanvršim satima (automobilom), izbegavanje autoputa (automobilom), korišćenje bicikla, korišćenje javnog prevoza.

4.2 Modeli vidovne raspodele kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova

Modeliranje izbora vida prevoza je jedan od najvažnijih elemenata u predviđanju karakteristika transportnih zahteva u budućnosti. S obzirom da brojni faktori utiču na izbor vida prevoza (karakteristike putnika, putovanja i transportnog sistema), važno je razviti modele koji su osetljivi na vremenske uslove i sve navedene faktore. Modeli izbora načina kretanja mogu biti predstavljeni na agregatnom (na nivou zone) i neagregatnom nivou (na nivou domaćinstva ili pojedinca). Neagregatni modeli izbora vida prevoza su modeli diskretnog izbora, koji se zasnivaju na tome da verovatnoća da pojedinac napravi određeni izbor zavisi od njegovih socio-ekonomskih karakteristika i relativne privlačnosti opcija koje su u ponudi. Koncept generisanja modela diskretnog izbora počiva na teoriji slučajne korisnosti. (Ortuzar & Willumsen, 2011) Osnovna pretpostavka je da će korisnik uvek izabrati alternativu koja mu obezbeđuje najviše lične koristi. Korist se može dekomponovati na deo koji istraživač može da opazi i snimi i deo koji ne može da opazi i snimi, tj. na reprezentativnu korist i na slučajni ili nesnimljeni deo. (Simićević, 2013)

Dva modela koja su u literaturi predložena za prognozu verovatnoće izbora jesu probit (pretpostavlja da nesnimljena korist, tj. greška ima normalnu raspodelu) i logit model (pretpostavlja da nesnimljena korist ima logaritamsku raspodelu), pri čemu je logit model razvijen sa ciljem pojednostavljenja probit modela (Richardson, Ampt, & Meyburg, 1995). Logit model višestrukog izbora je generalno najčešće korišćen model diskretnog izbora, zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti. Pripada grupi regresionih modela za analizu kategorijskih zavisnih promenljivih, sa više od dve kategorije odgovora. Važna primena logit modela

višestrukog izbora je u utvrđivanju efekata koje određene nezavisne promenljive imaju na izbor koji pojedinac donosi u okviru diskretnog skupa opcija, kao što je npr. izbor načina kretanja. Olakšavajuća okolnost u primeni ovog modela je to što logit model višestrukog izbora može da se formuliše u većini statističkih softvera (Agresti, 2002). Pored logit modela višestrukog izbora u upotrebi su i ugnježdjeni/obuhvatni logit model, probit model višestrukog izbora, kao i mešoviti logit model (Ortuzar & Willumsen, 2011).

U cilju prognoze izbora načina kretanja u različitim vremenskim uslovima u literaturi je najčešće korišćen logit model višestrukog izbora, ali modeli u prvim i poslednjim studijama nešto su drugačiji (Tabela 4).

Tabela 4 Modeliranje vidovne raspodele

MODELI	RADOVI
Probit model „poređanog“ izbora	(Khattak & De Palma, 1997)
„Quantal response“ model	(Aaheim & Hauge, 2005)
Logit model višestrukog izbora	(Sabir et al., 2009) (Sabir, 2011)
	(Saneinejad, 2010) (Saneinejad et al., 2012)
	(Böcker, Prillwitz, et al., 2013) (Böcker, 2014)
	(Liu et al., 2015b)
MNL-GEE regresioni model	(Anta et al., 2016)
	(Cools & Creemers, 2013) (Creemers et al., 2015)

U cilju modeliranja uticaja vremenskih uslova na promene u karakteristikama kretanja (Khattak & De Palma, 1997) formirani su probit modeli „poređanog“ izbora za prognoziranje izbora vida kretanja i vremena polaska. Modeli sadrže uticaj različitih faktora na sklonost pojedinca da promeni odluke vezane za putovanje. Modeli pokazuju da ispitanici koji svakodnevno odlaze na posao menjaju karakteristike kretanja kada nastanu nepovoljni vremenski uslovi. Ovaj tip modela je izabran jer omogućava analizu odgovora, koji su u ovom slučaju predstavljeni kao ordinalne kategorijske promenljive. Razmatrana je i upotreba logit modela „poređanog“ izbora ali, pošto u praksi ova dva modela daju veoma slične rezultate, izabran je probit model „poređanog“ izbora.

U radu (Aaheim & Hauge, 2005) za predviđanje izbora vida kretanja, kao diskretnog izbora pojedinaca, primenjen je „quantal response“ model. Ovaj tip

modela predstavlja posebnu vrstu regresionih modela koji sadrži kvalitativne promenljive. Model je baziran na „ekonomskom ponašanju“ i uključuje npr. promenljive „cena za različite vidove“ i „prihod pojedinca“.

Logit model višestrukog izbora koji omogućava precizno ispitivanje uticaja vremenskih uslova na izbor vida prevoza korišćenjem detaljnih podataka o kretanjima i vremenskim uslovima na časovnom nivou razvijen je u radu (Sabir et al., 2009). U modelu je pretpostavljeno da se svaki pojedinac suočava sa izborom između pet vidova kretanja: pešačenje (referentna kategorija), bicikl, automobil, javni prevoz (autobus, tramvaj, podzemna železnica, voz) i ostalo (moped, motor, skuter, taksi, kamion, dostavno vozilo). U bazi podataka postojalo je osam različitih svrha kretanja, ali su svrhe redukovane na četiri osnovne kategorije na osnovu zajedničkih karakteristika (putovanja vezana za posao kao referentna kategorija; svrhe kupovina, privatna poseta, rekreacija; službena poseta; kretanja sa svrhom škola). Razlike u izboru načina kretanja za različite svrhe ispitivane su uključivanjem veštačkih promenljivih za drugu, treću i četvrtu kategoriju. Različiti modeli su postavljeni za različite svrhe kretanja. Pokazani su slični obrasci promena udela kretanja biciklom i automobilom za sve svrhe. Ipak, veličina uticaja je različita za različite svrhe kretanja.

Isti pristup, u cilju razvijanja logit modela višestrukog izbora, za šest kategorija svrha kretanja (posao, škola, rekreacija, službena poseta, kupovina, privatna poseta) korišćen je u radu (Sabir, 2011) u cilju analize uticaja vremenskih uslova na izbor vida kretanja. Razvijen je model za svaku svrhu kretanja posebno i jedan kombinovani model za sve svrhe, što ukupno čini sedam modela. Rezultati modela za različite svrhe su u manjoj ili većoj meri slični, mada su vrednosti koeficijenata vremenskih uslova različiti za različite svrhe kretanja.

U radovima (Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012) ispitivan je uticaj vremenskih uslova na nemotorizovane načine kretanja, korišćenjem neagregatnih modela za procenu izbora vida kretanja. Korišćeni su podaci o kretanjima u Torontu i odgovarajući podaci o vremenskim uslovima na časovnom nivou. Modelirano je ponašanje pojedinaca koji nisu ograničeni po pitanju izbora načina

kretanja i imaju relativno jednostavan pristup za svih pet razmatranih načina. Korišćeni su podaci o kretanju zaposlenih koji nemaju ograničenja u izboru vida prevoza, odnosno koji imaju mogućnost da biraju između pet osnovnih načina: automobil kao vozač, automobil kao putnik, javni prevoz, bicikl, pešačenje. Procenjena je mobilnost za dane sa različitim vremenskim uslovima. Rezultati su potvrdili da je uticaj vremenskih uslova na nemotorizovane vidove prevoza dovoljno značajan da zaslužuje pažnju na nivou istraživanja, prikupljanja podataka i planiranja. Modelirana su samo kretanja na relaciji kuća-posao. Razlog ograničenja uzorka na ova kretanja leži u činjenici da korist različitih vidova veoma varira za različite svrhe kretanja, kao i za putovanja vezana za kuću u odnosu na ona koja nisu vezana za kuću. U cilju ispitivanja veze između vremenskih uslova i nemotorizovanih kretanja na relaciji kuća-posao i posao-kuća korišćeni su podaci iz ankete iz 2001. godine. Pored osnovnog logit modela višestrukog izbora, za istraživanje uticaja vremenskih uslova na izbor načina kretanja, kroz dva dodatna modela, istraživana je i interakcija između promenljivih koje se odnose na vremenske uslove i onih koje se odnose na starost, kao i između vremenskih uslova i pola. Utvrđena je mobilnost u različitim vremenskim uslovima i kombinovani efekat analize izbora vida kretanja i mobilnosti je primenjen u proceni osetljivosti broja kretanja pri različitim scenarijima klimatskih promena, odnosno za nekoliko različitih scenarija klimatskih uslova. Uticaj vremenskih uslova na pet osnovnih načina kretanja (automobil kao vozač, automobil kao putnik, javni prevoz, bicikl, pešačenje) istraživan je pomoću logit modela višestrukog izbora i ugnježdenog/obuhvatnog logit modela, a autori su prednost dali logit modelu višestrukog izbora. Uzorak je ograničen na pojedince koji poseduju vozačku dozvolu i čije domaćinstvo poseduje automobil. Kretanja su ograničena na ona koja je moguće obaviti svim navedenim načinima.

Niz logit modela višestrukog izbora razvijen je u cilju kvantifikovanja uticaja vremenskih uslova i socio-ekonomskih karakteristika na izbor načina kretanja u radu (Liu et al., 2015b). Pokazano je da se uticaj vremenskih uslova razlikuje u različitim godišnjim dobima i u različitim regionima. Modelom je obuhvaćeno pet načina kretanja: pešačenje, bicikl, putnički automobil, javni prevoz i ostalo.

Pešačenje je uzeto kao referentna kategorija. Pošto su socio-ekonomski pokazatelji i vremenski uslovi isti za sve alternative, ovi atributi su dodati u funkciju korisnosti za sve načine osim za referentni. Korisnost referentnog načina je podešen na nulu.

Za modeliranje izbora vida prevoza u radu (Anta et al., 2016) korišćeni su modeli diskretnog izbora. Razmatrani su sledeći vidovi prevoza za putovanja sa svrhom posao: automobil, železnički podsistem i autobuski podsistem javnog prevoza. Za modeliranje izbora vida prevoza, na osnovu podataka prikupljenih metodom „izjavljenih preferencija“ korišćen je logit model višestrukog izbora. Automobil je uzet za referentnu kategoriju. Formirana su tri logit modela višestrukog izbora. U okviru modela procenjeni su uticaji pojedinačnih promenljivih i uzeta je u obzir interakcija između nepovoljnih vremenskih uslova i zagušenja na uličnoj mreži.

Za potrebe modeliranja uticaja vremenskih uslova na izbor načina kretanja u radu (Cools & Creemers, 2013; Creemers et al., 2015) prvi put je primenjen MNL-GEE (logit model višestrukog izbora – jednačine generalizovanih procena). Model je formiran u cilju utvrđivanja faktora koji dovode do promena u karakteristikama kretanja usled loših vremenskih uslova i utvrđivanje uticaja vremenske prognoze. Formirani MNL-GEE regresioni model korišćen je za procenu uticaja vremenskih uslova na izbor vida prevoza. Model MNL-GEE predstavlja prošireni logit model višestrukog izbora eksplicitno uzimajući u obzir korelaciju odgovora koja se procenjuje korišćenjem jednačina generalizovanih procena. Kao referentna kategorija uzet je putnički automobil.

4.3 Pregled parametara korišćenih u postojećim modelima

Tri najčešće korišćene komponente vremenskih uslova u modelima su prosečna brzina vetra, ukupna količina padavina i temperatura vazduha (Böcker, Dijst, et al., 2013). Godišnja doba se koriste za predstavljanje prosečnih vrednosti vremenskih uslova i integrisanje vremenskih uslova u modele karakteristika kretanja, naročito u modele vidovne raspodele. Godišnja doba, međutim, mogu prikriti dnevne varijacije u vremenskim uslovima, a upravo ti vremenski uslovi, koji nisu karakteristični za određena godišnja doba, mogu imati veći uticaj na odluke nego uobičajeni vremenski uslovi. (Clifton et al., 2011)

Nivo predstavljanja vremenskih uslova u modelima generisanja kretanja zavisi od vida kretanja koji se razmatra. U radu (Clifton et al., 2011) zaključeno je da se osetljivost putovanja putničkim automobilom na vremenske uslove može prikazati na višem nivou agregacije u odnosu na prikaz osetljivosti biciklističkih kretanja. U modelu za putovanja putničkim automobilom vremenski uslovi su predstavljeni samo na nivou intenziteta kišnih padavina (vozači kišu doživljavaju isto bez obzira na godišnje doba), dok su u modelu za kretanja biciklom vremenski uslovi predstavljeni i na nivou svakog godišnjeg doba. Biciklisti su direktno izloženi vremenskim uslovima i zato modeli moraju biti osetljiviji na razlike između godišnjih doba.

U procesu formiranja modela predviđanja karakteristika kretanja u zavisnosti od vremenskih uslova u razmatranje se može uzeti i uticaj koji vremenska prognoza ima na pojedince (Cools & Creemers, 2013). Pokazano je da prognoza vremena utiče na karakteristike putovanja (Berkum et al., 2006), ali je činjenica da je efekat manji od uticaja aktuelnih vremenskih uslova (kada zaista nastupaju promene u vremenskim uslovima).

Promenljive uključene u modele nastajanja i vidovne raspodele kretanja prikazane su tabelama u prilogu (Tabela P. 2 i Tabela P. 3). Posebna pažnja usmerena je na promenljive koje predstavljaju komponente vremenskih uslova. Važnost uključivanja ostalih promenljivih u modele predviđanja transportnih zahteva, prvenstveno socio-ekonomskih pokazatelja, od ranije je poznata. Uključivanje komponenti vremenskih uslova u modele zavisi od područja istraživanja i ponašanja ispitanika u različitim vremenskim uslovima. Pokazano je da je uticaj istih vremenskih uslova različit za različite svrhe kretanja i za korisnike različitih načina kretanja, pa uključivanje komponenti vremenskih uslova zavisi i od navedenih specifičnosti modela.

Modeli nastajanja kretanja

Za sve modele nastajanja kretanja koji sadrže uticaj vremenskih uslova prikazane su nezavisne promenljive koje figurišu u modelu (Tabela P. 2).

U radovima (Sabir, 2011; Sabir et al., 2010) promenljive koje karakterišu vremenske uslove podeljene su u nekoliko kategorija i u model su ušle sledeće: vetar, četiri opsega temperature, dva ranga količine padavina, trajanje padavina, sneg, smanjena vidljivost. Godišnja doba takođe figurišu u modelu, a od ostalih promenljivih u modelu figurišu i tri kategorije starosti, pol i dan u radnoj nedelji.

U istraživanju uticaja vremenskih uslova u radu (Liu et al., 2014b) nezavisne promenljive mogu se podeliti na indikatore vremenskih uslova, socio-demografske karakteristike putnika i karakteristike kretanja. Promenljive vezane za vremenske uslove korišćene u modelu su: temperatura, vlažnost vazduha, vetar, padavine, vidljivost, snežni pokrivač. Od socio-ekonomskih karakteristika u model su ušle: pol, starost, posedovanje vozačke dozvole, struktura domaćinstva po pitanju dece, broj članova domaćinstva, posedovanje automobila, prihod domaćinstva, stepen urbanizacije mesta stanovanja. U model su uključene i karakteristike kretanja: svrha, dužina radnog vremena, broj putovanja na posao, pređena rastojanja sa svrhom kretanja na posao.

U modelu razvijenom u radu (Liu et al., 2014a) od nezavisnih promenljivih u model su uključene: socio-ekonomske karakteristike (pol, starost, tip domaćinstva po pitanju dece, broj članova domaćinstva, posedovanje automobila, prihod domaćinstva) i karakteristike vremenskih uslova (mesečna i dnevna varijacija temperature, mesečna i dnevna varijacija vlažnosti vazduha, brzina vetra, količina padavina, vidljivost, snežni pokrivač).

U modele generisanja kretanja u toku dana na nivou domaćinstva u radu (Clifton et al., 2011) ušle su sledeće promenljive: broj bicikala, broj automobila, posedovanje vozačke dozvole, veličina domaćinstva, broj zaposlenih, prihod domaćinstva, kao i temperatura, količina padavina, vlažnost vazduha i vetar, prikazane kroz klasterne vremenskih uslova.

U radu (Liu et al., 2015a) istraživane su promene u lancima putovanja. Svrhe kretanja podeljene su u tri grupe: prva se odnosi na odlazak na posao ili školu (obavezne svrhe), druga na rutinske aktivnosti (svakodnevna kupovina) i treća na neobavezna kretanja (razonoda, rekreacija). U model su ušle socio-ekonomske

karakteristike, karakteristike lanca kretanja i vremenskih uslova, kao i karakteristike područja, odnosno pol, starost, broj članova domaćinstva, struktura domaćinstva koja se odnosi na decu, prihod domaćinstva, posedovanje automobila, vreme polaska, glavni vid kretanja u lancu, prosečna brzina putovanja u lancu, univerzalni toplotni indeks, padavine, vidljivost, gustina stanovanja, broj migranata, stepen motorizacije.

Modeli vidovne raspodele kretanja

Pregled nezavisnih promenljivih korišćenih u postojećim modelima vidovne raspodele koji sadrže uticaj vremenskih uslova dati su u prilogu (Tabela P. 3).

U modelu razvijenom u radu (Aaheim & Hauge, 2005) uključeni su sledeći faktori koji objašnjavaju izbor vida prevoza: temperatura, padavine, vetar, pol, starost, rastojanje, mesto započinjanja kretanja i svrha kretanja.

U modelima strukturnih jednačina razvijenim u radu (Böcker et al., 2015) uključene su sledeće nezavisne promenljive: socio-ekonomske karakteristike, karakteristike putovanja i okruženja, prosečna brzina vetra, ukupna količina padavina i temperatura vazduha. Pored navedenih korišćen je i takozvani indeks vedrine neba na časovnom nivou, kao i pokazatelj postojanja snežnog pokrivača.

Promenljive koje su ušle u logit modele višestrukog izbora razvijene u radu (Sabir et al., 2009) jesu rastojanje, svrha i vreme polaska, prihod, stepen urbanizacije mesta stanovanja, starost, pol, posedovanje automobila. U model su uključene i promenljive koje predstavljaju razlike tj. varijacije između godišnjih doba, kao i radnih i neradnih dana u nedelji. Vremenski uslovi predstavljeni su kroz promenljive: vetar, pet klasa temperature i dve klase padavina.

U radu (Sabir, 2011) vremenski uslovi predstavljeni su kroz sledeće promenljive: vetar, četiri klase temperature, trajanje padavina, dve klase količine padavina, sneg. Referentne kategorije u modelu su: vetar jači od 6 Bft, temperatura između 0°C i 10°C i vreme bez padavina. Uključene su i socio-ekonomske karakteristike: starost, pol, prihod, posedovanje automobila. U model su ušle i promenljive koje

karakterišu sezonske varijacije, radne i neradne dane i stepen urbanizacije, kao i vreme započinjanja kretanja.

Promenljive koje karakterišu vremenske uslove i koje su ušle u modele razvijene u radu (Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012) jesu: oblačnost, kiša, pljuskovi, vetar i devet temperaturnih rangova. Od socio-ekonomskih promenljivih u model su ušle: broj članova domaćinstva, broj automobila u domaćinstvu, četiri kategorije po zaposlenosti, pol, pet klasa starosti, vršni period (jutarnji i popodnevni).

U radu (Liu et al., 2015b) razlike uticaja vremenskih uslova u različitim godišnjim dobima i za različite regione ispitane su korišćenjem sledećih promenljivih, koje su podeljene u rangove: rastojanje, svrha, starost, pol, veličina domaćinstva, region, posedovanje automobila, vreme polaska, dan u nedelji, tip područja sa kog započinje kretanje, godišnje doba, prosečna dnevna temperatura, količina kišnih padavina, stanje kolovoza (prisustvo snega i/ili leda). Prosečna dnevna temperatura je normalizovana po regionima i godišnjim dobima i klasifikovana u pet kategorija: veoma hladno, hladno, normalno, toplo i veoma toplo.

U prvom modelu razvijenom u radu (Anta et al., 2016) figurišu sledeće promenljive: vreme putovanja, troškovi putovanja, tzv. veštačke promenljive za uobičajene vremenske uslove, za nepovoljne vremenske uslove, za povećenu gustinu toka i za zagušeno stanje, parametri vezani za dvosmernu interakciju između nepovoljnih vremenskih uslova i nivoa zagušenog stanja. Uticaj vremenskih uslova analiziran je na osnovu sledećih faktora: padavine, temperatura, vetar i temperaturni komfor. Zagušeno stanje definisano je na osnovu brzine i broja zaustavljanja. Drugi model razvijen u radu razlikuje se od prvog po tome što ne sadrži dvosmernu interakciju između nepovoljnih vremenskih uslova i nivoa zagušenog stanja. U trećem modelu vreme putovanja i troškovi su definisani kao i u prvom modelu. Razlika je u tome što su vremenski uslovi razmatrani samo za automobil, a situacija u saobraćaju samo za železnički podsistem javnog prevoza.

U radu (Creemers et al., 2015) izveden je zaključak da pet promenljivih koje karakterišu vremenske uslove i imaju značajan uticaj na izbor vida prevoza jesu: PET indeks, pojava grmljavine, trajanje sunčanog perioda, trajanje padavina, promenljiva koja pokazuje da li se padavine dešavaju prvi put u toku 7 dana. Pored pokazatelja vremenskih uslova, u model su ušle sledeće socio-demografske karakteristike: starost, pol, obrazovanje, profesionalni status, prihod, posedovanje vozačke dozvole, veličina domaćinstva, stepen urbanizacije mesta stanovanja i karakteristike putovanja: svrha, rastojanje i period dana. Pokazano je da promenljive poput snega, formiranja leda, oblačnosti i magle ne utiču značajno na izbor vida prevoza.

Promenljive koje figurišu u modelu razvijenom u radu (Cools & Creemers, 2013) razlikuju se u zavisnosti od svrhe kretanja koja se modelira (obavezna putovanja, kupovina, razonoda). Promenljive koje karakterišu vremenske uslove iste su u svim modelima: hladno vreme, sneg, kiša, magla, oluja. Za obavezna putovanja u modelima figurišu starost, struktura domaćinstva, stepen urbanizacije mesta stanovanja, posedovanje mesečne karte za prevoz. Za svrhu kupovina u modelu figurišu pol, zaposlenost i posedovanje vozačke dozvole. Za kretanja sa svrhom razonoda u modelu figurišu starost, stepen obrazovanja i posedovanje vozačke dozvole.

5 RAZVIJENA METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA UTICAJA VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA

Zaključci prethodnih istraživanja, dostupnih u literaturi, uticali su na definisanje predložene metodologije istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja. Ranija istraživanja pokazala su da vremenski uslovi utiču na nastajanje i na vidovnu raspodelu putovanja. Nepovoljni vremenski uslovi više utiču na putovanja sa neobaveznim svrhama nego na putovanja sa svrhom odlaska na posao. Takođe, pokazano je da u zavisnosti od svrhe putovanja, različiti faktori vremenskih uslova mogu imati uticaj.

U većini istraživanja koja ispituju uticaj vremenskih uslova na raspodelu po načinima razmatran je uticaj na nemotorizovane načine. Percepcije korisnika transportnog sistema po pitanju vremenskih uslova vrlo su malo istražene u cilju objašnjenja korisničkog izbora između svih vidova prevoza. (Anta et al., 2016; Helbich, Böcker, & Dijst, 2014) Činjenica je da nepovoljni vremenski uslovi najviše utiču na nemotorizovana kretanja, a naročito na kretanja biciklom. S obzirom da su tokom nemotorizovanih kretanja pojedinci nezaštićeni od nepovoljnih vremenskih uslova, logični su rezultati koji ukazuju da su pešaci i biciklisti učesnici na koje vremenski uslovi imaju jači uticaj u odnosu na ostale kategorije učesnika u saobraćaju. Sa druge strane, da li će i koliko nepovoljni vremenski uslovi uticati na nemotorizovana kretanja zavisi i od navika stanovništva. U Holandiji, na primer, relativno veliki broj ispitanika koristi bicikl i tokom vetrovitih, kišnih i hladnih dana (Sabir, 2011), što je posledica duge tradicije korišćenja bicikla. Pored navika i tradicije, veliki uticaj na izbor načina kretanja ima percepcija kvaliteta usluge, naročito u javnom prevozu putnika (Grujičić et al., 2014). Pojedinci drugačije percipiraju kvalitet transportnog sistema u različitim podnebljima. Ovo su samo neke od činjenica koje potvrđuju važnost istraživanja na lokalnom nivou.

Zaključeno je da hladno, oblačno, kišovito i vetrovito vreme podstiče motorizovane načine prevoza, dok toplo, sunčano i suvo vreme povećava upotrebu nemotorizovanih načina, sa većim efektom na neobavezna u odnosu na obavezna kretanja. Toplo i suvo vreme podstiče rasonodu na otvorenom i upotrebu aktivnih vidova kretanja. Kiša, sneg, vetrovito, hladno vreme i temperature iznad 25 °C do

30 °C često utiču na smanjen broj aktivnosti na otvorenom i prelazak sa nemotorizovanih načina na načine koji pružaju zaštitu od vremenskih uslova (automobil, vozila javnog prevoza).

Ipak, zaključci o uticaju vremenskih uslova na karakteristike kretanja dobijeni na jednom području ne mogu se primeniti na drugom području, na šta je posebno ukazano u radu (Böcker, Prillwitz, et al., 2013). Različita istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja donose različite zaključke, što ukazuje na potrebu za daljim istraživanjima i analizama. (Stahel et al., 2014) Po jednim istraživanjima hladno i vlažno vreme povećava broj kretanja obavljenih putničkim automobilom ili javnim prevozom, dok po drugim istraživanjima isti vremenski uslovi smanjuju broj kretanja ovim vidovima prevoza. Slično je i sa visokim temperaturama, za koje su neka istraživanja pokazala da su povoljni uslovi za aktivne vidove prevoza, dok druga istraživanja ističu temperaturne pragove iznad kojih uslovi za aktivne vidove prevoza postaju nepovoljni. Važno je upoznati se sa uticajima vremenskih uslova i klimatskih promena na transportne zahteve na lokalnom nivou, jer je ovaj uticaj posledica lokalnih varijacija vremenskih uslova i klime. (Aaheim & Hauge, 2005; Böcker, Dijst, et al., 2013; Clifton et al., 2011)

Razlike u rezultatima različitih istraživanja mogu biti posledica područja na kom su vršena istraživanja, posebno razlike između rezultata istraživanja u Americi i Evropi gde se i osnovne navike vezane za putovanja razlikuju. Razlike u rezultatima mogu biti posledica klime, jer su u oblastima sa kontinentalnom klimom veći sezonski kontrasti, a manje promene svakodnevnih vremenskih uslova, dok su u oblastima umerene klime veće razlike na dnevnom nivou. Razlike mogu biti i posledica navika stanovništva. U zemljama sa toplijim letima temperaturni prag do kog ljudi prihvataju da budu fizički aktivni je veći pošto su se navikli na visoke temperature. (Böcker, 2014; Böcker, Dijst, et al., 2013)

U nastavku je prikazana predložena metodologija istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja sa pratećim obrazloženjima. Predložene su metode istraživanja i uzorkovanja, anketni obrasci i postupci za

testiranje postojanja razlike u nastajanju i vidovnoj raspodeli putovanja u različitim vremenskim uslovima.

5.1 Metode istraživanja i uzorkovanja

Metode istraživanja

Preporuka ranijih istraživanja (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010) jeste da treba vršiti ispitivanja i kroz „izjavljene preferencije“ i kroz „izražene preferencije“, kao i kroz istraživanja obima saobraćaja, kako bi se stekao uvid u promene koje se dešavaju u različitim vremenskim uslovima. Činjenica je da istraživači koji se bave ponašanjem korisnika transportnog sistema često koriste istraživanja putem ankete u cilju istraživanja karakteristika kretanja, a najčešće metode anketnog istraživanja uključuju tehnike „izraženih preferencija“ i „izjavljenih preferencija“. (Khattak & De Palma, 1997) Metoda „izjavljenih preferencija“ često se koristi u saobraćajnim istraživanjima, ali postoje preporuke za češću upotrebu metode „izraženih preferencija“ (Chorus, 2012) kako bi se povećala validnost i verodostojnost dobijenih rezultata. Metode „izjavljenih preferencija“ i „izjavljenih prilagođavanja“ su metode za koje se pokazalo da se opravdano koriste u analizi ponašanja korisnika transportnog sistema i da im je kroz protekle decenije rastao značaj u oblasti modeliranja transportnih zahteva (D. A. Hensher, 1994; van Bladel et al., 2008; Weis, Dobler, & Axhausen, 2010).

U područjima u kojima se sprovode sveobuhvatne ankete u domaćinstvu u dužim vremenskim periodima, istraživanja karakteristika kretanja u različitim vremenskim uslovima zasnivaju se na tehnici „izraženih preferencija“. U svim ostalim slučajevima tehnike „izjavljenih preferencija“ i „izjavljenih prilagođavanja“ su se pokazale kao potpuno opravdane metode prikupljanja podataka, pri čemu tehnika „izjavljenih prilagođavanja“ pruža jasniju sliku o stavovima korisnika. Treba imati u vidu da je postojanje kontinuiranih anketa u domaćinstvu odlika zemalja i gradova u kojima je razvijena svest o važnosti pomenutih anketa i u kojima se velika novčana sredstva izdvajaju za sprovođenje istih. Saobraćajna istraživanja koja se sprovode jednom u pet, deset godina ili ređe odlika su zemalja u razvoju, u kojima se još uvek ne izdvajaju dovoljna novčana sredstva za ove

potrebe. Saobraćajna istraživanja, odnosno u ovom slučaju ankete, obično se sprovode tokom dana sa povoljnim vremenskim uslovima u prolećnim i jesenjim mesecima, što je dodatni razlog nepostojanja podataka o uticaju različitih vremenskih uslova na karakteristike kretanja.

Većina istraživanja ističe da su komponente vremenskih uslova koje imaju najveći uticaj na karakteristike kretanja padavine, temperatura i vetar. U realnim okolnostima komponente vremenskih uslova se javljaju zajedno i upravo te kombinacije određuju percepciju vremenskih uslova iz ugla korisnika (Böcker, Dijst, et al., 2013). Kombinacija pojava vremenskih uslova ima više nego što bi ispitanici mogli da percipiraju kroz scenarije u metodi „izjavljenih prilagođavanja“.

Na osnovu svega navedenog, izveden je zaključak da bi u slučaju nepostojanja kontinuiranih anketa o karakteristikama kretanja, buduća istraživanja trebalo da se temelje na tehnici „izjavljenih prilagođavanja“, čiji bi rezultati bili validirani takozvanim panel istraživanjima baziranim na tehnici „izraženih preferencija“ kroz anketu u karakterističnim vremenskim presecima.

Istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“ lakša su za sprovođenje. Mogu se sprovoditi u bilo kom periodu godine, nezavisno od vremenskih uslova, jer se prikupljaju odgovori ispitanika o promenama koje bi napravili u definisanim scenarijima vremenskih uslova. Istraživanja metodom „izraženih preferencija“ moraju se sprovoditi više puta na istoj grupi ispitanika, što komplikuje istraživački proces.

Samim tim, metodologija istraživanja podrazumeva prvo sprovođenje istraživanja tehnikom „izjavljenih prilagođavanja“ koje ima za cilj da utvrdi da li postoje razlike u izjavama ispitanika o promenama koje bi napravili u različitim scenarijima vremenskih uslova. Ukoliko rezultati dobijeni tehnikom „izjavljenih prilagođavanja“ ukažu na postojanje statistički značajne razlike u reakcijama ispitanika u različitim scenarijima vremenskih uslova, opravdano je istražiti broj kretanja i izbor načina kretanja u različitim vremenskim uslovima i metodom

„izraženih preferencija“. Zaključke dobijene istraživanjem metodom „izjavljenih prilagođavanja“ važno je ugraditi u istraživanje metodom „izraženih preferencija“.

Metoda uzorkovanja

Svako istraživanje je u osnovi veoma složen proces, a saobraćajna istraživanja se mogu smatrati čak i složenijim istraživačkim procesom od istraživanja u drugim oblastima. Saobraćajna istraživanja složenijim čini veći broj dimenzija u odnosu na druge oblasti istraživanja. Prostor, koji se u drugim istraživanjima koristi samo za definisanje geografskih područja, ima drugačije značenje kada su u pitanju saobraćajna istraživanja. Razlog za to je činjenica da je saobraćaj posledica prostornog razmeštaja aktivnosti. Samim tim, gradske zone različitih karakteristika postaju predmet istraživanja. (Paskota, 2004)

Razvijena metodologija za jedinicu posmatranja u okviru istraživanja uzima pojedinca. Istraživanje uticaja vremenskih uslova na karakteristike transportnih zahteva sprovodi se na uzorku. Za uzorak je važno da bude reprezentativan, kako bi bilo moguće zaključke izvedene na uzorku uopštiti na nivo populacije. (Chua, 2006; Maleske, 1995) U saobraćajnim istraživanjima, naročito u anketi u domaćinstvu, najčešće se koristi stratifikovani slučajni uzorak (Paskota, 2004; Richardson et al., 1995), što podrazumeva i ova metodologija, kao potpuno opravdan način uzorkovanja u saobraćajnim istraživanjima, naročito u anketama.

Ovaj način uzorkovanja koristi se u slučaju veoma heterogenih populacija. Cilj formiranja stratuma je da oni budu manje heterogeni u odnosu na populaciju. Ovaj postupak koristi se kada su istraživaču poznate varijable po kojima se članovi populacije međusobno razlikuju, pa se uzorkovanje vrši na slučajan način u okviru svakog od stratuma. Stratifikovani uzorak je jedan od osnovnih tipova slučajnih uzoraka. Osim osnovnog stratifikovanog uzorka, u upotrebi je i višestruko stratifikovani uzorak. U tom slučaju stratifikovanje se vrši u odnosu na više varijabli (Richardson et al., 1995).

Za primenu stratifikovanog uzorkovanja neophodno je poznavanje karakteristika populacije. Populacija se deli u odgovarajuće grupe koje imaju neku zajedničku

karakteristiku, pa je neophodno imati informacije i o grupama koje su relevantne za istraživački proces. Ukoliko je cilj utvrditi broj generisanih kretanja, stratifikacija se može izvršiti na osnovu stepena motorizacije (Richardson et al., 1995). Iz svakog stratuma se bira određeni broj članova pomoću neke od tehnika slučajnog izbora. Nakon prikupljanja podataka obavezna je procedura koja se naziva „otežavanje“ ili „poststratifikacija“ kojom se dodeljuju težinski koeficijenti elementima realizovanog uzorka. Za adekvatno određivanje težinskih koeficijenata, tj. pondera neophodno je dobro poznavanje strukture stanovništva (Paskota, 2004).

Metodologija podrazumeva stratifikaciju po administrativnim teritorijama opština, koje pripadaju području istraživanja, kao i po stepenu motorizacije domaćinstva. Kvalitetu istraživanja svakako doprinosi veći broj ispitanika u uzorku. Ipak, ono što je važnije je kako uzorak oslikava populaciju za koju se daju zaključci. I manji uzorci mogu dobro oslikati ponašanje populacije, ukoliko se postupku uzorkovanja pristupi kvalitetno. Važno je da realizovani uzorak bude dovoljno veliki da svi željeni elementi mogu da se analiziraju. Za postupak procene potrebne veličine uzorka usvojena je metoda koju su razvili Krejcie i Morgan (Krejcie & Morgan, 1970). Ova metoda je najčešće korišćena pri definisanju potrebne veličine uzorka u istraživanjima. (Chua, 2006) Osnovna karakteristika izabrane metode jeste jednostavnost primene. U slučaju kada je veličina populacije poznata nije potrebno proračunavati veličinu uzorka, jer su autori na osnovu razvijene formule formirali tabelu iz koje se može očitati neophodna veličina uzorka.

5.2 Anketni obrasci

Ranija istraživanja pokazala su da pojedine karakteristike i navike pojedinca utiču na odluku pojedinca u vezi sa putovanjem koju će doneti usled nepovoljnih vremenskih uslova. Ponašanje putnika, u većini slučajeva, jeste rezultat veoma složenih odluka koje zavise od više uticajnih faktora. Za istraživanja tehnikom „izjavljenih prilagođavanja“ potrebno je formirati upitnik koji sadrži pitanja o socio-ekonomskim karakteristikama pojedinca, karakteristikama domaćinstva i karakteristikama svakodnevnih kretanja. Pored toga, ispitanici treba da daju

odgovor na pitanja da li bi otkazali putovanje ili promenili vid prevoza usled nepovoljnih vremenskih uslova za različite svrhe kretanja. Nepovoljni vremenski uslovi mogu biti definisani kroz scenarije vremenskih uslova, a scenariji predloženi metodologijom su: niska temperatura, jaka kiša, ledena kiša, sneg, magla, visoka temperatura, jak vetar/oluja.

Prikupljanje podataka tehnikom „izraženih preferencija“ podrazumeva formiranje još jednog upitnika koji isti ispitanici popunjavaju u više navrata. Ovaj upitnik treba da sadrži osnovna pitanja o ispitaniku, koja služe da se odgovori istog ispitanika mogu povezati kroz vremenske preseke (npr. datum rođenja, pol). Ostatak upitnika odnosi se na dnevnik kretanja. Ispitanici za sva kretanja ostvarena tokom dana navode izvor, cilj, svrhu, način kretanja, vreme polaska i vreme dolaska. Na kraju je poželjno da daju odgovor o tome da li su nešto u svojim kretanjima promenili zbog vremenskih uslova i, ukoliko jesu, do kojih promena je došlo.

Metodologija podrazumeva sprovođenje istraživanja anketom na dva načina: internet (on-line) anketom kao savremenom metodom i klasičnom anketom, odnosno tradicionalnom metodom „licem u lice“ u papirnoj formi. Glavni razlog za izbor prikupljanja podataka pomoću obe ove metode jeste izbegavanje pristrasnosti uzorka, do koje bi došlo ukoliko bi se koristila samo internet anketa. Ranija istraživanja (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010) su pokazala da pojedini slojevi društva, kao što su stariji ili osobe nižeg obrazovanja, mogu imati otpor prema savremenim načinima prikupljanja podataka u kojima je računar osnovno sredstvo. Prednosti i nedostaci različitih načina prikupljanja podataka mogu se pronaći u literaturi (Couper, 2000; Paskota, 2007; Petrović, 2012).

Internet (on-line) anketa je novčano daleko jeftinija od tradicionalne ankete koja se radi metodom direktnog intervjua. Za potrebe internet ankete mogu se koristiti besplatne aplikacije, pa istraživač jedino utroši svoje vreme potrebno da definiše anketni obrazac. Nema troškova za anketare koji bi radili klasičnu anketu metodom direktnog intervjua, niti troškova štampanja anketnog obrasca. Istraživači iz raznih oblasti preporučuju da se internet anketa uvrsti u metode

istraživanja, tj. da internet anketa bude jedan od alata koji se koristi u istraživanju ponašanja ispitanika. Internet anketa pruža mogućnost lakšeg prikupljanja podataka i čuvanja odgovora u vidu baze podataka, a pruža i mogućnost kontrole konzistentnosti podataka i logičke kontrole odgovora. Sve prethodno navedene karakteristike internet ankete bile su presudne za izbor ove ankete kao jednog od dva načina za prikupljanje podataka.

U „on-line“ anketiranju metodologija podrazumeva zatvorenu internet anketu. Ispitanici se pozivaju da učestvuju u istraživanju tokom dužeg perioda vremena. Ispitanici se biraju tako da oslikaju populaciju po definisanim stratumima. Nakon konačnog formiranja anketnog obrasca učesnicima se dostavlja URL adresa stranice na kojoj se nalazi anketa. Ovakav pristup smatra se opravdanim u slučaju višestapnih istraživanja i kombinovanja više načina za prikupljanje podataka (Paskota, 2007), što predložena metodologija i podrazumeva. Za internet anketu predloženo je da se koristi neka od aplikacija za on-line anketiranje koje omogućavaju formiranje on-line upitnika za prikupljanje podataka i ujedno pružaju mogućnost izvoženja baze podataka u softvere u kojima se statistički obrađuju podaci, kao što su Excel ili SPSS.

Kvalitetne internet ankete moguće je sprovesti na specifičnim populacijama, za koje znamo da imaju pristup internetu (Paskota, 2007). S obzirom da je istraživanjem potrebno pokriti različite kategorije stanovnika, a internet ne koriste svi stanovnici, nije opravdano celokupno istraživanje sprovesti internet anketom. Tradicionalna anketa, koja se sprovodi metodom „lice u lice“, priprema se u papirnoj formi. Sadržaj tradicionalne ankete u papirnoj formi i internet ankete treba da bude identičan.

5.3 *Istraživanje uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“*

Metodologija podrazumeva sprovođenje istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“, a ukoliko rezultati pokažu da postoji razlika u ponašanju ispitanika u različitim scenarijima vremenskih uslova, metodologija podrazumeva istraživanje i metodom „izraženih preferencija“. Samim tim, neophodno je utvrditi

da li postoji razlika u reakcijama ispitanika po pitanju otkazivanja kretanja i promene načina kretanja u definisanim scenarijima vremenskih uslova.

Kako ispitanici daju odgovore vezane za otkazivanje kretanja i promenu načina kretanja u definisanim scenarijima vremenskih uslova, radi se o uparenim merenjima. S obzirom da su odgovori kategorijske, tačnije dihotomne promenljive, nije moguće koristiti ni jednu od statističkih tehnika za uparena/ponovljena merenja koje podrazumevaju da je zavisna promenljiva neprekidna. Primenuju se neparametarske tehnike, jer je njihova upotreba opravdana u slučaju kada su zavisne promenljive kategorijske (Pallant, 2011). Takođe, zbog više scenarija nije moguće koristiti statističke tehnike koje podrazumevaju samo dva merenja. Neophodno je primeniti test koji je pogodan u slučaju dihotomne zavisne promenljive, a koji je ujedno pogodan i za slučajeve sa tri i više merenja. Upravo iz svih navedenih razloga za potrebno testiranje predložen je Kohranov Q test. Kohranov Q test smatra se nadogradnjom Meknemarovog testa. (Pallant, 2011; Twisk, 2013)

Testiranje razlika između odgovora prikupljenih za različite scenarije vremenskih uslova

Pretpostavke koje je potrebno testirati mogu se formulisati sledećim pitanjima:

- Da li postoji razlika po pitanju otkazivanja kretanja u različitim scenarijima vremenskih uslova?
- Da li postoji razlika po pitanju promene načina kretanja u različitim scenarijima vremenskih uslova?

Za nultu hipotezu (H_0) usvojeno je: „Proporcija ispitanika koji otkazuju kretanje, odnosno koji menjaju način kretanja, ista je u svim definisanim scenarijima vremenskih uslova“.

Ulazne podatke predstavljaju dihotomne promenljive prikupljene od svakog učesnika u vezi sa otkazivanjem kretanja za definisane scenarije vremenskih uslova (0=ne otkazuje, 1=otkazuje) za različite svrhe kretanja, kao i dihotomne promenljive prikupljene od svakog ispitanika u vezi sa promenom načina kretanja

za definisane scenarije vremenskih uslova (0=ne menja, 1=menja) za različite svrhe kretanja.

Rezultati Kohranovog Q testa se zasnivaju na sledećoj formuli:

$$Q = \frac{(k - 1)[k \sum_{l=1}^k C_l^2 - (\sum_{l=1}^k C_l)^2]}{k \sum_{l=1}^k C_l - \sum_{i=1}^N R_i^2} \quad (1)$$

Formula je zasnovana na osnovu postavke Kohranovog Q testa (Cochran, 1950), gde je:

N – broj ispitanika, k - broj vremenskih preseka, C_l – broj odgovora koji su tretirani kao „uspeh“ u vremenskom preseku „l“ koji uzima vrednost od 1 do „k“, R_i – broj odgovora koji su tretirani kao „uspeh“ za sve ispitanike u svim definisanim scenarijima vremenskih uslova. Stepenn značajnosti Q određuje se na osnovu distribucije χ^2 sa k-1 stepeni slobode.

Odluka o odbacivanju nulte hipoteze se zasniva na p-vrednosti (pristup zasnovan na vrednosti verovatnoće), što podrazumeva da se nulta hipoteza odbacuje ako je p-vrednost manja od nivoa značajnosti. Test je dvostrani (test sa dve oblasti odbacivanja H_0) pošto alternativna hipoteza pretpostavlja nejednakost između odgovora u vremenskim presecima. (Mann, 2006)

Ako Kohranov Q test pokaže da se nulta hipoteza može odbaciti, rezultati testa naime ukazuju da postoji statistički značajna razlika bar između neka dva od definisanih scenarija vremenskih uslova. Sledeći logičan korak je ispitivanje postojanja statistički značajne razlike između svih parova scenarija. U tom cilju vrši se takozvani „post-hoc“ test primenom višestrukog Meknemarovog testa sa stepenom značajnosti dobijenim na osnovu Bonferonijeve korekcije. Bonferonijeva korekcija α -vrednosti uvodi se u slučaju višestrukog testiranja. Usvojena vrednost nivoa statističke značajnosti „ α “ deli se sa brojem testova i na taj način se dobija korigovana vrednost stepena značajnosti. Svrha ove korekcije je izbegavanje greške prve vrste. Bonferonijeva korekcija pretpostavlja da su svi testovi nezavisni jedni od drugih. (Abdi, 2007) Svrha Meknemarovog testa je da pokaže između kojih parova scenarija zaista postoji statistički značajna razlika u odgovorima

ispitanika, tj. za koje parove scenarija se nulta hipoteza može odbaciti, a za koje ne može.

Meknemarov test predstavlja metodu koja se vrlo često koristi za potrebe utvrđivanja postojanja promene dihotomne zavisne promenljive u vremenu. Meknemarov test može se jednostavno opisati kao vrsta hi-kvadrat testa koji se koristi za zavisne, tj. u ovom slučaju „uparene“ podatke. Pošto se primenjuje za uparena merenja nad skupom istih ispitanika, Meknemarov test u suštini utvrđuje da li je promena u jednom „smeru“ (gledano od prve do druge vremenske tačke) jednaka promeni u drugom „smeru“. Meknemarov test može se predstaviti sledećom formulom:

$$\chi^2 = \frac{(n_{12} - n_{21} - 1)^2}{n_{12} + n_{21}} \quad (2)$$

gde je

n_{12} – broj ispitanika u prvoj grupi u vremenskom preseku t_1 i u drugoj grupi u vremenskom preseku t_2 ,

n_{21} – broj ispitanika u drugoj grupi u vremenskom preseku t_1 i u prvoj grupi u vremenskom preseku t_2 (Twisk, 2013).

Ukoliko rezultati Kohranovog Q testa pokažu da se odgovori statistički značajno razlikuju bar između neka dva od definisanih scenarija vremenskih uslova, odnosno ukoliko Meknemarov test pokaže da između više parova scenarija zaista postoji statistički značajna razlika u odgovorima ispitanika, opravdano je sprovesti istraživanja metodom „izraženih preferencija“.

5.4 Istraživanje uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izraženih preferencija“

Ova istraživanja imaju za cilj da potvrde postojanje razlike, dobijene istraživanjem metodom „izjavljenih prilagođavanja“, u broju kretanja i načinu kretanja u različitim vremenskim uslovima. Ukoliko nije utvrđena statistički značajna razlika između odgovora za različite scenarije vremenskih uslova, nije opravdano

sprovoditi istraživanja metodom „izraženih preferencija“, odnosno snimanjem karakteristika kretanja realizovanih u različitim vremenskim uslovima.

Definisanje vremenskih preseka za sprovođenje istraživanja

U procesu definisanja vremenskih preseka, tj. određivanja karakterističnih dana u kojima će se vršiti istraživanje metodom „izraženih preferencija“, metodologija predviđa upotrebu klaster analize. Klaster analiza je tehnika koja se koristi za klasifikaciju određenih elemenata u grupe, čija je karakteristika da su elementi unutar grupe međusobno slični, a da su elementi u različitim grupama međusobno različiti. Rastojanja između elemenata unutar klastera su svedena na minimum, a rastojanja između klastera su maksimalna moguća. Moguće je primeniti hijerarhijsko ili particiono klasterovanje. Kako je svrha primene klaster analize određivanje karakterističnih dana za istraživanja, metodologija podrazumeva primenu particionog klasterovanja, i to tzv. ekskluzivnog jer se svaki element nalazi samo u jednom klasteru.

U manjem broju ranijih istraživanja analiziran je uticaj subjektivno doživljenih vremenskih uslova od strane ispitanika. Percepcija vremenskih uslova može veoma da varira od ispitanika do ispitanika. Subjektivni doživljaj vremenskih uslova može dati određeni uvid u povezanost vremenskih uslova sa reakcijama pojedinaca, ali za takve rezultate se sa pravom smatra (Liu et al., 2014b) da su uglavnom manje jasni i ne mogu biti od koristi u procesu razvoja politika i strategija. U većini istraživanja iz literature analiziran je uticaj zabeleženih podataka o vremenskim uslovima, bilo na prosečnom dnevnom ili časovnom nivou.

Metodologija podrazumeva da se klaster analizom na osnovu zvaničnih podataka o meteorološkim uslovima na području istraživanja dani u toku godine podele u određeni broj klastera. Na osnovu iskustava iz literature o uticaju komponenti vremenskih uslova na karakteristike kretanja, komponente odabrane za definisanje karakterističnih dana su: srednja temperatura (°C), srednja brzina vetra (m/s), padavine (mm) i ukupni sneg (cm). Elementi, odnosno u ovom slučaju dani tokom godine, klasifikuju se u grupe (klastere) na osnovu definisanog skupa promenljivih, tj. njihovih prosečnih dnevnih vrednosti na području istraživanja.

U predloženoj metodologiji usvojena je preporuka iz literature (Clifton et al., 2011) da nije potrebno definisati klaster u okviru godišnjih doba, već na nivou cele godine, bez obzira na godišnje doba. Iskustva iz literature inače predlažu ukрупnjavanje klastera, tako da se npr. svi klasteri (vezani za leto, jesen, zimu i proleće) čija je karakteristika da su veoma kišoviti predstave kao jedan klaster, što razvijena metodologija podrazumeva.

Klaster analiza će pokazati u kojoj meri se dani razlikuju po komponentama vremenskih uslova obuhvaćenih analizom. Broj klastera će zavisiti od meteoroloških karakteristika područja. Na ovaj način dobijaju se tipovi vremenskih uslova u kojima je potrebno istražiti karakteristike kretanja. Na osnovu dobijenih tipova vremenskih uslova biraju se dani sa upravo takvim karakteristikama vremenskih uslova, kako bi se u njima izvršila istraživanja.

Ako se klaster analizom dobije veliki broj klastera, postoji mogućnost opravdanog ukрупnjavanja klastera nakon analize razlika prikupljenih podataka o broju i načinu kretanja u različitim klasterima vremenskih uslova. Naime, testiranje razlika ima za cilj da pokaže da li između klastera vremenskih uslova postoji razlika u broju i izabranom načinu realizovanih kretanja, kao i između kojih parova klastera postoji statistički značajna razlika. Ukoliko se pokaže da između nekih parova klastera ne postoji statistički značajna razlika, za potrebe kvantifikacije uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja, te klaster je opravdano ukрупniti.

Testiranje razlike broja kretanja u različitim vremenskim uslovima

Istraživanja metodom „izraženih preferencija“ imaju za cilj da utvrde da li postoji razlika između broja kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova. Iz istraživačkog pitanja proističe nulta hipoteza.

H_0 : Ne postoji statistički značajna razlika između broja kretanja u različitim vremenskim uslovima.

Broj kretanja je nenegativna celobrojna promenljiva čija raspodela odstupa od normalne raspodele. Istraživanje karakteristika kretanja u različitim vremenskim

uslovima predstavlja ponovljena merenja, jer su karakteristike kretanja istog pojedinca snimljene u različitim okolnostima. Osnovna karakteristika ponovljenih merenja je da zabeleženi odgovori jednog ispitanika u različitim okolnostima nisu međusobno nezavisni. Upravo korelacija odgovora jednog ispitanika u različitim okolnostima uslovljava primenu posebnih statističkih tehnika.

Testovi koji se na prvi pogled mogu učiniti podesnim, kao što su t-test uparenih uzoraka ili analiza varijanse (ANOVA), nisu primenljivi jer ili omogućavaju poređenje između samo dva vremenska preseka ili podrazumevaju različite grupe ispitanika. Kada bi se primenila tehnika ANOVA bila bi zanemarena činjenica da su ispitivanja ponavljana na istoj grupi osoba, jer ova metoda različita merenja posmatra kao merenja različitih grupa. Metoda „jednofaktorska ANOVA ponovljenih merenja“ može se primeniti za testiranje postojanja statistički značajne razlike između odgovora ispitanika u različitim vremenskim uslovima, ali samo onih odgovora koji predstavljaju neprekidne promenljive. „Jednofaktorska ANOVA ponovljenih merenja“ podrazumeva jednu nezavisnu kategorijsku promenljivu i jednu zavisnu neprekidnu promenljivu. Za primenu ove metode pretpostavke vezane za nivo merenja, slučajnost uzorkovanja, nezavisnost opservacija, normalnost raspodele i homogenost varijanse moraju biti zadovoljene. (Ballinger, 2004; Diggle, Heagerty, Liang, & Zeger, 2002; Pallant, 2011)

Testiranje postojanja statistički značajne razlike između odgovora ispitanika u različitim vremenskim uslovima biće izvršeno neparametarskom alternativom metode „jednofaktorska ANOVA ponovljenih merenja“, odnosno Fridmanovim testom. Kao i drugi neparametarski testovi, Fridmanov test ne podrazumeva nikakve pretpostavke o raspodeli zavisne promenljive. Fridmanov test upotrebu je našao upravo u slučajevima kada se isti uzorak učesnika ispituje u tri ili više navrata ili pod tri i više različitih uslova (Pallant, 2011). Fridmanov test počiva na rangiranju podataka. Porede se srednje vrednosti rangova (za sve ispitanike) različitih merenja, tačnije porede se dobijene vrednosti sa očekivanim, a pretpostavka je da nema promene u vremenu, tj. između merenja. (Twisk, 2013)

Formulacija Fridmanovog testa može se predstaviti na sledeći način:

$$H = \frac{12 \sum_{t=1}^T R_t^2}{NT(T+1)} - 3N(T+1) \quad (3)$$

gde je H Fridmanov test statistik, T broj ponovljenih merenja, N broj subjekata (ispitanika), R_t suma rangova u vremenskom preseku t. (Twisk, 2013)

Ukoliko Fridmanov test pokaže da postoji statistički značajna razlika između odgovora ispitanika o broju kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova, pokazano je da bar između neka dva tipa vremenskih uslova postoji statistički značajna razlika. Naknadni test, Vilkoksonov test označenih rangova, primenjuje se za sve parove vremenskih uslova (uz Bonferonijevu korekciju α -vrednosti) sa svrhom da pokaže između kojih parova tipova vremenskih uslova zapravo postoji statistički značajna razlika.

Formulacija Vilkoksonovog testa označenih rangova za velike uzorke može se predstaviti kao:

$$Z = \frac{W - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}} \quad (4)$$

$$W = \left| \sum [sgn(x_2 - x_1) \cdot R] \right| \quad (5)$$

gde je: n broj elemenata u uzorku (broj ispitanika), x_1 odgovor ispitanika u prvom merenju, x_2 odgovor ispitanika u drugom merenju, R rang. ⁶

Testiranje razlike izbora načina kretanja u različitim vremenskim uslovima

Istraživanja metodom „izraženih preferencija“ imaju za cilj da utvrde i da li postoji razlika u izboru načina kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova. Iz ovog istraživačkog pitanja proističe sledeća nulta hipoteza.

⁶ izvor: <http://www.mathnstuff.com/math/spoken/here/2class/90/htest2.htm>

H₀: Ne postoji statistički značajna razlika između načina kretanja koje ispitanici biraju u različitim vremenskim uslovima.

Ispitivanje razlike izbora načina kretanja u različitim vremenskim uslovima sprovodi se svojevrsnom nadogradnjom Maknemarovog testa čije se postavke mogu naći u (McNemar, 1947), a brojni primeri primene prikazani su u (Sheskin, 2000). Maknemarov test se koristi kod uparenih ili ponovljenih merenja (Agresti, 2007; Pallant, 2011) dihotomne promenljive, tj. promenljive koja ima samo dve kategorije (McNemar, 1947; Sheskin, 2000). U konkretnom slučaju potrebno je testirati razlike izbora načina kretanja između parova različitih vremenskih uslova. Karakteristika rezultata koje je potrebno analizirati jeste da su merenja ponovljena više od dva puta na istoj grupi ispitanika i da je pritom zavisna promenljiva kategorijska sa više od dve kategorije (npr. nemotorizovano, javni prevoz, putnički automobil kao vozač, putnički automobil kao putnik).

Maknemarov test koji se primenjuje u slučaju dva zavisna uzorka kada je promenljiva dihotomna nadograđen je Boukerovim testom simetrije⁷ za slučaj kada promenljiva u zavisnim uzorcima ima više od dve kategorije. Boukerov test (Bowker, 1948) procenjuje da li su podaci simetrično raspoređeni oko glavne dijagonale tabele kontigencije, a razlika odgovora se ispituje između svakog od parova tipova vremenskih uslova. Nedostatak simetrije u tabeli se tumači kao postojanje razlike u distribuciji podataka za dva tipa vremenskih uslova. Formulacija jednačine za proračun test statistika Boukerovog testa simetrije zapisuje se na sledeći način:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j>i} \left[\frac{(n_{ij} - n_{ji})^2}{n_{ij} + n_{ji}} \right] \quad (6)$$

gde „i“ i „j“ označavaju red tj. kolonu, a „r“ u ovom slučaju predstavlja broj kategorija, isti u oba vremenska preseka. (Sheskin, 2000)

⁷ McNemar-Bowker test u softveru SPSS

6 POSTUPAK MODELIRANJA NASTAJANJA I VIDOVNE RASPODELE PUTOVANJA U RAZLIČITIM VREMENSKIM USLOVIMA

Statističke metode primenjene u prethodnim poglavljima služe za utvrđivanje postojanja razlike između odgovora ispitanika u različitim vremenskim uslovima. Izlazni rezultat ovih metoda je p-vrednost na osnovu koje se utvrđuje postojanje ili nepostojanje statistički značajne razlike između odgovora. Pomenute metode ne omogućavaju utvrđivanje veze zavisne promenljive i nezavisnih promenljivih, tj. jačinu uticaja nezavisnih promenljivih na izlaznu promenljivu. Takođe, navedene metode ne mogu se koristiti za analiziranje zavisnosti neprekidne promenljive od više nezavisnih (neprekidnih, kategorijskih ili dihotomnih) promenljivih, a ne mogu se koristiti ni za analiziranje zavisnosti kategorijske ili binomne promenljive od više nezavisnih promenljivih.

U radu (J. Jović, 2012) zaključeno je da je za potrebe prognoziranja transportnih potreba, kao osnove za razvoj buduće saobraćajne infrastrukture, u okolnostima očekivanih klimatskih promena neophodno primeniti specifičnu metodologiju. Najjednostavniji i ujedno najmanje pouzdan način prognoziranja promena u transportnim potrebama jeste poređenje iskustava regiona koje su pod različitim klimatskim uslovima (D. Hensher & Button, 2003). Sveobuhvatnije i pouzdanije prognoze se baziraju na modeliranju transportnih zahteva po posebnim „biheviorističkim“ procedurama, što podrazumeva poznavanje promena ponašanja korisnika transportnog sistema, kao i razvoj modela u koje je moguće ugraditi te promene (J. Jović, 2012).

Za utvrđivanje zavisnosti karakteristika kretanja od vremenskih uslova neophodno je formirati modele. Model se može definisati kao pojednostavljen prikaz dela realnog sveta, odnosno određenog sistema, koncentrisan na određene elemente sistema koji su, sa određenog aspekta istraživanja, važni za njegovu analizu. (Ortuzar & Willumsen, 2011) Modele treba shvatiti kao pomoćno sredstvo za preciznije sagledavanje transportnih zahteva u uslovima simultane promene većeg broja ulaznih planerskih pretpostavki. Model treba da ima sposobnost da oslika pojavu koja se simulira, pa samim tim treba da obuhvati one promenljive koje su referentne za problem o kome je reč. (Jovanović, 1990)

Model se definiše i kao formalni matematički prikaz realnog stanja (KonSULT, 2015), odnosno može se reći da model predstavlja pojednostavljenje stvarnosti. Nemoguće je napraviti model koji će u potpunosti odgovarati stvarnoj situaciji (Agresti, 2007). Ipak, potrebno je ispitati koliko dobro razvijeni model opisuje realno stanje, odnosno podesnost modela. Ispitivanje podesnosti modela podrazumeva ispitivanje značajnosti modela kao celine, ispitivanje značajnosti pojedinačnih nezavisnih promenljivih, kao i analizu rezidualnih odstupanja, tj. grešaka merenja. (Simićević, 2013) Preporuka je da parametre, odnosno prediktore, treba uključivati „štedljivo“ u model, balansirajući između prognostičke moći modela i broja uključenih parametara. Složenost modela doprinosi pre svega povećanju troškova prikupljanja i obrade podataka. (Ortuzar & Willumsen, 2011)

Rezultati istraživanja iz literature i razvijeni modeli ukazuju da vremenski uslovi utiču na karakteristike kretanja i da je predstavljanje vremenskih uslova u modelima karakteristika kretanja važno i u statističkom i u biheviorističkom pogledu. Uočava se nekoliko pristupa u predstavljanju vremenskih uslova u modelima karakteristika kretanja. Jedan od načina je da se direktno obuhvate različite komponente vremenskih uslova kao neprekidne promenljive. Drugi način je da se formiraju binarni indikatori („veštačke promenljive“) koji predstavljaju vremenske uslove i da se kao takvi uključe u model. Binarni indikatori u ovom slučaju predstavljaju prisustvo kiše, lepog vremena, temperatura u određenom rangu. Treći mogući način je tehnika redukcije podataka koja ispituje na koji način su različite dimenzije vremenskih uslova kovarijantne. (Clifton et al., 2011) U postupku formiranja modela može doći do problema vezanog za broj podataka u klasama (Saneinejad, 2010; Saneinejad et al., 2012), na koji bi trebalo obratiti posebnu pažnju.

Tehnike modeliranja koje, često pogrešno, pretpostavljaju linearnu zavisnost između vremenskih uslova i kretanja kritikovane su u radu (Böcker, Dijst, et al., 2013). U modeliranju generisanja i vidovne raspodele kretanja sve češće se koriste „veštačke promenljive“ za pojedine komponente vremenskih uslova, što je u skladu sa preporukama (Ortuzar & Willumsen, 2011) za uključivanje nelinearnih promenljivih u model. Pri formiranju modela posebnu pažnju treba obratiti na

činjenicu da određene promenljive, kao npr. one „kvalitativne“ obično pokazuju nelinearnu zavisnost (npr. tip domaćinstva, zanimanje, starost, pol, broj automobila u domaćinstvu). Predložene metode za uključivanje ovih promenljivih u modele poput linerne regresije jesu ili transformacija promenljivih tako da imaju linerani efekat (logaritmovanje ili stepenovanje) ili korišćenje „veštačkih promenljivih“ (nezavisna promenljiva se deli u nekoliko diskretnih intervala i svaki od njih se u modelu tretira posebno). Upotreba „veštačkih promenljivih“ pored rešavanja problema nelinearnosti, obično doprinosi i rešavanju problema multikolinearnosti, tj. visokog stepena korelacije nezavisnih promenljivih. (Ortuzar & Willumsen, 2011)

Važno je uzeti u obzir da su prilagođavanja pojedinca različitim vremenskim uslovima vrlo verovatno u korelaciji. Prilagođavanje pojedinca određenom tipu vremenskih uslova verovatno je u korelaciji sa prilagođavanjem nekom drugom tipu vremenskih uslova. Karakteristike kretanja jednog pojedinca su vrlo verovatno u korelaciji, tj. karakteristike jednog kretanja vrlo verovatno jesu u korelaciji sa karakteristikama drugih kretanja iste osobe. (Creemers et al., 2015) Kada se podaci o kretanjima prikupljaju panel istraživanjima putem ankete, kretanja su „ugnježdena“ po istraživačkim danima i po ispitanicima. (Böcker et al., 2015)

6.1 Teorijski okvir modela

Predložena metodologija podrazumeva istraživanja nastajanja i vidovne raspodele putovanja nad istom grupom ispitanika za različite scenarije, tj. u različitim vremenskim uslovima. Ista grupa ispitanika daje odgovore o karakteristikama svojih kretanja u više navrata. Samim tim, odgovori istog ispitanika u različitim vremenskim presecima su u korelaciji. Upravo ova karakteristika istraživanja određuje postupak modeliranja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja.

Tradicionalni regresioni modeli podrazumevaju nezavisnost između odgovora prikupljenih na elementima uzorka. U slučaju istraživanja o karakteristikama kretanja u različitim vremenskim uslovima, nije poželjno zanemariti korelaciju

odgovora istog ispitanika. Zanemarivanje činjenice da su odgovori u korelaciji dovelo bi do pogrešne procene standardnih grešaka. Tradicionalni regresioni modeli primenjivali bi se na uzorku koji bi bio jednak količniku učesnika istraživanja i broja merenja, dok je uzorak u sprovedenim istraživanjima realno jednak broju učesnika. Novo merenje, odnosno novi odgovor istog ispitanika ne donosi 100% novih informacija (Twisk, 2013), kao što bi bilo podrazumevano u tradicionalnim regresionim modelima.

Dok za primenu opštih linearnih modela (GLM) mora biti zadovoljen uslov da zavisna promenljiva ima normalnu raspodelu, uopšteni linearni modeli (GZLM), razvijeni u radu (J. A. Nelder & Wedderburn, 1972), predstavljaju, kao što sam naziv kaže, uopštavanje linearnih modela tako što dopuštaju raspodele koje odstupaju od normalne raspodele. Ograničeni su na članove eksponencijalne familije raspodela koja sadrži specijalne slučajeve kao što su normalna, binomna, Poasonova, gama i inverzna Gausova raspodela. (Bojović, 2014) Smatraju se proširenjem opštih linearnih modela, pošto prilagođavaju podatke koji ne zadovoljavaju pretpostavku o normalnoj raspodeli.

Modeli koji se koriste kada postoji zavisnost između odgovora, umesto klasičnih regresionih, su „modeli fiksnih efekata“, „modeli slučajnih efekata“ ili „mešoviti modeli“ koji koriste „model najverovatnijeg ishoda“ i „model proseka populacije“ koji koriste GEE odnosno „jednačine generalizovanih procena“. (Gardiner, Luo, & Roman, 2009; Hubbard et al., 2010). Jednačine generalizovanih procena (GEE) predstavljaju dalje proširenje uopštenih linearnih modela (GZLM) pošto omogućavaju rad sa zavisnim podacima koji su dobijeni iz ponovljenih merenja ili koji su na neki drugi način u korelaciji.⁸ U literaturi (Zhang, 2016) preporuka je da se za podatke dobijene longitudinalnim istraživanjima koji imaju normalnu raspodelu i koji pripadaju tipu neprekidnih promenljivih primene linerani mešoviti modeli, a da se GEE može primeniti i kod neprekidnih i kod diskretnih podataka

⁸ izvori: <http://www.statisticssolutions.com/generalized-linear-models/>,
http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLVMB_22.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/sps/advanced/idh_idd_gee_repeated.htm

dobijenih iz longitudinalnih studija ili iz merenja ponovljenih u različitim okolnostima.

Razvoj sofisticiranih statističkih tehnika omogućio je analizu longitudinalnih podataka i podataka dobijenih iz ponovljenih merenja. Pre njihovog razvoja za analizu ovakvih podataka korišćene su tradicionalne statističke metode, koje su podrazumevale svođenje longitudinalnih podataka na podatke u jednom vremenskom preseku. Prednost savremenih statističkih tehnika je mogućnost analize uz korišćenje svih prikupljenih podataka kroz vremenske preseke, bez svođenja prikupljenih podataka na jedinstvenu vrednost.

Osnovna postavka longitudinalne veze zavisne i nezavisnih promenljivih podseća na standardni model linearne regresije, a glavnu razliku predstavlja „t“ što ukazuje na merenje zavisne promenljive vezane za jednog pojedinca u više navrata:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_{1j} X_{itj} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Za analizu uticaja vremenskih uslova na broj kretanja koristiće se postavka proširena sa vremenom kao nezavisnom promenljivom:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_{1j} X_{itj} + \beta_2 t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

gde je Y_{it} zapažanje vezano za pojedinca i u vremenu t , β_0 je „odsečak“, X_{ijt} je nezavisna promenljiva j pojedinca i u vremenu t , β_{1j} je koeficijent regresije za nezavisnu promenljivu j , J je broj nezavisnih promenljivih, t je vreme, β_2 je regresioni koeficijent za vreme, ε_{it} je „greška“ za pojedinca i u vremenu t . Zavisne promenljive mogu biti kontinualne, kategorijske ili dihotomne, pri čemu se za kategorijske moraju formirati tzv. veštačke promenljive za svaku kategoriju.

6.2 Jednačine generalizovanih procena

Jednačine generalizovanih procena uveli su (Liang & Zeger, 1986). U literaturi obično se navode skraćenicom GEE. Metodologija GEE omogućava podešavanje

modela u slučaju ponovljenih merenja, što podrazumeva odgovore koji su u korelaciji i klasterovane odgovore. Ovaj pristup omogućava istovremenu analizu veza između promenljivih modela u različitim vremenskim presecima. Procedura u GEE pristupu je iterativnog karaktera (algoritam koji se koristi za procenu koeficijenata je iterativni), a koristi pseudo-verodostojnost⁹ za procenu koeficijenata regresije.

S obzirom na činjenicu da ponovljena merenja nad istim subjektom nisu međusobno nezavisna, metod podrazumeva korekciju u vidu radne strukture korelacije predstavljene korelacionom matricom koja može biti: nezavisna, izmenljiva, stacionarna, nestacionarna, autoregresivna ili nestruktuirana. (Agresti, 2007; Twisk, 2013) Prednost GEE modela je i ta što će rezultati longitudinalne analize biti gotovo isti za bilo koji izbor korelacione matrice, pa se model smatra otpornim na eventualni pogrešan izbor korelacione matrice (Liang & Zeger, 1986; Zeger & Liang, 1986) naročito u slučaju velikih uzoraka. Iskustva iz literature (Cui, 2007) pokazuju da će procena parametara biti ispravna čak i kada struktura korelacije nije ispravno određena. Tačnije, nezavisno od izbora korelacione matrice dobijaju se prihvatljivi rezultati procene regresionih koeficijenata i standardnih grešaka. Ipak, pošto rezultati sa drugačijim korelacionim matricama mogu dovesti do drugačijih zaključaka o vezi pojedinih promenljivih u vremenu, preporuka je pronaći odgovarajuću matricu, što je moguće i kroz više pokušaja, sa svim korelacionim matricama. Izbor odgovarajuće matrice je posebno važan kada veliki broj podataka u merenjima nedostaje. (Twisk, 2013) Svakako, izbor odgovarajuće korelacione matrice doprineće tačnosti procene. Za podatke klasterovane u okviru subjekta, što je slučaj u sprovedenim istraživanjima, kao i kada nisu prikupljeni tokom vremena, već u različitim okolnostima, postoji preporuka (Ballinger, 2004) za korišćenje izmenljive matrice korelacije. U modelima marginalnih efekata, kako se GEE modeli još nazivaju, može se reći da se funkcija srednje vrednosti modelira direktno, a da se struktura korelacije smatra ometajućim faktorom. (Cools & Creemers, 2013; Creemers et al., 2015)

⁹ više u (J. Nelder & Lee, 1992)

U jednostavnoj GEE analizi pretpostavlja se linearna zavisnost u vremenu. Izlazna promenljiva Y se tretira kao linearna funkcija u vremenu. Moguće je pretpostaviti i kvadratnu, kubnu ili bilo koju drugu funkciju zavisnosti. Druga mogućnost je tretirati vreme kao kategorijsku promenljivu. U ovom pristupu nije potrebno pretpostavljati oblik zavisnosti izlazne promenljive u vremenu. Sa vremenom kao kategorijskom promenljivom, modelira se realan razvoj izlazne promenljive u vremenu. Ovaj pristup treba koristiti samo kada je broj merenja mali, jer umesto jednog regresionog koeficijenta za vreme određuje se za jedan manji broj regresionih koeficijenata od broja merenja. Ovaj pristup je moguć i preporučuje se samo kada su vremenski intervali između merenja isti za sve ispitanike, u slučajevima kada istraživača zanima samo zavisnost od vremena i kada podaci za sve ispitanike postoje u svim vremenskim presecima. U ostalim slučajevima preporuka je modelirati vreme kao neprekidnu promenljivu. (Ballinger, 2004; Twisk, 2013)

Karakteristike GEE metode koje su uticale da upravo ona bude izabrana za potrebne analize jesu:

- uzima u obzir korelaciju odgovora jednog ispitanika u različitim vremenskim presecima,
- zavisnosti promenljivih koje su u modelu u različitim vremenskim presecima analiziraju se simultano,
- koristi sve podatke prikupljene po vremenskim presecima,
- procenjeni parametar β_1 predstavlja vezu između longitudinalne promene zavisne promenljive Y i longitudinalne promene odgovarajuće nezavisne promenljive X.

Važne karakteristike jednačina generalizovanih procena su i sledeće¹⁰:

- zavisne promenljive mogu biti neprekidne, ordinalne ili binarne,

¹⁰ izvor: <http://www.statisticssolutions.com/generalized-linear-models/>

- ne pretpostavlja da zavisne/nezavisne promenljive imaju normalnu raspodelu,
- ne pretpostavlja linearnu vezu između nezavisnih i zavisnih promenljivih, kao ni homogenost varijanse za opseg zavisne promenljive,
- mora postojati linearnost u funkciji veze koja služi da linearizuje regresionu jednačinu,
- ne sme postojati multikolinearnost.

Razvijanje GEE modela zahteva definisanje:

- funkcije veze koja će biti korišćena,
- raspodele zavisne promenljive,
- strukture korelacije zavisne promenljive. (Ballinger, 2004)

U slučaju primene jednačina generalizovanih procena zavisna promenljiva ima:

- normalnu raspodelu kada je promenljiva neprekidna,
- multinomnu raspodelu kada je promenljiva ordinalna,
- binomnu raspodelu kada je promenljiva binarna,
- Poasonovu kada je promenljiva brojiva ili kada su u pitanju događaji koji se retko javljaju,

što je dokazano od strane brojnih istraživača, a detaljnije je navedeno u literaturi (Ballinger, 2004).

Još karakteristika GEE modela, naročito za slučaj analize kategorijskih promenljivih, može se naći u knjizi (Agresti, 2007). Dodatne informacije o GEE modelima mogu se naći u radovima (Ziegler, Kastner, & Blettner, 1998; Zorn, 2001). GEE pristup je statistička metoda koje je našla široku primenu u naučnim studijama brojnih grana medicine poput epidemiologije, biomedicine i kliničkih istraživanja uopšte, što se može videti u (Diggle et al., 2002; Fitzmaurice, Laird, & Ware, 2011; Hanley, Negassa, Edwardes, & Forrester, 2003; Twisk, 2013; Wang, 2014), dok se u oblasti saobraćaja primenjuju od (Lord & Persaud, 2000) u

analizama saobraćajnih nezgoda kada su ponovljena merenja u pitanju. U analizi karakteristika kretanja u različitim vremenskim uslovima GEE modeli našli su primenu tek u skorije vreme u radovima (Cools & Creemers, 2013; Creemers et al., 2015).

Ispitivanje podesnosti modela

Ispitivanje podesnosti modela i podesnosti nezavisnih promenljivih kod GEE pristupa razlikuje se u odnosu na uobičajeno statističko ispitivanje, jer sam pristup podrazumeva proceduru procene. Samim tim, podesnost modela, kao ni podesnost pojedinih nezavisnih promenljivih u modelu, ne ispituje se na osnovu funkcije verodostojnosti. Kod rezultata dobijenih na osnovu GEE pristupa treba obratiti pažnju na empirijsku procenu standardnih grešaka i kovarijansi i uporediti empirijske procene sa procenama modela.¹¹

Kao što je već rečeno, GEE pristup predstavlja proširenje uopštenih linearnih modela. Ovaj pristup omogućava ispravnu procenu standardnih grešaka parametara. Činjenica je da svako ponovljeno merenje na istim subjektima dovodi do korelacije u odgovorima. (Rabe-Hesketh & Skrondal, 2008) GEE metod omogućava određivanje prosečne promene zavisne promenljive usled promene nezavisnih promenljivih, uz uzimanje u obzir korelacije odgovora istog ispitanika dobijenih u ponovljenim merenjima. Posebno važno za GEE model je da kombinuje povezanost odgovora istog ispitanika sa povezanosti između ispitanika. Cilj ove metode jeste utvrđivanje regresionih koeficijenata koji su prosečni na nivou populacije. (Ballinger, 2004)

Metod GEE je iterativni postupak u kom se prvo postavi model linearne regresije iz kog se dobiju reziduali na osnovu razlike snimljenih i modelom predviđenih rezultata. Na osnovu dobijenih reziduala proceni se matrica korelacije, s tim što je važno napomenuti da se u prvom koraku zanemaruje korelacija između odgovora istog ispitanika. U iterativnom postupku se podešavaju koeficijenti regresije

¹¹ izvor: <https://onlinecourses.science.psu.edu/stat504/node/180>

korigujući korelaciju. Zavisnost opservacija GEE uzima upravo kroz strukturu korelacije.

Uopšteni linearni modeli bazirani su na teoriji maksimalne verodostojnosti za nezavisna merenja (McCullagh & Nelder, 1989), dok je GEE metod baziran na teoriji pseudo-verodostojnosti (Wedderburn, 1974). Karakteristika pseudo-verodostojnosti, kao poluparametarske metode ocenjivanja, je to što se njenom primenom izbegavaju greške specifikacije koje nastaju usled pogrešne polazne pretpostavke o funkciji raspodele slučajne greške. (Nojković, 2007) Karakteristika GEE pristupa je da se ne daju pretpostavke o raspodeli prikupljenih odgovora. Samim tim, pošto u slučaju jednačina generalizovanih procena nije primenjen uobičajeni koncept funkcije verodostojnosti, uobičajeni statistik za valjanost modela ne može da se računa. Metoda koja se najčešće koristi za izbor modela u slučaju generalizovanih linearnih modela, a to je AIC, tj. Akaike kriterijum (Akaike, 1974), ne može se primeniti u GEE metodi. Umesto njega računa se pokazatelj koji je baziran na uopštavanju funkcije verodostojnosti, tj. pokazatelj QIC (Pan, 2001).

Pokazatelj QIC postavljen je kao modifikacija za AIC u postupku izbora modela baziranog na GEE. Ovaj pokazatelj, tj. kriterijum može se koristiti i za odabir najbolje strukture korelacije u GEE analizama. (Cui, 2007) Statistika QIC i odgovarajući QICu statistik koriste se u izboru GEE modela. Statistika QICu približno odgovara QIC kada je model ispravno postavljen i odgovara vrednosti $Q+2p$ (gde je: Q pseudo-verodostojnost, $2p$ tzv. „penali“, pri čemu je p broj parametara u modelu). Upotreba statistika QICu se ne preporučuje u procesu izbora strukture korelacije. Bilo da se pomenuti statistici koriste u odabiru strukture korelacije ili u odabiru modela, daje se prednost onoj strukturi korelacije ili onom modelu koji ima manju vrednost ovog statistika¹². U softveru SPSS pokazatelj QIC služi u izboru strukture korelacije, a QICC služi za odabir najboljeg podskupa prediktora u modelu.

¹² izvor: <http://support.sas.com/kb/26/100.html>

7 ISTRAŽIVANJE UTICAJA VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA PRIMENOM RAZVIJENE METODOLOGIJE

Metodologija saobraćajnih istraživanja u osnovi podrazumeva: definisanje kalendara istraživanja, prostorne obuhvatnosti, definisanje veličine uzorka, definisanje metoda istraživanja, definisanje vremenske i teritorijalne obuhvatnosti istraživanja, formiranje anketnih i brojačkih obrazaca, obuku i odabir anketara i na kraju definisanje načina obrade prikupljenih podataka. (Jovanović, 1990; J. Jović, 1996) U nastavku je prikazana primena razvijene metodologije istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja na primeru zaposlenih stanovnika užeg gradskog područja Beograda.

7.1 Područje istraživanja

Imajući u vidu da više od polovine svetske populacije živi u gradovima i da taj udeo ima trend porasta, posebnu pažnju treba obratiti upravo na gradske oblasti kao područja velike potrošnje energije i samim tim emisije štetnih gasova koji doprinose klimatskim promenama. U gradskim sredinama negativni uticaj saobraćaja je posebno izražen i često se ističe kao najveći izvor buke i zagađenja vazduha, iako sa druge strane saobraćaj pospešuje ekonomski razvoj. Poslednjih godina strategije ublažavanja klimatskih promena usmerene su posebno na smanjenje emisija štetnih gasova koje su posledica saobraćaja, odnosno na smanjenje saobraćajnih zagušenja i zagađenja vazduha. Pomenute strategije su uglavnom usmerene na smanjenje broja motorizovanih kretanja, odnosno na pospešivanje nemotorizovanih kretanja i korišćenja javnog prevoza u gradovima. (Gavrilova, 2014)

Čak i kada bi emisija štetnih gasova bila potpuno zaustavljena, još decenijama bi se osećale posledice kroz klimatske promene. Samim tim, pored mera usmerenih na smanjenje emisije štetnih gasova, u poslednoj deceniji posebna pažnja je usmerena na prilagođavanje saobraćajnog sistema klimatskim promenama. Mere adaptacije podrazumevaju zaštitu od negativnih efekata klimatskih promena, ali isto tako i korišćenje eventualnih prednosti koje klimatske promene donose. (European Environment Agency, 2014) Da bi se postigli ciljevi koji su postavljeni u oblasti

saobraćaja po pitanju ublažavanja klimatskih promena potrebno je unapređivati tehnološka rešenja, ali isto tako je važno uticati na promene ponašanja korisnika transportnog sistema. Pokazano je i da promene ponašanja korisnika donose održivije rezultate. (Nilsson et al., 2014)

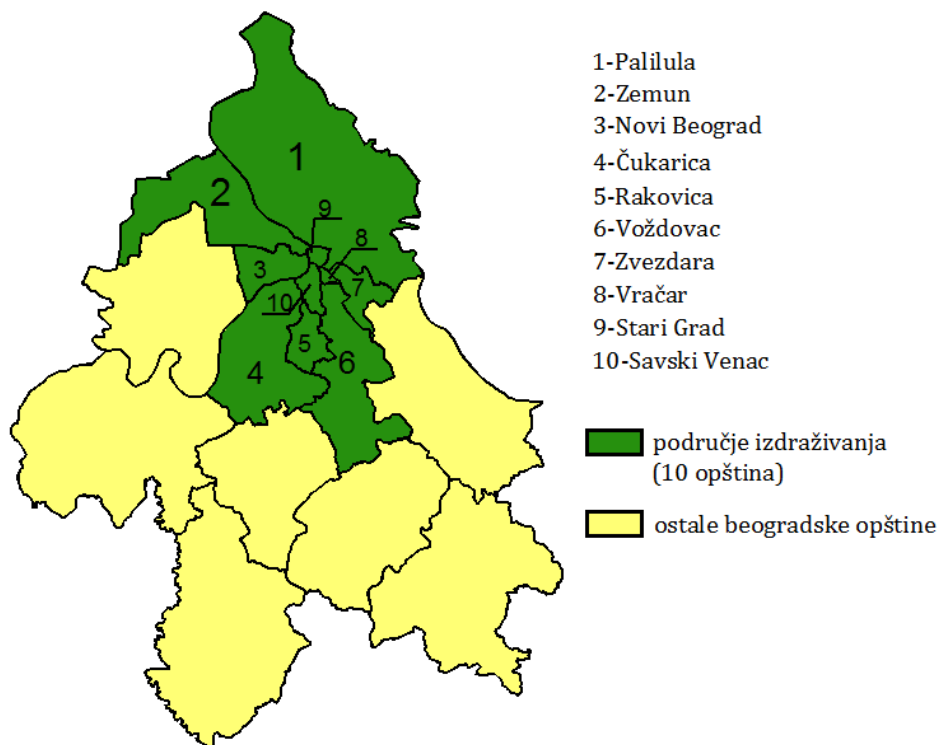
Istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja najčešće su sprovedena u gradskim područjima sa izuzetno velikom zastupljenošću nemotorizovanih kretanja u ukupnom broju dnevnih kretanja. U gradskom području Amsterdama (Holandija), na primer, učešće nemotorizovanih kretanja iznosi čak 58% (European Metropolitan Transport Authorities, 2012). Istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja nisu dovoljno zastupljena u područjima koja nemaju značajno veliko učešće nemotorizovanih kretanja u vidovnoj raspodeli. Ne može se reći da su istraživanja uticaja vremenskih uslova manje važna u ovim područjima, jer vremenski uslovi mogu uticati na preraspodelu između nemotorizovanih i motorizovanih načina, kao i između javnog prevoza i putničkog automobila. Pored toga, ova istraživanja su važna za sva područja zbog definisanja strategija upravljanja saobraćajnim sistemom i pravca u kom bi strategije trebalo razvijati, s obzirom na visoku zastupljenost motorizovanih načina kretanja.

U cilju primene predložene metodologije, za područje istraživanja izabran je Beograd, glavni grad Republike Srbije. Od ukupnih kretanja na dnevnom nivou stanovnici administrativnog područja Beograda obave 25% kretanja nemotorizovanim sredstvima, odnosno 75% motorizovanim sredstvima, pri čemu se javnim prevozom obavi oko 50% ukupnih kretanja, a putničkim automobilom oko 25%. (J. Jović et al., 2015) U Beogradu se nemotorizovana kretanja ne ističu značajno u odnosu na kretanja motorizovanim načinima, što ovo područje čini zanimljivim za sprovođenje istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja, s obzirom da su ranija istraživanja bila fokusirana na područja sa velikom zastupljenosti nemotorizovanih kretanja. Specifičnost Beograda je veliki udeo javnog prevoza u vidovnoj raspodeli u odnosu na prosečnu vrednost udela javnog prevoza u glavnim gradovima Evrope (European Metropolitan Transport Authorities, 2012) koja iznosi oko 30%.

Beograd je kako administrativni, tako i ekonomski centar zemlje. Od ukupnog broja registrovanih vozila u Srbiji skoro 30% je registrovano upravo na teritoriji Beograda (Gavrilova, 2014), a pored toga Beograd ima i dobro razvijen sistem i mrežu javnog prevoza (Grujičić et al., 2014). Popisom stanovništva 2011. godine utvrđeno je da na teritoriji Beograda živi 1.659.440 stanovnika, od kojih 1.344.844 živi u urbanom, gradskom delu grada, što predstavlja poslednje zvanične demografske podatke¹³. Saobraćajnim istraživanjima sprovedenim tokom 2015. godine (J. Jović et al., 2015) utvrđeno je da se na teritoriji administrativnog područja Beograda obavi 3.376.991 kretanja svim sredstvima u sve svrhe. Mobilnost na nivou administrativnog područja Beograda iznosi 2,03 dok na području koje obuhvata Generalni plan iznosi 2,07.

U cilju istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja, sprovedena su istraživanja na teritoriji deset gradskih opština Beograda (Voždovac, Vračar, Zvezdara, Zemun, Novi Beograd, Palilula, Rakovica, Savski venac, Stari Grad, Čukarica). Na teritorijama opština Surčin, Sopot, Obrenovac, Mladenovac, Lazarevac, Grocka i Barajevo nisu sprovedena istraživanja. Glavni razlog je prostorni položaj ovih zona u odnosu na centar grada, tj. njihova udaljenost zbog koje linije javnog gradskog prevoza koje pripadaju tzv. integrisanom tarifnom sistemu 1 (ITS1) ne saobraćaju do njih. Samim tim, pristupačnost linija javnog gradskog prevoza u ovim opštinama ne može se porediti sa pristupačnošću linija javnog gradskog prevoza u zonama u kojima je istraživanje sprovedeno. U cilju izbegavanja velikih razlika u pogledu alternativa koje su dostupne ispitanicima pri realizaciji kretanja, istraživanjem je obuhvaćeno navedenih deset opština (Slika 1). Na definisanom području sprovedeno je istraživanje u cilju utvrđivanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja.

¹³ Izvor: <http://popis2011.stat.rs/>, <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/>



Slika 1 Područje istraživanja

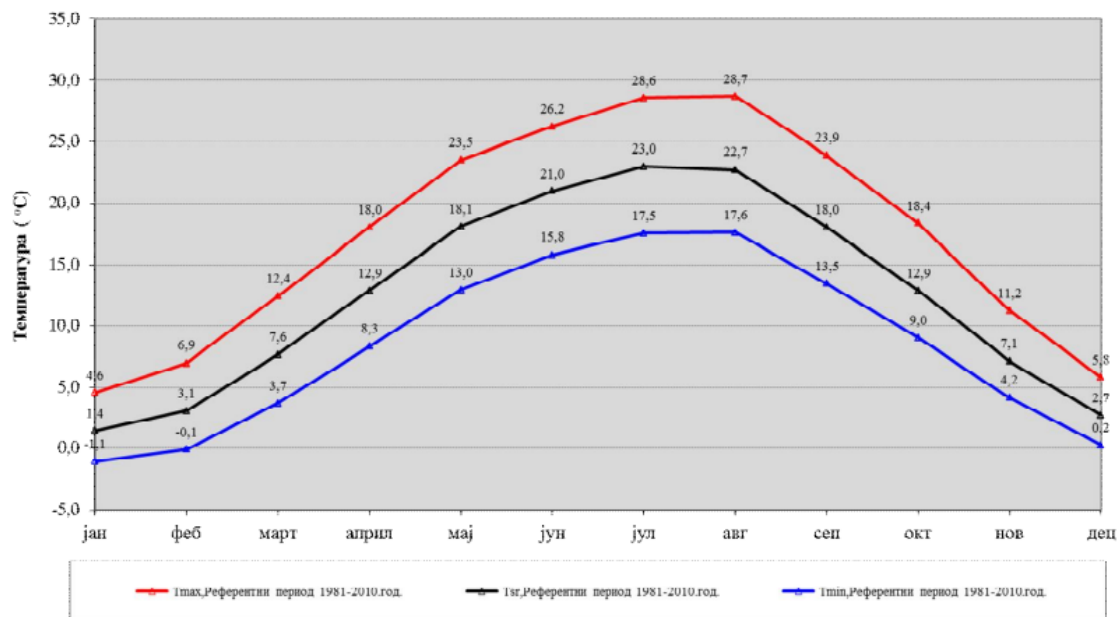
7.2 Karakteristike klime i vremenskih uslova na području istraživanja

Srbija ima umereno-kontinentalnu klimu, uz izražene lokalne karakteristike u manjoj ili većoj meri, pa se za neke delove zemlje može reći da je zastupljena planinska klima. Za najnoviji standardni klimatološki period (1981-2010. godina) na osnovu merenja u klimatološkim terminima u 7, 14 i 21 čas na 30 glavnih meteoroloških stanica izvedeni su, između ostalog, i neki od podataka navedenih u nastavku.

Godišnje sume padavina u Srbiji u proseku rastu sa nadmorskom visinom. U većem delu Srbije režim padavina je kontinentalni sa većim količinama zabeleženim u toplijem delu godine. Prosečan godišnji broj dana sa količinom padavina većom od 0,1 mm u Srbiji kreće se u intervalu od 117 do 171, pri čemu je najveći broj dana zabeležen u periodu od aprila do juna, a najmanji broj dana u avgustu. Prosečan broj dana sa padavinama većim od 10 mm je 20 dana. Snežni pokrivač je prisutan u

proseku od 29 do 49 dana, dok je na planinama prisutan preko 100 dana. (RHMZS, 2013)

Srednja godišnja temperatura vazduha u Beogradu iznosi od 11°C do 12°C, pri čemu su izražena sva četiri godišnja doba, tako da je srednja temperatura leti od 21°C do 22 °C, zimi od 0°C do 2 °C, a tokom proleća i jeseni od 11°C do 12 °C. (Gradska uprava grada Beograda, 2015) Beograd ima kontinentalnu klimu. Veća je godišnja amplituda temperature u odnosu na maritimni¹⁴ tip i veća količina padavina leti nego zimi. (Drljača, Tošić, & Unkašević, 2009) S obzirom da je zima godišnje doba u kome je najizraženiji uticaj urbanizacije Beograda, srednja zimska temperatura u celoj Srbiji najviša je u Beogradu i iznosi 2,4°C. Srednja sezonska temperatura tokom proleća i jeseni je takođe najviša u Beogradu i iznosi 12,9°C odnosno 12,7°C. (RHMZS, 2013)

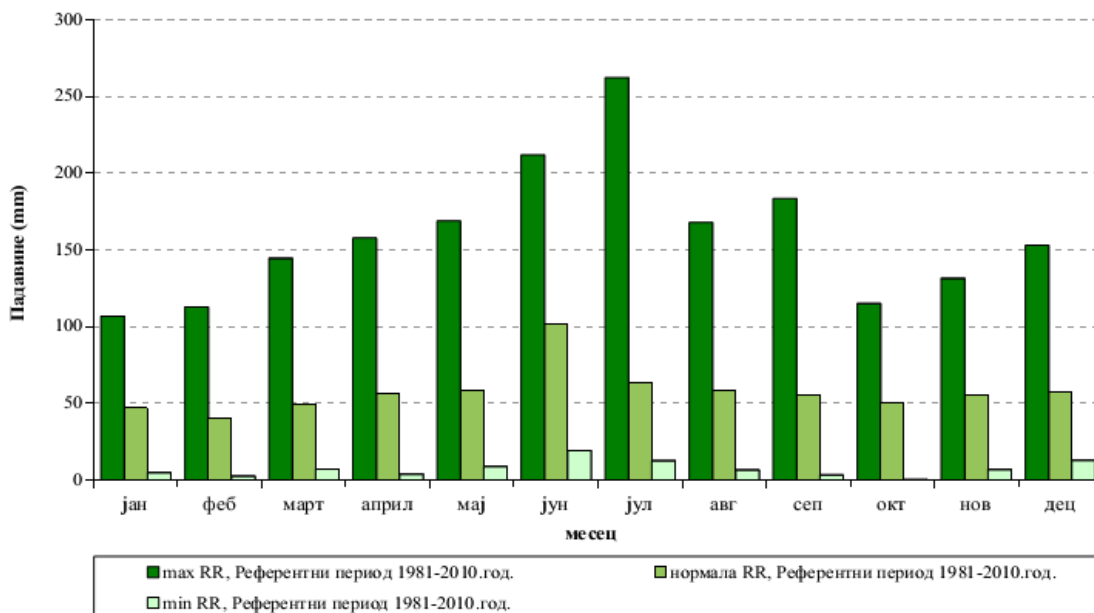


Slika 2 Maksimalna, srednja i minimalna temperatura vazduha u Beogradu za referentni period 1981-2010. godina (izvor: RHMZS, 2013)

Gradska klima je najizraženija u anticiklonalnim periodima, u uslovima mirnog i vedrog vremena. Razlike u odnosu na neurbanizovane teritorije smanjuju se u

¹⁴ Dva osnovna klimatska tipa su kontinentalni i maritimni. Godišnji hod temperature kontinentalnih klimatskih zona je mnogo veći nego u maritimnim, čak i do 6 puta. Godišnji hod temperature kod maritimne klime je umereniji nego kod kontinentalne. (izvor: <http://meteoplaneta.rs/klimatologija/>)

oblačnim uslovima i u uslovima pojačanog vetra. U odnosu na manje gradove u okolini, Beograd ima višu srednju godišnju temperaturu za 0,4°C do 1,0 °C. (Anđelković, 2003)



Slika 3 Maksimalna, srednja i minimalna mesečna suma padavina u Beogradu za referentni period 1981-2010. godina (izvor: RHMZS, 2013)

Predviđene klimatske promene za Srbiju i Beograd

Srbija spada u područja u Evropi koja će sigurno biti zahvaćena klimatskim promenama. Tokom poslednje decenije to se ogleda u povećanoj mesečnoj i sezonskoj varijabilnosti padavina, učestalijim i trajnijim toplotnim talasima, kao i češćim i intenzivnijim sušama. Istraživanja trendova temperature i padavina u Beogradu, kao i indikatora promene ekstrema u Srbiji pokazuju da su klimatske promene već prisutne. Beograd, kao najveće urbano područje Jugoistočne Evrope, treba slično drugim gradovima Evrope da sledi strategije adaptacije na klimatske promene i ublažavanja njihovih negativnih efekata.

Statistički značajan porast temperature u Srbiji zabeležen je u proteklih 60 godina. Uočeno je da je prosečna temperatura viša za jedan stepen u odnosu na početak prošlog veka. Takođe, uočeni su sve češći i duži toplotni talasi na teritoriji Srbije, odnosno duplo ih je više i za nekoliko dana su duži u odnosu na vrednosti iz

sredine prošlog veka. Srednje i maksimalne dnevne temperature značajno su porasle u poslednjih pedeset godina. (Đurđević, 2010)

Na osnovu modela za simuliranje regionalne klime (Rajković, Vujadinović, & Vuković, 2013), čiji je cilj da što vernije predstavi lokalnu klimu u narednih sto godina, predviđene su klimatske promene na teritoriji Srbije. Model predviđa porast temperature od čak četiri stepena za sto godina u našem podneblju. Može se očekivati da će klima Srbije promeniti karakteristike, tj. da će leta biti duža, a zime blage i sa manje snega.

Za otkrivanje klimatskih promena u poslednjih nekoliko decenija od posebne važnosti su podaci o ekstremnim meteorološkim uslovima. Na primer, u Srbiji je 2014. godine zabeležena ekstremna količina padavina, naročito tokom maja i septembra. Godišnja količina padavina za period 1961-2014. bila je najveća na 14 od analiziranih 16 meteoroloških stanica upravo 2014. godine. (Tošić, Unkašević, & Putniković, 2016) U periodu od 1970. godine u Srbiji je zabeleženo češće pojavljivanje i suvih i kišnih perioda. (Tošić & Unkašević, 2014; Tošić et al., 2016)

Analizom minimalnih dnevnih temperatura u Beogradu za period 1949-2009. (Knežević, Tošić, & Unkašević, 2011) utvrđeno je da su apsolutne minimalne godišnje temperature u porastu, odnosno da se broj hladnih noći smanjuje. Analiza ekstremnih dnevnih temperatura tokom zime i leta u Beogradu (Tošić & Unkašević, 2009) pokazala je tendenciju porasta više po pitanju porasta apsolutnih minimalnih temperatura nego po pitanju apsolutnih maksimalnih temperatura. Za period 1975-2003. u Beogradu je zabeležen snažan trend porasta apsolutnih maksimalnih i minimalnih temperatura tokom leta. Što se tiče apsolutne maksimalne temperature zabeležen je porast od 0,1644 °C godišnje, dok je za apsolutnu minimalnu temperaturu zabeležen porast od 0,1166 °C godišnje. (Unkašević, Vujović, & Tošić, 2005). Od sredine osamdesetih godina prošlog veka toplotni talasi se u Beogradu češće javljaju. U proseku, javljaju se jednom godišnje ili čak više od jednog puta godišnje, dok su se ranije prosečno javljali jednom u tri godine. Najčešći su najkraći toplotni talasi, tj. oni koji traju šest dana, a češće se javljaju zimi u odnosu na leto. (Drljača et al., 2009) U periodu 1950-2009.

zabeležen je porast toplih suvih dana tokom svih godišnjih doba, sa najvećim porastom tokom leta. Broj toplih kišnih dana je mali tokom svih godišnjih doba, ali je najveći porast ovakvih dana zabeležen takođe tokom leta. (Arsenović, Tošić, & Unkašević, 2013) Analiza godišnjih, sezonskih i mesečnih padavina u Beogradu (Tošić & Unkašević, 2005) pokazala je da je u prethodnih 20 godina prisutan pad u količini padavina na godišnjem nivou, kao i tokom proleća, jeseni i zime, a da je prisutan porast u količini letnjih padavina u prethodnih 35 godina.

Akcionim planom adaptacije na klimatske promene sa procenom ranjivosti (Gradska uprava grada Beograda, 2015) data su predviđanja određenih promena vremenskih uslova na teritoriji grada Beograda. Tokom proleća i leta očekuje se: pojačavanje dejstva toplotnih talasa, odnosno povećanje srednje temperature vazduha, kao i češće javljanje i duže trajanje toplotnih talasa; pojačavanje intenziteta padavina tokom dana sa obilnim padavinama; pojačavanje dejstva oluja, odnosno češće i intenzivnije oluje tokom proleća i leta. Tokom jeseni i zime očekuje se povećanje temperature, pa samim tim i smanjenje dejstva ekstremne hladnoće, jer se očekuje da će se ekstremne hladnoće ređe javljati i da će biti slabijeg intenziteta. Pored svih rizika po stanovništvo, infrastrukturu, ekonomiju i prirodne resurse, istaknute su i mogućnosti koje se otvaraju usled promene klime, pre svega tokom zimskog perioda, jer će se npr. broj ledenih dana smanjiti, što dalje utiče na smanjenje ograničenja u saobraćaju i transportu, kao i na smanjenje oštećenja infrastrukture i smanjenje troškova održavanja.

Promene vremenskih uslova postepeno nastupaju usled promena klimatskih uslova. Iako se na prvi pogled može učiniti da nema konkretnijih promena, uticaj klimatskih promena na vremenske uslove i samim tim na karakteristike svakodnevnih kretanja stanovnika može biti veoma izražen. (Böcker, 2014) Činjenica da je na području istraživanja predviđen porast prosečnih dnevnih temperatura i smanjenje padavina usloviće u određenoj meri izmenu svakodnevnih vremenskih uslova. Sa druge strane očekuje se porast intenzivnih padavina u proleće (Alfthan et al., 2015). Ipak, na definisanom području istraživanja nije dovoljno interesovanja posvećeno analizi uticaja klimatskih promena i vremenskih uslova na transportnu ponudu i potražnju. Prva istraživanja

i radovi na ovu temu potekli su iz Laboratorije za planiranje saobraćaja Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu (J. Jović, 2012; Nikolić, 2011; Petrovic et al., 2015).

7.3 Ciljna populacija, metoda uzorkovanja i anketni obrasci

Na osnovu istraživanja sprovedenih u okviru (J. Jović et al., 2015) dobijeni su podaci o broju kretanja različitih kategorija stanovnika Beograda. Od ukupnog obima kretanja na teritoriji grada Beograda čak 47% kretanja naprave zaposleni stanovnici, dok zajedno sa kategorijom učenika naprave 70% ukupnih dnevnih kretanja. Pored toga, kada se uzmu u obzir stanovnici koji imaju mogućnost izbora načina kretanja, odnosno stanovnici čije domaćinstvo poseduje putnički automobil, dolazi se do podatka da 44% stanovnika sa mogućnošću izbora načina kretanja pripada upravo kategoriji zaposlenih.

Na osnovu svega napred navedenog, definisano je da istraživanjem budu obuhvaćeni zaposleni stanovnici urbanog područja Beograda, što je potkrepljeno pre svega sledećim:

- kretanja koja naprave zaposleni stanovnici tokom dana čine veliki deo ukupnih kretanja na teritoriji grada,
- najveći deo stanovnika Beograda koji ima mogućnost izbora načina kretanja pripada upravo kategoriji zaposlenih stanovnika Beograda.

Grupa stanovnika koja tokom dana obavlja kretanja sa najrazličitijim svrhama i koja većim delom ima mogućnost izbora načina kretanja jesu zaposleni stanovnici. Zaposleni tokom dana imaju i kretanja sa svrhama odlazak na posao i povratak kući, ali i kretanja sa drugim, takozvanim neobaveznim svrhama. S obzirom na napred navedeno, ova grupa stanovnika predstavlja grupu u okviru koje se može ispitati uticaj vremenskih uslova na različite svrhe kretanja tokom radnog dana, kao i na različite načine.

Istraživanja imaju za cilj analizu uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja zaposlenih stanovnika urbanog područja grada Beograda.

Pored toga biće uzet u obzir i uticaj socio-ekonomskih karakteristika pojedinca i karakteristika domaćinstva. Istraživanja omogućavaju analizu uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja za različite starosne grupe i polove, kao i za različite kategorije zaposlenih po pitanju visine prihoda i ostalih ekonomskih pokazatelja.

Primenjena je stratifikacija po administrativnim teritorijama opština koje pripadaju urbanom području Beograda i po stepenu motorizacije. Podaci o zaposlenim stanovnicima Beograda po opštini stanovanja i o stepenu motorizacije domaćinstava zaposlenih stanovnika Beograda dostupni su iz popisa stanovnika, odnosno podataka prikupljenih u okviru istraživanja (J. Jović et al., 2015). Na osnovu dostupnih podataka utvrđeno je da na teritoriji svih 17 opština Beograda živi ukupno 593.021 aktivnih stanovnika (koji obavljaju zanimanje). U ovom istraživanju razmatrane su samo opštine užeg područja grada (Voždovac, Vračar, Zvezdara, Zemun, Novi Beograd, Palilula, Rakovica, Savski venac, Stari Grad, Čukarica) u kojima je ukupno 476.027 aktivnih stanovnika. Ispitanici su regrutovani tako da se oslika udeo aktivnih stanovnika po opštinama urbanog područja Beograda i stepen motorizacije domaćinstava zaposlenih stanovnika Beograda. Neophodna veličina uzorka za ciljnu populaciju određena je primenom „Krejcie i Morgan“ metode (Krejcie & Morgan, 1970).

Za istraživanje metodom „izjavljenih prilagođavanja“ korišćen je opšti upitnik. U opštem anketnom obrascu našla su se pitanja o pojedincu i njegovim navikama koje potencijalno mogu uticati na odluke vezane za putovanje koje ispitanik donosi u različitim vremenskim uslovima. Pored pitanja vezanih za karakteristike pojedinca (pol, starost, stepen obrazovanja, posedovanje vozačke dozvole i automobila itd.) ispitanicima su postavljena pitanja o najčešćem načinu koji koriste za odlazak na posao, odlazak u kupovinu, razonodu, rekreaciju, zašto biraju određene načine, broju kretanja tokom radnog dana i karakteristikama svakog od kretanja, kao i da li bi otkazali putovanje ili promenili vid prevoza u određenim scenarijima vremenskih uslova (niska temperatura, jaka kiša, ledena kiša, sneg, magla, visoka temperatura, jak vetar/oluja). Poslednja grupa pitanja u anketi odnosila se na ostale podatke o ispitaniku (vrsta posla, adresa posla, posedovanje

vozačke dozvole) i na podatke o domaćinstvu (adresa domaćinstva, broj članova, prihod, stepen motorizacije itd).

Upitnik je testiran ekspertski. Grupa istraživača Saobraćajnog fakulteta, koja je učestvovala u brojnim saobraćajnim istraživanjima, kritički je razmatrala svako pitanje. Nakon toga sprovedeno je pilot istraživanje kojim je upitnik dodatno testiran. Redosled pitanja utvrđen je sa ciljem uvođenja ispitanika u temu istraživanja, kao i sa ciljem da se postigne što manji stepen odustajanja ispitanika tokom popunjavanja upitnika. Izgled anketnog obrasca dat je u prilogu (Slika P. 1- Slika P. 12).

Istraživanje je sprovedeno i tradicionalnom anketom u papirnoj formi i „on-line“ anketom. Tokom procesa regrutovanja ispitanici su se opredeljivali za jednu od ove dve metode. Za internet anketu korišćena je aplikacija za on-line anketiranje LimeSurvey¹⁵. Korišćena aplikacija omogućila je formiranje on-line upitnika za prikupljanje podataka, čuvanje podataka i izvoženje baze podataka u softver SPSS, koji je korišćen za dalju statističku obradu prikupljenih podataka. Softver SPSS ima široku upotrebu u prediktivnoj analitici. Odgovori sa anketnih obrazaca u papirnoj formi naknadno su uneti u SPSS. Istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja započeta su 2014. godine opštim istraživanjima (metodom „izjavljenih prilagođavanja“), a trajala su i tokom 2015. godine. Opšta istraživanja nisu vremenski ograničena i mogla su da se sprovedu nezavisno od vremenskih uslova.

Istraživanja metodom „izraženih preferencija“ sprovode se ukoliko analiza pokaže da postoje razlike u odgovorima ispitanika o otkazivanju i promeni načina kretanja u različitim scenarijima vremenskih uslova. U tom slučaju, pristupa se utvrđivanju tipova vremenskih uslova na području istraživanja i tokom dana koji pripadaju različitim tipovima vremenskih uslova sprovode se istraživanja metodom „izraženih preferencija“. Za istraživanja u vremenskim presecima metodom „izraženih preferencija“ formiran je poseban upitnik. Pored osnovnih podataka (datum rođenja, pol i stepen obrazovanja), koji služe za povezivanje odgovora istog

¹⁵ <https://www.limesurvey.org/>

ispitanika kroz vremenske preseke, upitnik je sadržao dnevnik kretanja koji su ispitanici popunjavali za svaki od utvrđenih karakterističnih dana (izvor, cilj, svrha, način kretanja, vreme polaska i vreme dolaska).

7.4 Rezultati istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“

Poslato je nešto manje od 1.000 anketnih obrazaca i linkova za anketu. Od svih prikupljenih anketnih obrazaca odbačeni su oni koji nisu validni, jer nisu popunjeni čak ni u dovoljnoj meri da se odgovori mogu rekonstruisati. U okviru istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“ realizovan je uzorak od 678 ispitanika. Poređenjem strukture uzorka i populacije, može se zaključiti da je uzorak reprezentativan sa određenim odstupanjima. Uzorak dovoljno precizno oslikava ciljnu populaciju, odnosno zaposlene stanovnike na području istraživanja.

Tabela 5 Reprezentativnost uzorka u odnosu na populaciju zaposlenih užeg gradskog područja Beograda (metod „izjavljenih prilagođavanja“)

		UZORAK (%)	POPULACIJA¹⁶ (%)
Pol	Muški	53,69	50,86
	Ženski	46,31	49,14
Starost	20–24	1,18	3,97
	25–29	20,65	11,86
	30–49	66,96	58,50
	50–59	6,49	21,63
	60–64	3,54	3,62
	65 i više	1,18	0,41
Opštine	Voždovac	20,06	11,93
	Vračar	6,19	4,46
	Zvezdara	12,39	11,89
	Zemun	6,49	12,50
	Novi Beograd	23,60	17,12
	Palilula	10,62	13,29
	Rakovica	6,19	8,20
	Savski venac	2,36	3,05
	Stari grad	4,42	3,86
	Čukarica	7,67	13,69
Stepen motorizacije (PA/dom.)	0	19,17	14,41
	1	56,93	68,75
	2	20,06	15,20
	3+	3,83	1,65

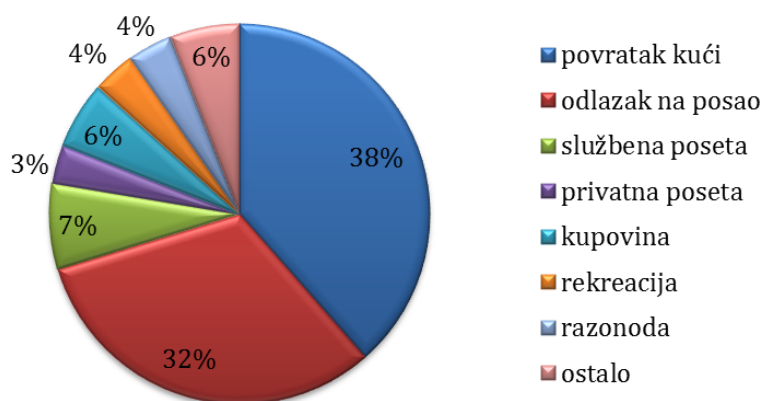
¹⁶ Izvori: <http://webrzs.stat.gov.rs/>, (J. Jović et al., 2015)

Realizovani uzorak je nakon logičke kontrole ponderisan. Cilj ponderisanja je da se uzorku vrati proporcija koja postoji u populaciji, koja je narušena nejednakom stopom prihvatljivih odgovora u različitim delovima populacije, odnosno u ovom slučaju među zaposlenim stanovnicima u 10 beogradskih opština. Stratifikovani uzorak je realizovan sa neproporcionalnom alokacijom po stratumima, pa je bilo neophodno izračunati pondere za postratifikaciju. Svakom elementu dodeljen je ponder u zavisnosti od stratuma kome pripada, poštujući načela postratifikacije (Paskota, 2007).

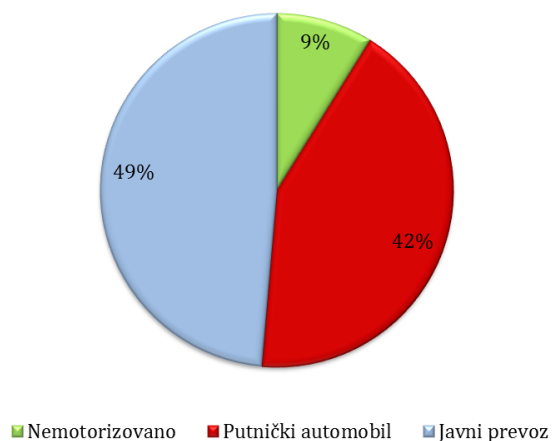
Nakon ponderisanja uzorka pristupljeno je kalibraciji uzorka. Struktura realizovanog uzorka je upoređena sa strukturom populacije, zaposlenih stanovnika Beograda, po dve demografske promenljive koje se najčešće koriste za kalibraciju (Paskota, 2007), odnosno po polu i starosti. Usvojena je pretpostavka da broj realizovanih kretanja, tj. mobilnost i izbor načina kretanja zavise od pola i starosti, što dalje implicira da će primenjena kalibracija doprineti kvalitetu podataka i statističkih procena.

Konačni ponder za svaki element uzorka utvrđen je množenjem svih prethodno izračunatih pondera. Svi napred pomenuti težinski koeficijenti omogućili su da se prikupljenim uzorkom što bolje oslika populacija zaposlenih stanovnika Beograda.

S obzirom da ciljnu populaciju ovog istraživanja čine samo zaposleni stanovnici grada, svrhe povratak kući i odlazak na posao su dominantne, dok su ostale svrhe zastupljene od 3% (privatna poseta) do 7% (službena poseta). Kretanja koja se po svrsi mogu svrstati u takozvana neobavezna kretanja (privatna poseta, kupovina, rekreacija, razonoda i ostalo) čine 23% svih kretanja.



Slika 4 Raspodela kretanja zaposlenih stanovnika Beograda po svrhama (ceo dan) Ispitanici su odgovarali na pitanje koje načine najčešće koriste za različite svrhe kretanja. Oko 9% zaposlenih stanovnika izjavilo je da za odlazak na posao najčešće koristi nemotorizovane načine. U okviru motorizovanih sredstava koji se koriste za odlazak na posao, 49% ispitanika je izjavilo da najčešće koristi javni prevoz, dok je 42% izjavilo da najčešće koristi putnički automobil. Vidovna raspodela za svrhu odlazak na posao predstavljena je sledećim grafikonom.

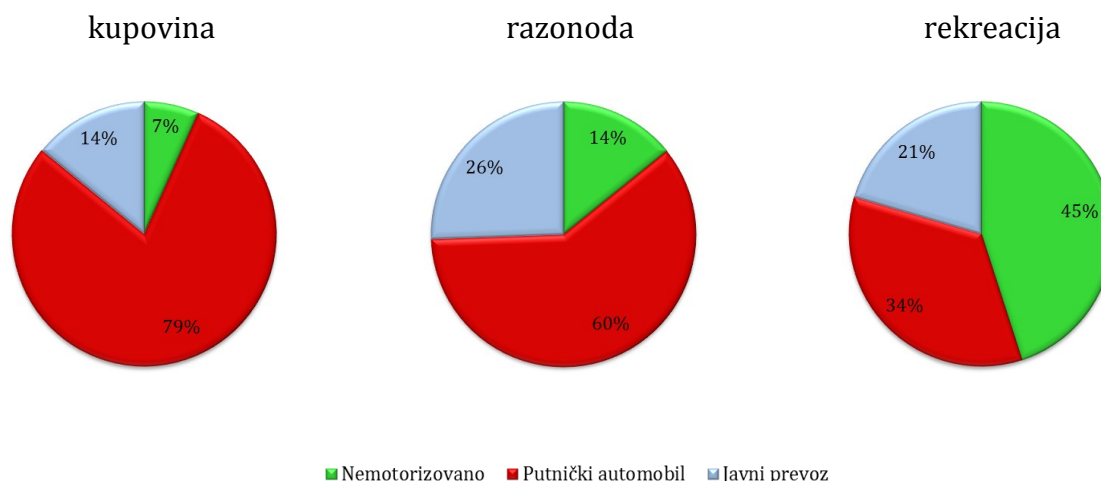


Slika 5 Raspodela kretanja zaposlenih stanovnika Beograda po načinu (svrha odlazak na posao)

Aktuelni podaci (J. Jović et al., 2015) daju vidovnu raspodelu u jutarnjem vršnom času (period između 7 i 8 časova) u kojoj putnički automobil uzima udeo od oko 25%, a javni prevoz oko 46%. Činjenica da se u jutarnjem vršnom času 45%

kretanja obavi se sa svrhom odlaska na posao i 34% sa svrhom odlaska u školu, dok se ostala kretanja obave u takozvane neobavezne svrhe, opravdava gore prikazanu vidovnu raspodelu u jutarnjem vršnom periodu za svrhu odlazak na posao.

Raspodela kretanja po načinu za svrhe kupovina, razonoda i rekreacija značajno se razlikuju od raspodele za svrhu odlazak na posao. Odlazak u veće nabavke i druge planirane kupovine obavlja se u 79% slučajeva putničkim automobilom, dok se isti vid prevoza za odlazak u razonodu koristi u 60% slučajeva. Samo za svrhu rekreacija nemotorizovana kretanja imaju najveću zastupljenost (45%).



Slika 6 Raspodela kretanja po načinu zaposlenih stanovnika za svrhe kupovina, razonoda i rekreacija

Upitnikom su istražene promene koje nastaju u kretanjima ispitanika u zavisnosti od vremenskih uslova. Anketiranjem je utvrđeno da različiti vremenski uslovi nemaju za posledicu otkazivanje odlaska na posao, što je pokazano i nekim od ranijih istraživanja (Cools, Moons, Creemers, et al., 2010). Za osam scenarija vremenskih uslova (niska temperatura, jaka kiša, ledena kiša, sneg, magla, visoka temperatura, jak vetar/oluja) istraženo je da li dolazi do otkazivanja kretanja sa svrhom kupovina, razonoda i rekreacija. Za iste scenarije vremenskih uslova istraženo je da li dolazi do promene načina kretanja za svrhe kupovina, razonoda, rekreacija, odlazak na posao i povratak sa posla. Na ovaj način prikupljeni su podaci o reakcijama (pomenama u kretanjima, tj. prilagođavanju ponašanja)

svakog od ispitanika u osam postavljenih scenarija vremenskih uslova. Ispitanici su na pitanja o otkazivanju kretanja i promeni načina kretanja za svaki od postavljenih scenarija birali između odgovora „ne“, „ponekad“ i „često“. Analizom odgovora o otkazivanju kretanja i promeni načina kretanja u različitim vremenskim uslovima dobijeni su odnosi prikazani narednim tabelama (Tabela 6 i Tabela 7).

Tabela 6 Otkazivanje kretanja u različitim vremenskim uslovima

Otkazivanje kretanja		niske T	jaka kiša	sneg, susnež.	sneg na kolovozu	ledena kiša	magla	visoke T	jak vetar, oluja
kupovina	Ne	52,0	27,1	36,8	30,1	6,7	42,5	61,7	28,1
	Ponekad	36,9	40,6	42,2	42,3	27,2	38,7	29,4	40,5
	Često	11,1	32,3	21,0	27,6	66,1	18,8	8,9	31,4
razonoda	Ne	50,1	31,7	47,5	39,7	18,6	53,8	65,1	33,7
	Ponekad	33,9	36,8	33,7	40,4	32,8	29,8	27,3	37,9
	Često	16,0	31,6	18,8	19,8	48,6	16,4	7,6	28,4
rekreacija	Ne	49,8	41,2	45,3	45,0	21,2	58,7	60,0	36,6
	Ponekad	26,6	22,3	29,7	28,8	28,8	17,6	23,0	33,1
	Često	23,7	36,5	25,0	26,2	50,0	23,7	16,9	30,3

Tabela 7 Promena načina kretanja u različitim vremenskim uslovima

Promena načina kretanja		niske T	jaka kiša	sneg, susnež.	sneg na kolovozu	ledena kiša	magla	visoke T	jak vetar, oluja
kupovina	Ne	69,7	63,9	64,6	60,1	52,0	71,6	73,8	61,9
	Ponekad	18,2	13,9	16,8	20,2	16,8	17,3	20,2	23,1
	Često	12,1	22,3	18,6	19,7	31,2	11,1	6,0	15,0
razonoda	Ne	64,8	56,3	59,4	56,2	41,1	63,5	71,7	57,0
	Ponekad	18,6	21,9	22,4	23,6	25,5	20,6	18,8	21,1
	Često	16,5	21,7	18,2	20,1	33,3	15,9	9,5	21,9
rekreacija	Ne	71,4	61,6	67,0	67,4	54,3	71,4	73,4	60,5
	Ponekad	17,4	21,4	19,9	20,1	20,0	16,4	21,1	23,4
	Često	11,2	17,0	13,1	12,5	25,6	12,2	5,5	16,1
odlazak na posao	Ne	79,7	72,8	74,6	69,6	58,6	86,9	83,2	76,4
	Ponekad	17,1	17,5	17,2	22,5	25,5	10,3	15,0	17,2
	Često	3,3	9,7	8,1	7,9	15,9	2,7	1,8	6,3
povratak sa posla	Ne	81,0	74,8	77,3	72,4	63,9	87,8	81,8	76,9
	Ponekad	16,7	14,9	18,2	22,3	22,0	9,7	17,0	17,5
	Često	2,3	10,3	4,5	5,3	14,1	2,5	1,2	5,6

Na osnovu dobijenih vrednosti izveden je zaključak da različiti vremenski uslovi različito utiču na ispitanike po pitanju otkazivanja kretanja i promene načina kretanja. Zaposleni stanovnici najčešće bi otkazali kretanja u slučaju ledene kiše, dok bi najređe kretanja otkazali u uslovima visokih temperatura. Po pitanju promene načina kretanja najčešće bi promenili način kretanja u uslovima ledene kiše, a najređe u uslovima visokih temperatura, ali i niskih temperatura i magle. Važno je napomenuti da prikazane vrednosti važe za sve ispitanike, bez obzira koji način kretanja koriste za različite svrhe kretanja.

U cilju preciznije analize promena, neophodno je sagledati promene do kojih dolazi u različitim vremenskim uslovima za različite svrhe kretanja u odnosu na način kretanja koji se koristi. Na grafikonima u prilogu (Slika P. 13-Slika P. 36) prikazana je struktura odgovora ispitanika o otkazivanju kretanja i promeni načina kretanja u različitim vremenskim uslovima zavisno od načina kretanja koji ispitanici najčešće koriste za odlazak u kupovinu, razonodu, rekreaciju, kao i za odlazak na posao i povratak sa posla. Na osnovu grafikona može se uočiti da različiti vremenski uslovi u različitoj meri utiču na otkazivanje kretanja sa istom svrhom u zavisnosti od načina koji se za kretanje koristi (Slika P. 13-Slika P. 21). Takođe, kada se uporede odgovori korisnika različitih načina kretanja, evidentno je da u različitoj meri donose odluku da promene način kretanja (Slika P. 22-Slika P. 36). Prikazani rezultati potvrđuju pretpostavku da odluka ispitanika zavisi od svrhe kretanja i načina kretanja.

Promene u kretanjima za svrhu kupovina

Najviše kretanja sa svrhom kupovina ispitanici bi otkazali u uslovima ledene kiše za sve načine kretanja. Nakon ledene kiše na otkazivanje kretanja najviše utiče jaka kiša, pri čemu je veći uticaj zabeležen kod pešaka i korisnika javnog prevoza, nego kod korisnika putničkog automobila. Sa druge strane, magla nema veliki uticaj na pešake i korisnike javnog prevoza, a ima uticaj na korisnike putničkog automobila. Niska i visoka temperatura u maloj meri utiču na otkazivanje kretanja, pri čemu najmanje utiču na korisnike putničkog automobila.

Način kretanja sa svrhom kupovina se menja u manjoj meri nego što se otkazuju kretanja u određenim vremenskim uslovima. Ledena kiša najviše utiče na promene načina kretanja. Niske, visoke temperature i magla imaju najmanji uticaj na promenu načina kretanja. Sneg na kolovozu, na primer, ima najmanji uticaj na otkazivanje kretanja sa svrhom kupovina koja se obavljaju javnim prevozom.

Promene u kretanjima za svrhu razonoda

Nešto manji procenat kretanja se otkazuje sa svrhom razonoda u odnosu na svrhu kupovina za iste vremenske uslove. Jedino niske temperature više utiču na otkazivanje kretanja sa svrhom razonoda u odnosu na kupovinu kod korisnika javnog prevoza. Evidentno je i da za kretanja sa svrhom razonoda najveći uticaj na otkazivanje kretanja ima ledena kiša. Jaka kiša i jak vetar tj. oluja imaju veliki uticaj na otkazivanje kretanja sa svrhom razonoda za sve načine kretanja. Visoke i niske temperature imaju manji uticaj od ostalih vremenskih uslova, a nakon toga i magla i sneg tj. susnežica. Sneg na kolovozu najmanje utiče na korisnike nemotorizovanih načina, a najviše na korisnike putničkog automobila. U uslovima magle najmanje kretanja će otkazati korisnici nemotorizovanih načina, dok će u uslovima niskih temperatura oni najviše kretanja otkazati u odnosu na korisnike drugih načina.

Promene načina kretanja za svrhu razonoda najređe su u uslovima visokih, niskih temperatura i magle, a najčešće u uslovima ledene kiše. Visoke temperature, jaka kiša, sneg, susnežica i sneg na kolovozu najmanje utiču na promenu načina za svrhu razonoda kod korisnika putničkog automobila, a najviše kod korisnika nemotorizovanih načina.

Promene u kretanjima za svrhu rekreacija

Za korisnike svih načina kretanja za svrhu rekreacija visoke temperature i magla imaju najmanji uticaj na otkazivanje i promenu načina kretanja, nakon čega slede niske temperature. Ledena kiša ima najveći uticaj. Posmatrano pojedinačno po načinima kretanja jaka kiša, sneg, susnežica i jak vetar najmanje utiču na otkazivanje kretanja kod korisnika putničkog automobila. Na promenu načina kretanja najmanje utiču visoke temperature, posmatrano za korisnike svih načina.

Može se videti da su korisnici putničkog automobila najmanje osetljivi korisnici po pitanju otkazivanja kretanja u svim vremenskim uslovima za svrhu rekreacija.

Promene u kretanjima za svrhu odlazak na posao

Promene načina u nepovoljnim vremenskim uslovima za svrhe odlazak na posao i povratak sa posla manje se dešavaju u odnosu na druge svrhe kretanja. Ova činjenica je posledica ustaljenih načina kretanja, obaveza pre ili nakon radnog vremena i navika, koje se teško menjaju, bez obzira na nepovoljne vremenske uslove, kao i nepostojanja alternative za odlazak na posao što je slučaj kod 36% ispitanika. Ledena kiša i jaka kiša imaju najveći uticaj, a visoke i niske temperature najmanji uticaj. Posmatrano po načinima, na niske i visoke temperature, kao i na jaku kišu najmanje su osetljivi korisnici putničkog automobila, a najviše korisnici nemotorizovanih načina. Sa druge strane, na sneg na kolovozu i na ledenu kišu korisnici putničkog automobila su najviše osetljivi. Slični zaključci mogu se izvesti i za svrhu kretanja povratak sa posla.

Testiranje razlike odgovora ispitanika o otkazivanju kretanja i promeni načina u različitim scenarijima vremenskih uslova

U tabelama (Tabela 6, Tabela 7) prikazani su odgovori ispitanika u različitim vremenskim uslovima i ukazano je na razlike u odgovorima. Postavlja se pitanje da li su razlike u odgovorima statistički značajne. Ispitanici su na pitanja da li otkazuju kretanje ili menjaju način kretanja u određenim vremenskim uslovima mogli da daju odgovore „Ne“, „Ponekad“ i „Često“. S obzirom da su ispitanici za iste vremenske uslove odvojeno davali odgovor o otkazu kretanja, a odvojeno o promeni načina kretanja, neophodno je bilo odluku ispitanika svesti na otkaz ili promenu načina, s obzirom da jednovremeno nije moguće sporovesti obe odluke. Odluci o otkazu kretanja dat je prioritet u odnosu na odluku o promeni načina, s obzirom da ima veći uticaj na transportni sistem (Tabela 8).

Tabela 8 Postavljena pravila rekodiranja odluka ispitanika na osnovu prioriteta

		PROMENA NAČINA		
		NE	PONEKAD	ČESTO
OTKAZ	NE	nema promene	promena načina	promena načina
	PONEKAD	otkaz	otkaz	promena načina
	ČESTO	otkaz	otkaz	otkaz

Odgovori ispitanika za različite vremenske uslove su svedeni na sledeće odluke: otkazuje kretanje/ne otkazuje kretanje, menja način/ne menja način kretanja, pri čemu je izuzeta mogućnost da je isti ispitanik dao odgovor da u istim vremenskim uslovima i otkazuje kretanje i menja način, tako da je za jedan scenario odgovor jednog ispitanika sveden na sledeće mogućnosti: otkaz kretanja/promena načina/nema promene. Odgovori dati na skali „ne, ponekad, često“ su rekodirani u dihotomne promenljive koje uzimaju vrednosti 0 ili 1 (i za otkaz kretanja i za promenu načina kretanja). U slučaju istraživanja koje bi ispitalo više odluka korisnika, poput promene rute, promene vremena polaska i slično, neophodno bi bilo uvesti prioritete u odlukama poput onih definisanih u jednom od prethodnih istraživanja (Cools & Creemers, 2013) ili ispitanicima postaviti upitnik u kom će moći da se opredele samo za jednu promenu.

Testirane su pretpostavke da je, posmatrano pojedinačno za svaku od svrha kretanja koje su definisane upitnikom:

- otkazivanje kretanja zavisno od preovlađujućih vremenskih uslova,
- promena načina kretanja zavisna od preovlađujućih vremenskih uslova

u trenutku započinjanja kretanja.

Dve prethodno navedene pretpostavke mogu se formulisati sledećim pitanjima:

- Da li postoji razlika između odnosa ispitanika koji otkazuju kretanja u osam predstavljenih scenarija vremenskih uslova?
- Da li postoji razlika između odnosa ispitanika koji menjaju način kretanja u osam predstavljenih scenarija vremenskih uslova?

Za nultu hipotezu (H_0) uzeto je da: „Udeo ispitanika koji otkazuje kretanje, odnosno koji menja način kretanja, isti je u svih osam scenarija vremenskih uslova“.

Ulazne podatke predstavlja osam dihotomnih promenljivih koje su prikupljene od svakog učesnika u vezi sa otkazivanjem kretanja u osam tačaka vremena (0=ne otkazuje, 1=otkazuje) za svrhu kupovina, razonoda, rekreacija, kao i osam dihotomnih promenljivih koje su prikupljene od svakog ispitanika u vezi sa promenom načina kretanja u osam tačaka vremena (0=ne menja, 1=menja) za svrhu kupovina, razonoda, rekreacija, odlazak na posao, povratak sa posla. Kohranov Q test izvršen je ukupno osam puta (tri puta za otkazivanje kretanja i pet puta za promenu načina kretanja) u softverkom paketu SPSS.

U narednoj tabeli (Tabela 9) prikazani su rezultati Kohranovog Q testa razlike odgovora ispitanika o otkazivanju i promeni načina kretanja za osam scenarija, gde se vidi da je u svim slučajevima $p < 0,01$. Rezultati pokazuju da je verovatnoća da je uočena razlika odgovora između scenarija nastala delovanjem slučaja manja od 1%. Rezultati Kohranovog Q testa pokazali su da se nulta hipoteza može odbaciti kako u slučaju otkazivanja, tako i u slučaju promene načina kretanja za sve svrhe kretanja obuhvaćene istraživanjima. Svih osam testova pokazalo je da postoji statistički značajna razlika u odgovorima ispitanika u osam postavljenih scenarija, koji su posmatrani kao osam uparenih merenja, pošto je istraživanje sprovedeno na istoj grupi ispitanika. Kohranov Q test pokazao je da se odgovori i po pitanju otkaza i po pitanju menjanja načina kretanja za sve svrhe kretanja statistički značajno razlikuju bar između neka dva od osam scenarija.

Tabela 9 Rezultati Kohranovog Q testa

OTKAZ		PROMENA NAČINA	
Kupovina		Kupovina	
N	678	N	678
Cochran's Q	772,186 ^a	Cochran's Q	82,855 ^a
df	7	df	7
Asymp. Sig.	,000	Asymp. Sig.	,000
a. 0 is treated as a success.		a. 1 is treated as a success.	
Razonoda		Razonoda	
N	678	N	678
Cochran's Q	712,055 ^a	Cochran's Q	22,667 ^a
df	7	df	7
Asymp. Sig.	,000	Asymp. Sig.	,002
a. 0 is treated as a success.		a. 1 is treated as a success.	
Rekreacija		Rekreacija	
N	678	N	678
Cochran's Q	512,864 ^a	Cochran's Q	57,323 ^a
df	7	df	7
Asymp. Sig.	,000	Asymp. Sig.	,000
a. 0 is treated as a success.		a. 0 is treated as a success.	
		Posao- odlazak	
N	678	N	678
Cochran's Q	370,211 ^a	Cochran's Q	370,211 ^a
df	7	df	7
Asymp. Sig.	,000	Asymp. Sig.	,000
a. 0 is treated as a success.		a. 0 is treated as a success.	
		Posao- povratak	
N	678	N	678
Cochran's Q	338,295 ^a	Cochran's Q	338,295 ^a
df	7	df	7
Asymp. Sig.	,000	Asymp. Sig.	,000
a. 1 is treated as a success.		a. 1 is treated as a success.	

S obzirom da je Kohranov Q test pokazao da se odgovori statistički značajno razlikuju bar između neka dva od osam scenarija, sledeći logičan korak je

ispitivanje postojanja statistički značajne razlike između svih parova scenarija primenom višestrukog Meknemarovog testa sa stepenom značajnosti dobijenim na osnovu Bonferonijeve korekcije α -vrednosti, koja pretpostavlja da su svi testovi nezavisni jedni od drugih. S obzirom na 8 scenarija i tri svrhe za koje se testira razlika odgovora za otkazivanje kretanja i pet svrha za koje se testira razlika odgovora za promenu načina kretanja, sprovođenje Meknemarovog testa je zahtevalo 28 testova za svaku od svrha kako za otkazivanje kretanja, tako i za promenu načina. Iz ovog razloga rezultati nisu prikazani tabelarno, već su opisno predstavljena najvažnija zapažanja. Rezultati Meknemarovog testa u većini slučajeva pokazuju statistički značajnu razliku između odgovora ispitanika u različitim scenarijima. Statistički značajna razlika, uzimajući u obzir korigovani stepen značajnosti, nije uočena između sledećih scenarija: niskih temperatura i snega, niskih temperatura i snega na kolovozu, niskih temperatura i magle, jake kiše i oluje, snega i snega na kolovozu. Dobijeni rezultati ukazali su na nemogućnost odbacivanja nulte hipoteze o nepostojanju razlike između odgovora ispitanika u konkretnim parovima scenarija vremenskih uslova. Nulta hipoteza o nepostojanju razlike između odgovora ispitanika ne može se odbaciti za parove scenarija vremenskih uslova koje ispitanici zaista mogu percipirati na sličan način.

7.5 Rezultati istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja metodom „izraženih preferencija“

Testiranje razlike između podataka prikupljenih metodom „izjavljenih prilagođavanja“ o otkazu i promeni načina u različitim scenarijima vremenskih uslova ukazalo je na postojanje statistički značajne razlike u odgovorima ispitanika. Rezultati prethodno sprovedenih testova su ukazali i na važnu činjenicu da statistički značajna razlika nije uočena između odgovora ispitanika u slučaju parova scenarija koji su slični po meteorološkim karakteristikama (niskih temperatura i snežnih padavina, niskih temperatura i snega na kolovozu, niskih temperatura i magle, jake kiše i oluje, snežnih padavina i snega na kolovozu), odnosno da u ovim scenarijima ispitanici reaguju na sličan način.

U realnosti komponente vremenskih uslova ne javljaju se zasebno, već se ispoljavaju zajedno. Upravo kombinacije komponenti vremenskih uslova određuju

percepciju vremenskih uslova iz ugla korisnika. Svakako, kombinacija vremenskih uslova ima više nego što bi ispitanici mogli da percipiraju kroz scenarije u metodi „izjavljenih prilagođavanja“. Reakcije ispitanika na kombinacije meteoroloških pojava najbolje je ispitati snimanjem realnih karakteristika kretanja tokom dana koji pripadaju različitim tipovima vremenskih uslova. Na osnovu rezultata izvedenih iz istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“ zaključeno je da je metodu „izraženih preferencija“ opravdano sprovesti danima koji su slični po meteorološkim karakteristikama, odnosno da istraživanja nije potrebno sprovesti npr. posebno za dane sa snežnim padavinama, a posebno za dane sa snegom na kolovozu, ili posebno za dane sa jakom kišom, a posebno za dane sa vetrom i kišom tj. olujom. U skladu sa ovim zaključcima pristupljeno je definisanju tipova vremenskih uslova, odnosno merodavnih dana, tokom kojih će se realizovati istraživanje metodom „izraženih preferencija“.

Definisanje dana merodavnih za sprovođenje istraživanja

U procesu definisanja vremenskih preseka, tj. određivanja merodavnih dana u kojima će se vršiti istraživanje, pristupljeno je analizi vremenskih uslova na području istraživanja za period od 2009. do 2013. godine. Korišćeni su zvanični podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZS) iz Meteorološkog godišnjaka, tačnije klimatološki podaci za svaki dan tokom navedenih godina. Prikaz podataka po danima za jednu od godina koja je obuhvaćena analizom dat je u prilogu (Tabela P. 4 i Tabela P. 5).

Na nivou pomenutog petogodišnjeg perioda izvršena je analiza vremenskih uslova, tj. analiza kombinacija komponenti vremenskih uslova. Komponente odabrane za definisanje karakterističnih dana su: srednja temperatura (°C), srednja brzina vetra (m/s), padavine (mm) i ukupni sneg (cm). Klasterovanje dana tokom godine na osnovu komponenti vremenskih uslova izvršeno je u softveru SPSS po sledećem principu: prvo je primenjeno hijerarhijsko klasterovanje (pošto za ovo klasterovanje nije potrebno unapred definisati broj klastera) i na osnovu dobijenih rezultata utvrđen je broj klastera (Ward-ov metod, Euklidsko rastojanje). Zatim je za definisani broj klastera sprovedena tzv. metoda klasterovanja „K-sredine“

nakon čega je svaki od dana u godini raspoređen u odgovarajući klaster. Klaster analiza pokazala je da se tokom svih pet analiziranih godina, na osnovu odabranih komponenti vremenskih uslova, dani mogu podeliti u četiri klastera. Prikaz dobijenih centralnih vrednosti klastera za 2009. i 2013. godinu dat je u narednim tabelama (Tabela 10) i (Tabela 11).

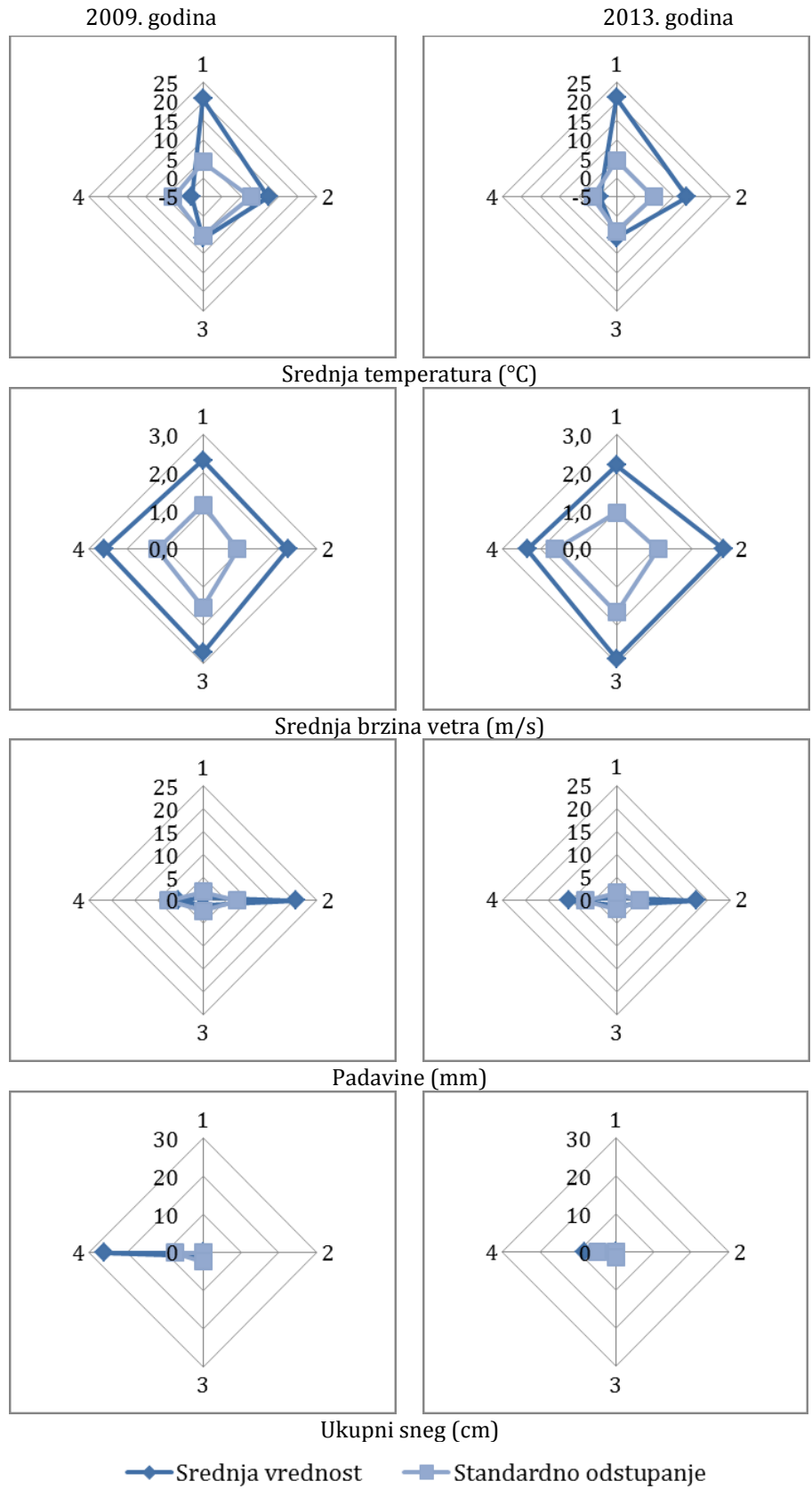
Tabela 10 Centralne vrednosti klastera za 2009. godinu

	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4
Srednja temperatura (°C)	20,7	12,2	6,0	-2
Srednja brzina vetra (m/s)	2,3	2,2	2,7	2,6
Padavine (mm)	0,7	20,3	1,1	5,4
Ukupan sneg (cm)	0	0	1,0	25,9

Tabela 11 Centralne vrednosti klastera za 2013. godinu

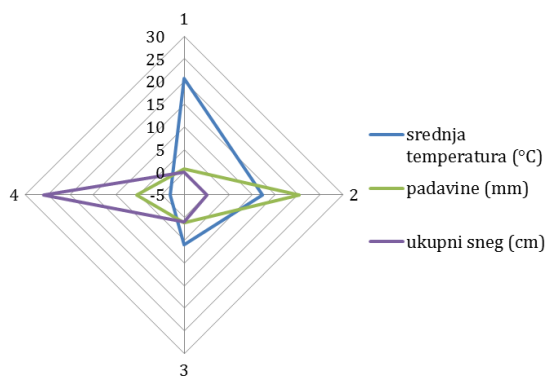
	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4
Srednja temperatura (°C)	21	13,5	5,8	-0,6
Srednja brzina vetra (m/s)	2,2	2,8	2,9	2,4
Padavine (mm)	0,7	17,6	1,1	10,4
Ukupan sneg (cm)	0	0	0,3	8,2

Klasteri su formirani na osnovu prethodno pomenutih komponenti meteoroloških uslova, uz važnu napomenu da se klasteri međusobno razlikuju po broju dana koji im pripadaju. Oko 20 dana tokom godine pripada klasteru 2, a približan broj dana svrstava se i u klaster 4. Preostali broj dana tokom godine pripada klasterima 1 i 3, pri čemu klasteru 1 pripada nešto veći broj dana. Na području istraživanja oko 320 dana tokom godine pripada danima bez padavina ili sa jako malim padavinama, pri čemu se temperature razlikuju, tako da klaster 1 odgovara toplim danima sa srednjom dnevnom temperaturom oko 21°C, dok klaster 3 odgovara danima tokom kojih je srednja dnevna temperatura oko 6°C. U nastavku su na dijagramima prikazane srednje vrednosti i standardna odstupanja komponenti vremenskih uslova po klasterima za 2009. i 2013. godinu.

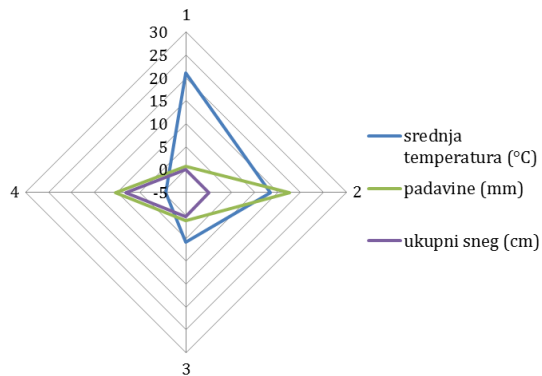


Slika 7 Srednja vrednost i standardno odstupanje komponenti vremenskih uslova u svakom od četiri klastera

U nastavku (Slika 8) i (Slika 9) prikazane su samo srednje vrednosti komponenti vremenskih uslova, gde se jasno vidi razlika između klastera. ¹⁷



Slika 8 Srednje vrednosti po klasterima za 2009. godinu



Slika 9 Srednje vrednosti po klasterima za 2013. godinu

Sprovedena klaster analiza pokazala je da se dani u godini mogu podeliti na sledeće grupe karakteristične za istraživanje: topli dani bez ili sa malim (neznačajnim) kišnim padavinama, umereno topli dani sa kišnim padavinama, umereno hladni dani bez ili sa malim (neznačajnim) padavinama, hladni dani sa velikim padavinama (naročito snežnim), što dalje implicira da istraživanja treba sprovesti:

- toplim pretežno suvim danima (tip vremenskih uslova 1),
- umereno toplim danima sa velikim padavinama (tip vremenskih uslova 2)
- umereno hladnim pretežno suvim danima (tip vremenskih uslova 3) i
- hladnim danima sa velikim padavinama (tip vremenskih uslova 4).

Postoji mogućnost definisanja većeg broja klastera, ali iskustva iz literature predlažu ukрупnjavanje klastera, tako da se npr. svi klasteri vezani za leto, jesen, zimu i proleće čija je karakteristika da su veoma kišoviti predstave kao jedan

¹⁷ U cilju lakše preglednosti dijagrama, sa istih je izostavljena srednja brzina vetra.

klaster, što je ovde i primenjeno, s obzirom da klasteri nisu podeljeni po godišnjim dobima, već po kombinaciji karakteristika analiziranih meteoroloških pojava, bez obzira na godišnje doba.

Realizovani uzorak u istraživanjima metodom „izraženih preferencija“

Praćenjem meteoroloških izveštaja i prognoza, za sprovođenje istraživanja odabrani su dani koji odgovaraju utvrđenim tipovima vremenskih uslova na području istraživanja. Metodologija podrazumeva povezivanje prikupljenih podataka o karakteristikama kretanja sa zvaničnim podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije o vremenskim uslovima.

Anketama u vremenskim presecima cilj je prikupiti podatke o realnom ponašanju ispitanika i samim tim o realnim karakteristikama kretanja u različitim vremenskim uslovima. Ispitanici su odgovarali na pitanja o karakteristikama svakog kretanja obavljenog tokom prethodnog radnog dana, odnosno dana za koji je važio upitnik. Anketa je ispitanicima dostavljena uvek dan nakon dana na koji se istraživanje odnosilo, kako bi ispitanici dali odgovore o svojim kretanjima u prethodna 24 sata. Ispoštovano je da dan istraživanja uvek bude dan merodavan za sprovođenje saobraćajnih istraživanja.

Realizovani uzorak prikupljen metodom „izraženih preferencija“ u vremenskim presecima manji je od uzorka prikupljenog u opštoj anketi. Razlog manjeg prikupljenog uzorka počiva u činjenici da jedan deo učesnika opšte ankete nije želeo da odgovara na pitanja o kretanjima u više vremenskih preseka. Ispitanicima je stavljeno do znanja da će u nekoliko navrata popunjavati dnevnik o kretanjima u toku dana, na šta neki od njih nisu pristali. Ispitanici koji su popunili opšti upitnik „on-line“ u znatno većoj meri su pristali da učestvuju u naknadnom anketiranju u vremenskim presecima u odnosu na ispitanike koji su opšti upitnik popunili u tradicionalnoj papirnoj formi. Pokazalo se da je internet anketa pouzdaniji način za anketiranje u vremenskim presecima. U okviru ovog dela istraživanja uzorak se razlikovao u različitim vremenskim presecima. Uzrok tome je odsustvo pojedinih učesnika iz Beograda, period odmora ili bolovanja kod nekih učesnika i slično. Za istraživanje je važno da uzorak nije bitno varirao.

U anketama kroz vremenske preseke realizovan je uzorak od 392 ispitanika koji su dali odgovore u svim vremenskim presecima. Iako je ovaj uzorak manji od uzorka realizovanog u okviru opštih istraživanja, dovoljan je da se na osnovu njega izvedu pouzdani zaključci.

Tabela 12 Reprezentativnost uzorka u odnosu na populaciju (metod „izraženih preferencija“)

		UZORAK (%)	POPULACIJA (%)
Pol	Muški	52,15	50,86
	Ženski	47,85	49,14
Starost	20–24	1,34	3,97
	25–29	23,12	11,86
	30–49	68,55	58,50
	50–59	3,76	21,63
	60–64	2,69	3,62
	65 i više	0,54	0,41
Opštine	Voždovac	24,73	11,93
	Vračar	5,38	4,46
	Zvezdara	10,22	11,89
	Zemun	8,06	12,50
	Novi Beograd	19,35	17,12
	Palilula	8,60	13,29
	Rakovica	7,53	8,20
	Savski venac	2,15	3,05
	Stari grad	7,53	3,86
	Čukarica	6,45	13,69
Stepen motorizacije (PA/dom.)	0	19,89	14,41
	1	53,76	68,75
	2	19,89	15,20
	3+	6,45	1,65

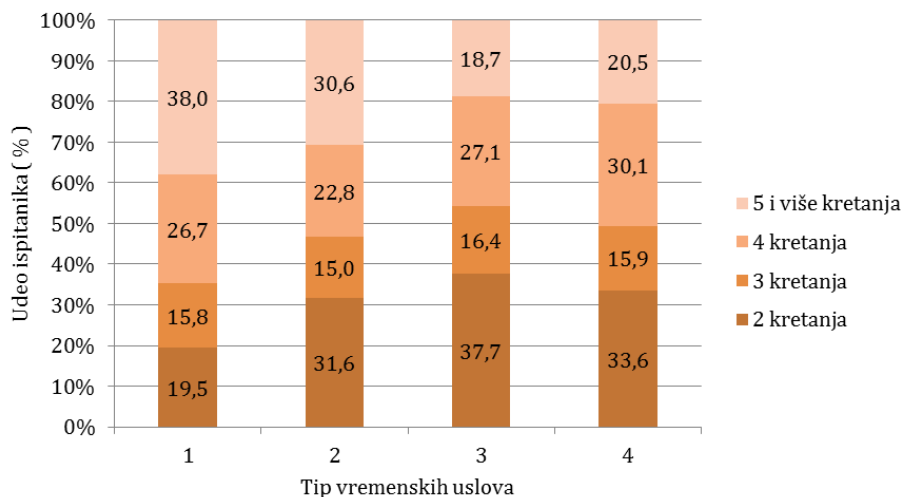
Uzorak dovoljno precizno oslikava ciljnu populaciju, odnosno zaposlene na području istraživanja, sa određenim odstupanjima. Realizovani uzorak je nakon logičke kontrole ponderisan. Svakom elementu dodeljen je ponder u zavisnosti od stratuma kome pripada. Nakon ponderisanja uzorka pristupljeno je kalibraciji uzorka po polu i starosti. Konačni ponder za svaki element uzorka utvrđen je množenjem svih prethodno izračunatih pondera.

Na osnovu prikupljenih podataka o karakteristikama kretanja tokom dana koji pripadaju različitim tipovima vremenskih uslova, testirane će biti pretpostavke da:

- broj kretanja u toku dana zavisi od preovlađujućih vremenskih uslova tokom dana,
- izbor vida prevoza zavisi od preovlađujućih vremenskih uslova tokom dana.

Broj kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova

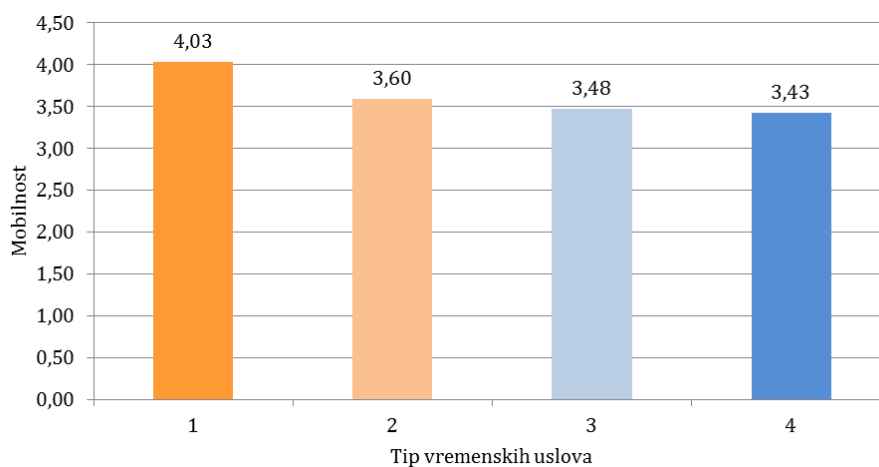
Odgovori o broju kretanja ispitanika tokom dana koji pripadaju različitim tipovima vremenskih uslova mogu se videti na narednom dijagramu (Slika 10). Za svaki tip vremenskih uslova može se uočiti da značajan broj ispitanika napravi samo dva kretanja tokom dana. Tokom dana koje odlikuju niske temperature najveći je broj onih ispitanika koji naprave samo dva kretanja. Uočava se da je najmanji broj ispitanika čija mobilnost iznosi samo dva kretanja u najpovoljnijim vremenskim uslovima (tip vremenskih uslova 1). U najpovoljnijim vremenskim uslovima najveći broj ispitanika ima pet i više kretanja.



Slika 10 Broj kretanja ispitanika u četiri različita tipa vremenskih uslova

Mobilnost zaposlenih stanovnika, zabeležena u danima koji pripadaju definisanim tipovima vremenskih uslova, prikazana je dijagramom (Slika 11). Istraživanja (J. Jović et al., 2015) pokazala su da mobilnost svih stanovnika Beograda na području koje obuhvata Generalni plan iznosi 2,07. Veća mobilnost zaposlenih stanovnika

posledica je pre svega obaveznih kretanja koja ova grupa stanovništva svakodnevno obavlja.



Slika 11 Mobilnost zaposlenih stanovnika u različitim vremenskim uslovima

Iako su temperature prijatne u vremenskim uslovima tipa 2 (umereno topli dani sa velikim padavinama), padavine utiču na manju mobilnost zaposlenih stanovnika u odnosu na mobilnost u vremenskim uslovima tipa 1 (topli pretežno suvi dani). Smanjenje mobilnosti posledica je otkazivanja kretanja sa neobaveznim svrhama. Kretanja sa svrhom odlazak na posao realizuju se bez obzira na vremenske uslove. Mobilnost zaposlenih stanovnika se ne razlikuje značajno između vremenskih uslova tipa 3 i 4, što implicira da su srednje dnevne temperature bliske nuli, bez obzira na prisustvo ili odsustvo padavina, razlog za najnižu mobilnost zaposlenih stanovnika.

Neki od odgovora ispitanika, koji ukazuju na otkazivanje pojedinih neobaveznih kretanja u manje povoljnim vremenskim uslovima su sledeći: „Zbog vremenskih prilika otkazala sam privatnu posetu“, „Otkazano kretanje do grada, obzirom da je padala kiša“, „Želeo da odem u kupovinu, zbog kiše nisam“, „Nismo išli u šetnju nakon vrtića sa detetom jer je vreme bilo užasno“, „Otkazan odlazak u bioskop“, „Otkazala sam večeru sa prijateljima u gradu (pomerila za dan kada bude lepše vreme)“, „Odustao od odlaska u grad za vreme pauze, zbog loših vremenskih uslova“, „Nisam otišla na trening, zbog poledice“, „Sva kretanja koja nisam morao da obavim tog dana sam odložio zbog loših vremenskih uslova“. Sa druge strane u

povoljnim vremenskim uslovima neki od ispitanika napisali su sledeće: „Imala sam više kretanja zbog lepog vremena“, „Lepše vreme, više kretanja“.

U cilju utvrđivanja da li je razlika koja je uočena u broju kretanja ispitanika u različitim vremenskim uslovima značajna ili ne, potrebno je sprovesti odgovarajuće statističke testove koji uzimaju u obzir da su istraživanja ponovljena na istoj grupi ispitanika.

Testiranje razlike broja kretanja u različitim vremenskim uslovima

Testiranje postojanja statistički značajne razlike između odgovora ispitanika u različitim vremenskim uslovima izvršeno je Fridmanovim testom. Rezultati testiranja nulte hipoteze o nepostojanju razlike u broju kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova prikazani su u nastavku (Tabela 13).

Tabela 13 Rezultati Fridmanovog testa broja kretanja

Ranks		Test Statistics ^a	
Tip vremenskih uslova	Mean Rank	N	392
1	2,93	Chi-Square	54,737
2	2,57	df	3
3	2,26	Asymp. Sig.	,000
4	2,24	a. Friedman Test	

Na osnovu rezultata Fridmanovog testa zaključuje se da postoji statistički značajna razlika u broju kretanja po ispitaniku istraženih u četiri različita tipa vremenskih uslova (tokom toplih pretežno suvih dana, umereno toplih dana sa velikim padavinama, umereno hladnih pretežno suvih dana, hladnih dana sa velikim padavinama). Vrednost χ^2 iznosi 54,737 za N=392 i df=3, što daje vrednost „p“ manju od 0,05.

Pošto je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika između četiri tipa vremenskih uslova, primenjen je naknadni test, Vilkoksonov test označenih rangova, za svih šest parova klastera, uz Bonferonijevu korekciju α -vrednosti na

0,0083. Svrha naknadnog testa jeste da pokaže između kojih parova tipova vremenskih uslova zapravo postoji statistički značajna razlika.

Tabela 14 Rezultati Vilkoksonovog testa označenih rangova broja kretanja

Test Statistics^a

	1 - 2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
Z	-5,700 ^b	-8,177 ^b	-8,943 ^b	-2,680 ^b	-3,767 ^b	-1,321 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,007	,000	,186

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

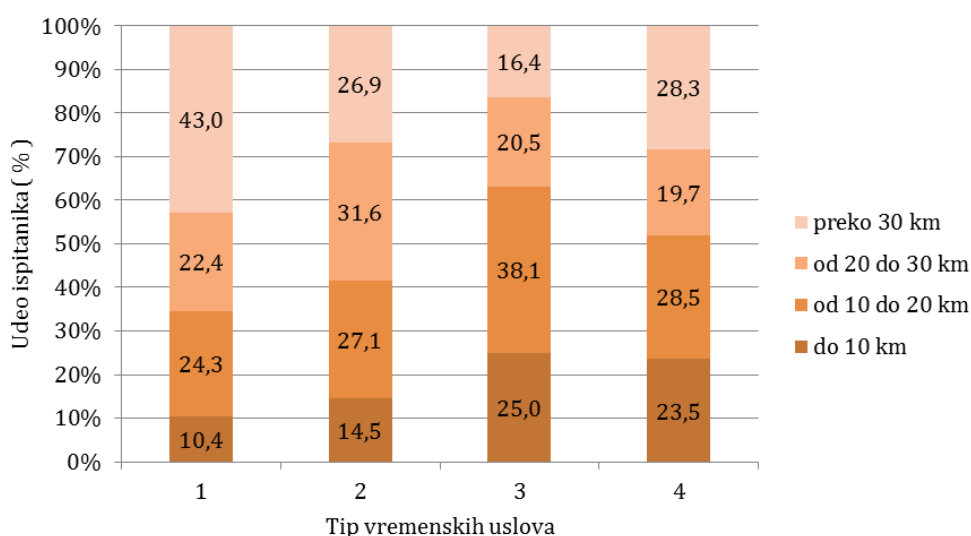
c. Based on negative ranks.

Nakon Vilkoksonovog testa izvodi se zaključak da statistički značajna razlika postoji između svih parova tipova vremenskih uslova, osim između tipa 3 i tipa 4, odnosno između umereno hladnih pretežno suvih dana i hladnih dana sa velikim padavinama. Ovakav rezultat može se objasniti, jer je realno da postoji određen, u ovom slučaju značajan, broj ispitanika kod kojih broj kretanja ostaje isti za ove tipove vremenskih uslova. Ova dva tipa vremenskih uslova su očigledno dovoljno slična da ne postoji statistički značajna razlika u broju kretanja tokom dana sa takvim vremenskim uslovima.

Dobijeni rezultat nameće potrebu da se proveriti da li između tipa vremenskih uslova 3 i tipa vremenskih uslova 4, kao i da li između ostalih parova vremenskih uslova, postoji statistički značajna razlika u pređenim rastojanjima. Rastojanja pređena tokom dana objedinjuju i podatak koliko se često ispitanik kreće i koja rastojanja prelazi, odnosno koliko se daleko kreće. Može se očekivati statistički značajna razlika pređenih rastojanja između svih parova tipova vremenskih uslova, bez obzira što nije pokazana statistički značajna razlika između broja kretanja ostvarenih u vremenskim uslovima tipa 3 i tipa 4.

Pređena rastojanja u različitim vremenskim uslovima

Rastojanja pređena u toku dana za svakog ispitanika određena su na osnovu tačne adrese izvora i cilja svakog kretanja i načina kretanja. Uz pomoć kalkulatora rastojanja¹⁸ dobijeno je rastojanje koje je pojedinac prešao u toku dana. Za svakog od 392 ispitanika utvrđeno je ukupno dnevno pređeno rastojanje za sva četiri tipa vremenskih uslova koje je prikazano narednim dijagramom (Slika 12).



Slika 12 Pređena rastojanja ispitanika u četiri različita tipa vremenskih uslova

Odnos rastojanja koja su ispitanici prešli u različitim vremenskim uslovima ispitan je odgovarajućim statističkim testovima, kako bi se utvrdilo da li postoji statistički značajna razlika između pređenih dnevnih rastojanja u različitim vremenskim uslovima.

Testiranje razlike pređenih rastojanja u različitim vremenskim uslovima

Razlika pređenih rastojanja u različitim tipovima vremenskih uslova testirana je Fridmanovim testom. Rezultati Fridmanovog testa značajnosti razlike pređenih kilometara za različite tipove vremenskih uslova prikazani su u nastavku.

¹⁸ baziran na rastojanjima koja prikazuje GoogleMaps (izvor: <http://winfred.vankuijk.net/2010/12/calculate-distance-in-google-spreadsheet/>)

Tabela 15 Rezultati Fridmanovog testa pređenih rastojanja

Ranks		Test Statistics ^a	
Tip vremenskih uslova	Mean Rank	N	392
1	3,13	Chi-Square	88,148
2	2,56	df	3
3	2,16	Asymp. Sig.	,000
4	2,15	a. Friedman Test	

Fridmanov test pokazao je da postoji statistički značajna razlika u pređenim rastojanjima istraženih za četiri tipa vremenskih uslova. Vrednost χ^2 iznosi 88,148 za N=392 i df=3, što daje vrednost „p“ manju od 0,05. Pošto je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika između pređenih rastojanja za četiri tipa vremenskih uslova, primenjen je naknadni test, Vilkoksonov test označenih rangova, za svih šest parova tipova vremenskih uslova.

Tabela 16 Rezultati Vilkoksonovog testa označenih rangova pređenih rastojanja

Test Statistics ^a						
	1-2	1 - 3	1 - 4	2 - 3	2 - 4	3 - 4
Z	-6,919 ^b	-9,892 ^b	-11,847 ^b	-5,168 ^b	-4,439 ^b	-,987 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,324

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da statistički značajna razlika postoji između svih parova tipova vremenskih uslova po pitanju pređenih rastojanja ispitanika, uz Bonferonijevu korekciju α -vrednosti, osim između tipova 3 i 4, odnosno između umereno hladnih pretežno suvih dana i hladnih dana sa velikim padavinama.

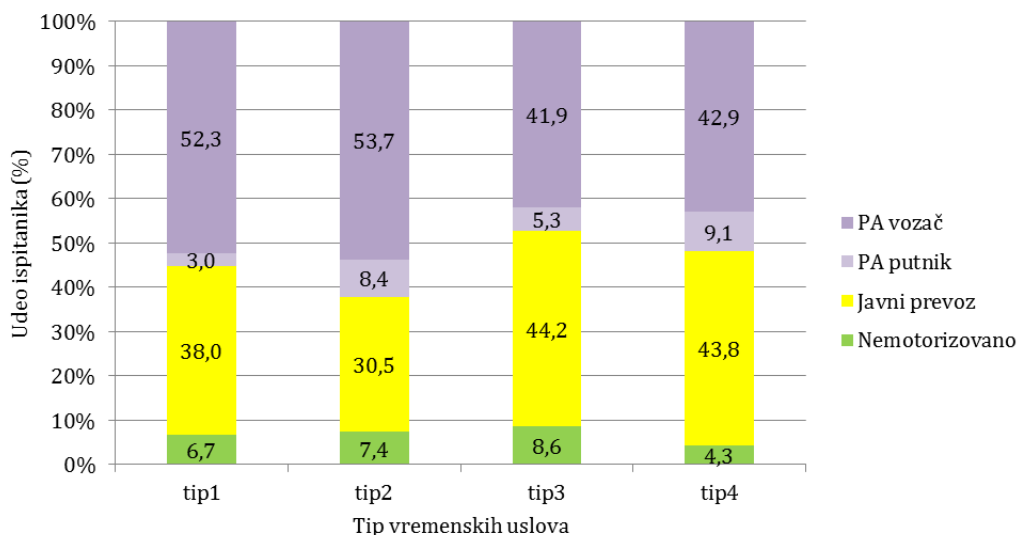
Sprovedeni testovi su potvrdili da statistički značajna razlika postoji između broja kretanja i pređenih rastojanja između svih parova tipova vremenskih uslova, osim između tipova 3 i 4, što znači da se u ova dva tipa vremenskih uslova (umereno hladno pretežno suvo vreme i hladno vreme sa velikim padavinama) zaposleni stanovnici ponašaju po istim obrascima.

Izbor načina kretanja u različitim vremenskim uslovima

Izbor načina kretanja razlikuje se u zavisnosti od svrhe kretanja. U cilju sagledavanja promena u izboru načina kretanja u različitim vremenskim uslovima, vidovna raspodela biće predstavljena posebno za kretanja sa svrhom odlazak na posao, a posebno sa svrhom neobaveznih kretanja. Dodatni razlog ovakvog prikaza dobijenih rezultata leži u činjenici da se kretanja sa svrhom odlazak na posao obavljaju u jutarnjem vršnom periodu, dok se neobavezna kretanja obavljaju pretežno u vanvršnim periodima. Broj kategorija načina kretanja ukupljen je na četiri kategorije, odnosno na nemotorizovane načine, javni prevoz, putnički automobil – putnik i putnički automobil – vozač.

Sa dijagrama (Slika 13) vidi se da je kod kretanja sa svrhom odlazak na posao korišćenje nemotorizovanih načina i putničkog automobila u svojstvu putnika malo zastupljeno. Tokom suvih toplih i umereno toplih kišnih dana (tip 1 i tip 2) manje zaposlenih odlučuje se za javni prevoz za odlazak na posao u odnosu na suve dane sa niskim temperaturama i hladne dane sa snegom (tip 3 i tip 4). Putnički automobil u svojstvu vozača za odlazak na posao ispitanici češće koriste u vremenskim uslovima kojima odgovaraju više prosečne dnevne temperature (tip 1 i tip 2), a za oko 10% manje u druga dva tipa vremenskih uslova kada za odlazak na posao češće koriste javni prevoz. Manje korišćenje putničkog automobila u hladnim vremenskim uslovima, naročito sa padavinama, može biti posledica nepouzdanog voznog parka, pojedinaca koji su nesigurni vozači u lošim vremenskim uslovima, kao i problema pronalaženja slobodnog parking mesta u takvim vremenskim uslovima. Takođe, vozila javnog prevoza imaju prioritet kretanja na određenom delu gradske mreže, što javni prevoz čini dodatno pouzdanim načinom za stizanje do posla u hladnim suvim danima i danima sa

niskim temperaturama i padavinama. Zaposleni stanovnici Beograda odreći će se korišćenja sopstvenog automobila za odlazak na posao u uslovima niskih temperatura i snežnih padavina, kada im je lakše da se oslone na vozila javnog prevoza nego na čišćenje sopstvenog automobila i potragu za slobodnim parking mestom na ciljnoj lokaciji u jutarnjem vršnom periodu.



Slika 13 Vidovna raspodela kretanja u različitim vremenskim uslovima sa svrhom odlaska na posao

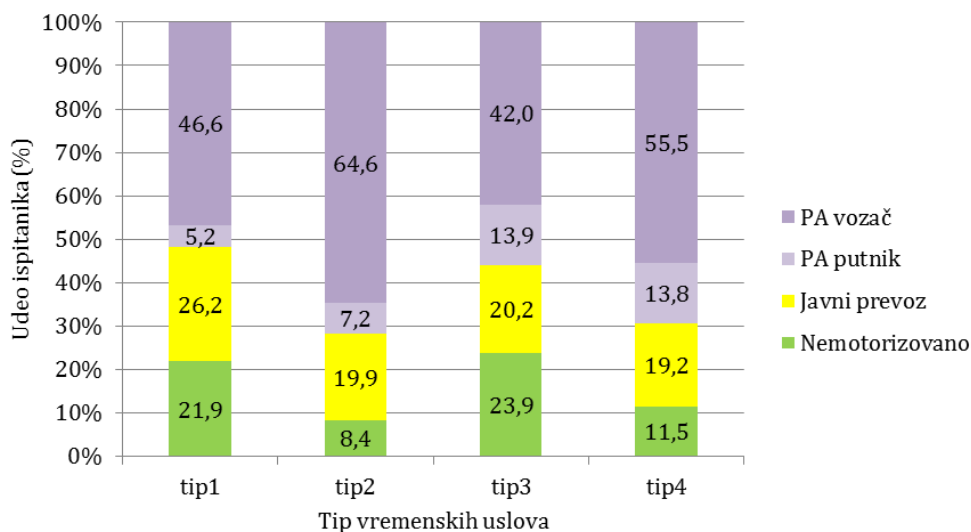
Neki od odgovora ispitanika za dane koji pripadaju tipovima vremenskih uslova 3 i 4 mogu ukazati na poreklo promena u vidovnoj raspodeli: „Umesto automobilom, zbog problema sa čišćenjem, parkingom, snegom i sl. sam išao na posao gradskim prevozom“, „Nisam išla nigde kolima“, „Raniji polazak i korišćenje javnog gradskog prevoza umesto privatnog automobila“, „Nisam išao svojim automobilom, nego gradskim prevozom“, „Na posao sam otišla autom kao suvozač, a ne kao obično javnim prevozom“, „Umesto automobila, koristila gradski prevoz“, „Po lošem i hladnom vremenu biram da uvek krenem ranije na posao kolima sa mužem“.

Svi ispitanici obavljaju kretanja sa svrhom odlaska na posao u svakom tipu vremenskih uslova, dok nisu za sve ispitanike zabeležena neobavezna kretanja tokom svakog od karakterističnih dana. Tokom dana koje karakterišu različiti vremenski uslovi za ispitanike su zabeležena kretanja sa različitim neobaveznim svrhama (kupovina, razonoda, rekreacija). Neobavezne svrhe su u nastavku

objedinjeno analizirane. Za način kretanja korišćen za obavljanje neobaveznih kretanja usvojen je način koji je za te svrhe preovladavao tokom dana. Analiza vezana za izbor načina za neobavezne svrhe kretanja u svim karakterističnim vremenskim uslovima prikazana je za 146 ispitanika koji u svakom tipu vremenskih uslova obavljaju neobavezne svrhe kretanja. Kako je prikazana struktura odgovora onih ispitanika za koje je zabeleženo da u svim vremenskim uslovima obavljaju neobavezna kretanja, zahtev se može smatrati konstantnim za sva četiri tipa vremenskih uslova. Samim tim, prikazane razlike isključivo su posledica promene načina kretanja.

Prisutni su slučajevi da način kretanja izabran za odlazak na posao bude i način kretanja za obavljanje ostalih svrha tokom dana, ali rezultati pokazuju da postoji dovoljan broj ispitanika koji koriste druge načine za neobavezne svrhe u odnosu na način za svrhu posao. Usled pomenutih razlika, vidovna raspodela za neobavezna kretanja razlikuje se od vidovne raspodele za kretanja sa svrhom posao.

Za neobavezne svrhe kretanja (Slika 14) uočava se značajniji udeo nemotorizovanih kretanja u odnosu na udeo ovih kretanja u slučaju svrhe odlaska na posao. Udeo nemotorizovanih kretanja veći je u vremenskim uslovima bez padavina (tip 1 i tip 3), što potvrđuje činjenicu da je ova kategorija korisnika, u slučaju Beograda kategorija pešaka, najosetljivija grupa u vremenskim uslovima sa padavinama. Zaposleni stanovnici pešače dvostruko više u suvim u odnosu na vremenske uslove sa padavinama kada su u pitanju neobavezne svrhe kretanja. Korišćenje putničkog automobila u svojstvu putnika povećava se u danima sa nižim temperaturama. U vremenskim uslovima koje karakterišu padavine, bez obzira na temperaturu, zabeleženo je veće korišćenje putničkog automobila (tip 2 i tip 4) u odnosu na vremenske uslove bez padavina. Tokom dana sa padavinama za neobavezne svrhe kretanja zaposleni stanovnici češće se odlučuju za putnički automobil jer predstavlja najzaštićeniji način kretanja od nepovoljnih vremenskih uslova. Javni prevoz daleko manje se koristi za neobavezne svrhe kretanja nego za odlazak na posao. Najviše se koristi u najpovoljnijim vremenskim uslovima, dok je u ostalim tipovima vremenskih uslova udeo kretanja javnim prevozom uravnotežen.



Slika 14 Vidovna raspodela kretanja u različitim vremenskim uslovima za neobavezne svrhe kretanja¹⁹

Neki od odgovora ispitanika, koji ukazuju na promene izbora načina za neobavezna kretanja su: „Išla sam autom umesto peške kako inače idem u suvim uslovima“, „Kraće relacije bih prešla peške da nije bilo kiše“, „Odlazak na razonodu promenio sam zbog vremenskih uslova i umesto javnog prevoza koristio sam privatni automobil“, „Promena načina kretanja posle podne, putnički automobil umesto javni gradski prevoz“, „U privatnu posetu otišla sam kao putnik u putničkom automobilu, a da nije bilo kiše otišla bih javnim prevozom“.

Evidentno je da određena razlika u vidovnoj raspodeli u različitim vremenskim uslovima postoji. Važno je napomenuti da sumarni prikaz vidovne raspodele u različitim vremenskim uslovima ne pokazuje između kojih načina se preraspodela dešava, već samo konačno učešće svakog od načina u kretanjima sa svrhom odlaska na posao, kao i za neobavezne svrhe kretanja. S obzirom da su u pitanju međusobno zavisna istraživanja u vremenskim presecima, izbor načina kretanja u različitim vremenskim uslovima trebalo bi vezati za pojedince. Iz tog razloga za ispitivanje statistički značajne razlike izbora načina kretanja u različitim

¹⁹ Vidovna raspodela za one ispitanike koji su imali kretanja sa neobaveznim svrhama u svim tipovima vremenskih uslova. Na ovaj način prikazana raspodela posledica je samo vremenskih uslova, a ne otkaza kretanja.

vremenskim uslovima koriste se testovi koji uzimaju u obzir da su merenja ponovljena na istoj grupi ispitanika.

Testiranje razlike izbora načina kretanja u različitim vremenskim uslovima

U konkretnom slučaju potrebno je testirati razlike izbora načina kretanja između parova različitih vremenskih uslova. Karakteristika rezultata, koje je potrebno analizirati, jeste da su merenja ponovljena više od dva puta na istoj grupi ispitanika i da je pritom zavisna promenljiva kategorijska sa više od dve kategorije.

Ispitivanje razlike izbora načina kretanja u različitim vremenskim uslovima sprovedeno je Boukerovim testom simetrije (McNemar-Bowker test) za slučaj kada promenljiva u zavisnim uzorcima ima više od dve kategorije. Boukerov test procenjuje da li su podaci simetrično raspoređeni oko glavne dijagonale tabele kontingencije, koja je u ovom slučaju tabela 4x4 jer promenljiva ima četiri kategorije. Razlika odgovora se ispituje između svakog od parova tipova vremenskih uslova. U narednim tabelama prikazani su rezultati McNemar-Bowker testa za svrhu odlazak na posao, kao i za neobavezne svrhe kretanja.

McNemar-Bowker test pokazuje statistički značajnu razliku u izboru načina kretanja između svih parova vremenskih uslova u slučaju kretanja sa svrhom odlaska na posao, uz Bonferonijevu korekciju α -vrednosti. Kod neobaveznih svrha kretanja statistički značajna razlika McNemar-Bowker testom nije dokazana između tipova 1 i 3, kao i između tipova 2 i 4, uz korigovanu p-vrednost. Za navedene parove nulta hipoteza se ne može odbaciti, tj. ne može se tvrditi da postoji razlika u distribuciji kretanja na različite načine između pomenutih parova vremenskih uslova. Vremenske uslove tipa 1 i tipa 3 karakteriše odsustvo padavina, a uslove tipa 2 i tipa 4 prisustvo padavina. Sprovedeni test pokazao je da kod neobaveznih kretanja nema statistički značajne razlike u izboru načina kretanja između suvih dana sa višim dnevnim temperaturama i suvih dana sa nižim dnevnim temperaturama. Takođe, test je pokazao da nema statistički značajne razlike u izboru načina kretanja između dana sa padavinama sa višim dnevnim temperaturama i dana sa padavinama sa nižim dnevnim temperaturama. Rezultati ukazuju na činjenicu da presudan uticaj na izbor načina kretanja za

neobavezne svrhe ima prisustvo padavina, tj. da je izbor načina kretanja različit za suve u odnosu na dane sa padavinama.

Tabela 17 Rezultati McNemar-Bowker testa simetrije izbora načina kretanja

OBAVEZNE SVRHE KRETANJA (POSAO)				NEOBAVEZNE SVRHE KRETANJA			
Tip 1/ Tip 2				Tip 1/ Tip 2			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
McNemar-Bowker Test	20,860	6	,002	McNemar-Bowker Test	36,413	6	,000
N of Valid Cases	392			N of Valid Cases	146		
Tip 1/ Tip 3				Tip 1/ Tip 3			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
McNemar-Bowker Test	20,577	6	,002	McNemar-Bowker Test	15,027	6	,020
N of Valid Cases	392			N of Valid Cases	146		
Tip 1/ Tip 4				Tip 1/ Tip 4			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
McNemar-Bowker Test	25,242	6	,000	McNemar-Bowker Test	19,225	6	,004
N of Valid Cases	392			N of Valid Cases	146		
Tip 2/ Tip 3				Tip 2/ Tip 3			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
McNemar-Bowker Test	41,643	6	,000	McNemar-Bowker Test	26,644	6	,000
N of Valid Cases	392			N of Valid Cases	146		
Tip 2/ Tip 4				Tip 2/ Tip 4			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
McNemar-Bowker Test	36,319	6	,000	McNemar-Bowker Test	12,252	6	,057
N of Valid Cases	392			N of Valid Cases	146		
Tip 3/ Tip 4				Tip 3/ Tip 4			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
McNemar-Bowker Test	20,854	6	,001	McNemar-Bowker Test	20,047	6	,003
N of Valid Cases	392			N of Valid Cases	146		

Zaključci o broju kretanja i izboru načina kretanja u različitim vremenskim uslovima dobijeni metodom „izraženih preferencija“

Analiza rezultata dobijenih kroz istraživanja metodom „izraženih preferencija“ ukazali su na postojanje statistički značajne razlike u broju kretanja između svih parova tipova vremenskih uslova, osim između tipa vremenskih uslova 3 i tipa vremenskih uslova 4. Nakon poređenja pređenih rastojanja tokom dana koji pripadaju različitim tipovima vremenskih uslova, zaključeno je da zaposleni stanovnici prelaze i slična rastojanja tokom dana koji pripadaju tipovima vremenskih uslova 3 i 4. Na osnovu činjenice da nema statistički značajne razlike u broju kretanja i pređenim rastojanjima tokom umereno hladnih pretežno suvih dana i hladnih dana sa velikim padavinama, izvodi se zaključak da padavine u danima sa hladnim temperaturama ne doprinose značajno smanjenju broja kretanja i pređenih rastojanja u odnosu na pretežno hladne suve dane. Važno je napomenuti da broj kretanja sa svrhom odlaska na posao ne varira, već se broj ukupnih kretanja i pređenih rastojanja tokom dana razlikuje u različitim vremenskim uslovima usled promena u neobaveznim kretanjima koje zaposleni stanovnici obave tokom dana.

Rezultati dobijeni metodom „izraženih preferencija“ potvrdili su razliku u broju kretanja ispitanika, koja je prethodno dobijena metodom „izjavljenih prilagođavanja“. Kao i metodom „izjavljenih prilagođavanja“ kojom razlika nije pokazana između scenarija niskih temperatura i snega, niskih temperatura i snega na kolovozu, snega i snega na kolovozu, tako ni metodom „izraženih preferencija“ razlika nije pokazana između umereno hladnih pretežno suvih dana i hladnih dana sa velikim padavinama.

Rezultati dobijeni na osnovu istraživanja metodom „izraženih preferencija“ pokazali su da vremenski uslovi utiču i na izbor načina kretanja. Određeni broj zaposlenih menja način kretanja kako za odlazak na posao, tako i za neobavezne svrhe sa promenom vremenskih uslova. Vremenski uslovi različito utiču na obavezna kretanja, u odnosu na neobavezne svrhe kretanja. Istraživanje je ukazalo na tipove vremenskih uslova između kojih zasigurno postoji razlika u načinu

kretanja za koje se pojedinac opredeljuje, kako za odlazak na posao, tako i za neobavezne svrhe. Kod obaveznih svrha kretanja statistički značajna razlika u izboru vida ustanovljena je za sve parove tipova vremenskih uslova. Kod neobaveznih svrha kretanja ističe se zaključak da nema značajnije razlike u izboru načina kretanja između suvih vremenskih uslova bez obzira na temperaturu, kao ni između vremenskih uslova sa padavinama bez obzira na temperaturu. Izbor načina kretanja kod neobaveznih svrha statistički se značajno razlikuje između suvih dana i dana sa padavinama.

Svi napred prikazani rezultati potvrđuju polazne hipoteze doktorske disertacije:

- vremenski uslovi utiču na transportne zahteve i mobilnost,
- vremenski uslovi utiču na izbor vida prevoza.

Primenjenim statističkim metodama utvrđeno je prisustvo ili odsustvo statistički značajne razlike između broja kretanja i izbora načina kretanja ispitanika u različitim vremenskim uslovima. U cilju utvrđivanja zavisnosti karakteristika kretanja od vremenskih uslova, odnosno u cilju kvantifikacije uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja, neophodno je formirati odgovarajuće modele. U nastavku rada pristupiće se modeliranju broja kretanja i izbora načina kretanja u različitim vremenskim uslovima.

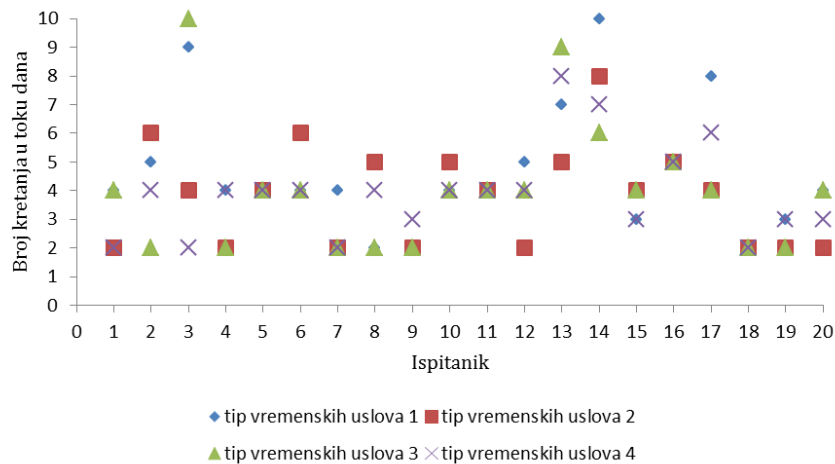
8 MODELIRANJE NASTAJANJA I VIDOVNE RASPODELE PUTOVANJA U RAZLIČITIM VREMENSKIM USLOVIMA PRIMENOM PREDLOŽENOG POSTUPKA MODELIRANJA

8.1 Model nastajanja putovanja u različitim vremenskim uslovima

Za modeliranje broja kretanja u različitim vremenskim uslovima korišćen je celokupan skup prikupljenih podataka u vremenskim presecima, odnosno podaci o kretanjima 392 ispitanika u četiri tipa vremenskih uslova. Pored vremenskih uslova, broj kretanja zasigurno zavisi i od socio-ekonomskih karakteristika pojedinca. Da li će pojedinac promeniti nešto u svojim kretanjima zavisi i od ograničenja u vezi sa kretanjima vezanim za posao, kao i od ograničenja vezanih za karakteristike domaćinstva. Samim tim, u skup nezavisnih promenljivih koje figurišu u modelu uvrštene su karakteristike pojedinca i domaćinstva.

U istraživanju koje je sprovedeno nije realno vremenske uslove tretirati kao neprekidnu promenljivu. U istraživanjima u kojima se prate i beleže reakcije ispitanika na neku uvedenu meru koja daje efekte tokom vremena, opravdano je da se vreme tretira kao neprekidna promenljiva. Kada se istražuju promene u karakteristikama kretanja tokom dana koje karakterišu različiti vremenski uslovi, odgovori ispitanika prikupljaju se u različitim okolnostima, tako da se vremenski uslovi u ovom slučaju tretiraju kao kategorijska promenljiva, gde se za svaki tip vremenskih uslova vezuje po jedna kategorija. S obzirom da je istraživanje vršeno tako da su intervali između merenja isti za sve ispitanike i da je cilj utvrditi zavisnost broja kretanja od vremenskih uslova, kao i da podaci za sve ispitanike postoje u svim vremenskim presecima, opravdano je vremenske uslove predstaviti kao kategorijsku promenljivu.

Za svakog ispitanika iz uzorka, koji je donosilac odluke, snimljene su vrednosti nezavisnih promenljivih i ishod odluke, odnosno zavisna promenljiva. Da su podaci o broju kretanja istog ispitanika prikupljeni za četiri tipa vremenskih uslova u korelaciji, najbolje se može videti na sledećem grafikonu (Slika 15), gde je prikazan broj kretanja po ispitaniku. U cilju razumljivosti prikaza, dati su odgovori dvadeset ispitanika, na osnovu kojih se može uočiti korelacija odgovora u okviru subjekta, odnosno ispitanika.



Slika 15 Broj kretanja ispitanika u različitim vremenskim uslovima

Ispitanik koji u povoljnim vremenskim uslovima napravi na primer deset kretanja, u manje povoljnim uslovima imaće sedam ili osam kretanja, dok je za ispitanika koji u povoljnim napravi pet kretanja u nepovoljnim vremenskim uslovima zabeleženo tri ili četiri kretanja. Pojedini ispitanici imaju isti broj kretanja bez obzira na vremenske uslove, a zabeleženi su i izuzeci koji imaju nešto veći broj kretanja u nepovoljnim u odnosu na povoljne vremenske uslove.

Model se formira na osnovu podataka o broju kretanja prikupljenih za isti skup ispitanika u četiri različita tipa vremenskih uslova. Prikupljeni podaci o broju kretanja ispitanika u različitim tipovima vremenskih uslova svakako ne zadovoljavaju pretpostavke tradicionalnih linearnih modela o nezavisnosti, niti o normalnoj raspodeli reziduala. Broj generisanih kretanja može se shvatiti kao broj događaja u određenom vremenskom intervalu. Podaci o broju kretanja su nenegativni (uzimaju nenegativne celobrojne vrednosti) i obično su „pozitivno iskošeni“. Poasonova regresija, kao jedan oblik uopštenih linearnih modela (GZLM), gde slučajnu promenljivu modeliramo pretpostavljajući da ima Poasonovu raspodelu, predstavlja najjednostavniji uopšten linearni model za prebrojive podatke. (Bojović, 2014; Matthews & Farewell, 2007) Ipak, Poasonova raspodela često nije pogodna za opisivanje realnih podataka. (Sellers & Shmueli, 2010; Zeileis, Kleiber, & Jackman, 2008) Kod prebrojivih podataka preraspršenost je vrlo čest slučaj. Za takve podatke postoji nekoliko modela, kao npr. pseudo-Poasonova i

negativna binomna regresija koje su najčešće korišćene i dostupne su u najvećem broju softvera. (Bojović, 2014)

Model generisanja kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova razvijen je u softverskom paketu SPSS. Razvijen je model jednačina generalizovanih procena (GEE model). Detaljnije o razvijanju GEE modela u okviru SPSS-a i drugih softvera, koje je moguće koristiti u istu svrhu, može se naći u (Noorae, Molenberghs, & Van Den Heuvel, 2014) gde je pokazana i opravdanost korišćenja softvera SPSS u svrhu modeliranja longitudinalnih podataka. Važno je napomenuti da je za postupak razvijanja modela jednačina generalizovanih procena u softverskom paketu SPSS neophodno podatke predstaviti u takozvanoj „dugačkoj“ formi, a ne u „širokoj“ formi. Skup podataka u softveru SPSS ima ukupno 1568 redova pri čemu su za jednog ispitanika vezana četiri reda podataka, po jedan za svaki tip vremenskih uslova.

Razvijanje GEE modela zahtevalo je definisanje pre svega radne strukture korelacije, raspodele zavisne promenljive i funkcije veze. U procesu odabira radne strukture korelacije testirane su sve strukture korelacije. Testiranje radnih struktura korelacije pokazalo je da se vrlo bliske vrednosti pokazatelja na osnovu koga treba birati strukturu korelacije (QIC) dobija za nestruktuiranu i za izmenljivu radnu strukturu korelacije, dok se nešto veća vrednost istog pokazatelja dobija za ostale radne strukture korelacije. Za radnu strukturu korelacije izabrana je izmenljiva matrica na osnovu rezultata testa, kao i na osnovu ranije navedenih preporuka (Ballinger, 2004).

Za brojive zavisne promenljive u softverskom paketu SPSS predviđene su raspodele i funkcije veze, odnosno tipovi modela „Poaasonov loglineralni model“ i „negativni binomni model sa logističkom funkcijom veze“. Negativna binomna raspodela je uopšten slučaj Poasonove raspodele. Negativna binomna raspodela omogućava modeliranje podataka veće varijabilnosti u odnosu na Poasonovu raspodelu. Više o razlici Poasonove i negativne binomne raspodele, kao i o oslanjanju na gama raspodelu u okviru negativne binomne raspodele, može se naći između ostalog u (Mandić, 2013).

Pored pomenute dve raspodele softver omogućava i odabir inverzne Gausove raspodele u okviru posebno definisanih tipova modela. Inverzna Gausova raspodela je slična negativnoj binomnoj raspodeli. Negativni binomni model predstavlja spoj Poasonove i gama raspodele, dok inverzni Gausov model predstavlja spoj Poasonove i inverzne Gausove raspodele. (Hilbe, 2014) Svi navedeni modeli primenjuju se u opisivanju brojevih promenljivih, s obzirom na glavnu osobinu ove vrste podataka, a to je da su vrednosti nenegativne. Inverzna Gausova raspodela koristi se za podatke koji se grupišu oko nižih vrednosti sa ponekad jako dugačkim „repom“, što znači da dozvoljava ekstremne vrednosti. Inverzna Gausova raspodela nalazi primenu u raznim oblastima, pa i u inženjerstvu za potrebe opisa različitih pojava i analiza istih. U uskoj je vezi sa normalnom (Gausovom) raspodelom što igra važnu ulogu za primenu u prirodnim naukama (Sato & Inoue, 1994).

Testirane su sve tri raspodele (Poasonova, negativna binomna i inverzna Gausova) i u sva tri slučaja odabrana je logaritamska funkcija veze, koja podrazumeva relaciju $f(x)=\log(x)$. U modeliranju prebrojivih podataka, tačnije rečeno nenegativnih celobrojnih zavisnih promenljivih, najčešće se koristi logaritamska funkcija veze (Matignon, 2005), jer upravo ona obezbeđuje nenegativne vrednosti izlazne promenljive.

Kriterijum za izbor modela počiva na pokazatelju podesnosti QIC, tako da je model sa najnižom vrednosti najpodesniji. Pokazatelj QIC daleko je veći kod Poasonovog modela sa logaritamskom funkcijom veze, nego kod negativnog binomnog modela sa logaritamskom funkcijom veze, što je rezultat koji ide u prilog navodima iz relevantne literature (Hoffman, 2003; N. L. Johnson, Kemp, & Kotz, 2005) da je negativna binomna raspodela fleksibilnija u odnosu na Poasonovu. Najnižu vrednost pokazatelj QIC uzima u slučaju primene inverzne Gausove raspodele, čemu je doprinela činjenica da su podaci o broju kretanja grupisani oko nižih vrednosti. U jednoj od narednih tabela (Tabela 22) prikazane su vrednosti pokazatelja QIC za testirane raspodele, tj. vrednosti QIC za tri razvijena modela (Poasonov model sa logaritamskom funkcijom veze, negativni binomni model sa logaritamskom funkcijom veze, inverzni Gausov model sa logaritamskom

funkcijom veze) za konačno izabran skup prediktora. Za raspodelu broja kretanja, kao zavisne promenljive, odabrana je inverzna Gausova raspodela sa logaritamskom funkcijom veze.

Nezavisne promenljive koje figurišu u konačnom modelu generisanja kretanja izabrane su metodom pokušaja i greške, uz napomenu da su promenljive koje su prikupljene kao kontinualne (npr. starost) ispitane i kao kategoričke, kao i da su kategoričke promenljive ispitane i sa kategorijama u kojima su prikupljene, kao i u ukрупnjenim kategorijama. Nezavisne promenljive čija je značajnost ispitivana, pored promenljive tip vremenskih uslova, jesu sledeće: pol, starost, prihod domaćinstva, struktura domaćinstva, posedovanje putničkog automobila u domaćinstvu (Tabela 18). Kriterijum za izbor parametara u modelu baziran je na pokazatelju QICC, odnosno izabran je onaj podskup nezavisnih promenljivih za koji je dobijena najniža vrednost pokazatelja QICC.

Tabela 18 Nezavisne promenljive i njihove kategorije u modelu generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima

PROMENLJIVA	KATEGORIJE	NAZIV I VREDNOSTI U MODELU
pol	ženski	[pol=0]
	muški	[pol=1]
starost	do 35 godina	[ST=1]
	od 35 do 45 godina	[ST=2]
	preko 45 godina	[ST=3]
prihod domaćinstva	do 90.000 dinara	[PD=1]
	90.000-130.000 dinara	[PD=2]
	preko 130.000 dinara	[PD=3]
struktura domaćinstva	živi sam ili sa partnerom	[SD=1]
	živi sa decom i partnerom	[SD=2]
	živi sa roditeljima	[SD=3]
broj putničkih automobila u domaćinstvu	domaćinstvo ne poseduje PA	[PA=0]
	domaćinstvo poseduje jedan PA	[PA=1]
	domaćinstvo poseduje dva i više PA	[PA=2]
tip vremenskih uslova	toplo pretežno suvo	[VU=1]
	umereno toplo sa velikim padavinama	[VU=2]
	umereno hladno pretežno suvo	[VU=3]
	hladno sa velikim padavinama	[VU=4]

Baza podataka sa prethodno navedenim promenljivim služi za podešavanje definisanog inverznog Gausovog GEE modela generisanja kretanja u različitim tipovima vremenskih uslova. Prilikom odabira nezavisnih promenljivih koje će figurisati u modelu vođeno je računa o korelaciji između promenljivih (npr.

struktura domaćinstva i starost, prihod i stepen motorizacije domaćinstva). Najbolji podskup prediktora u modelu odabran je na gore navedeni način, na osnovu vrednosti parametra QICC. Kako niža vrednost QICC ukazuje na podesniji model, za konačni model generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima odabran je onaj model za koji je pokazatelj QICC imao najnižu vrednost.

Tabela 19 Prikaz postupka izbora nezavisnih promenljivih u modelu generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima

	Model 1a			Model 1b			Model 1c		
	B	SE	Sig.	B	SE	Sig.	B	SE	Sig.
k (konstanta)	1,492	,0412	,000	1,425	,0419	,000	1,598	,0402	,000
[POL=0]	-,166	,0354	,000	-,159	,0353	,000	-,111	,0369	,003
[POL=1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
[PD=1]	-,002	,0446	,965						
[PD=2]	,007	,0420	,868						
[PD=3]	0 ^a	.	.						
[SD=1]				,095	,0475	,046			
[SD=2]				,054	,0450	,228			
[SD=3]				0 ^a	.	.			
[PA=0]							-,239	,0538	,000
[PA=1]							-,174	,0410	,000
[PA=2]							0 ^a	.	.
[VU=4]	-,201	,0191	,000	-,198	,0189	,000	-,186	,0184	,000
[VU=3]	-,175	,0204	,000	-,176	,0205	,000	-,162	,0201	,000
[VU=2]	-,143	,0197	,000	-,142	,0195	,000	-,146	,0195	,000
[VU=1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
	QICC=80,326			QICC=80,023			QICC=77,611		

^a Vrednost koeficijenta je 0 jer je kategorija uzeta za referentnu

Pokazalo se da starost, prihod i struktura domaćinstva nisu statistički značajne nezavisne promenljive za model generisanja kretanja koji se formira na osnovu ponovljenih merenja nad istim skupom ispitanika. Dobijene vrednosti pokazatelja QICC za prikazane skupove prediktora, kao i dobijeni nivoi značajnosti potvrda su da prediktori pol, posedovanje putničkog automobila i tip vremenskih uslova doprinose podesnosti modela. Važno je napomenuti da bez obzira na činjenicu da veći broj prediktora utiče na veće „penale“ u proračunu pokazatelja QICC, izostavljanje bilo koje od nezavisnih promenljivih iz usvojenog modela, ne smanjuje vrednost pokazatelja QICC. Usvojeni model generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima detaljnije je prikazan tabelom u nastavku.

Tabela 20 Parametri modela generisanja kretanja u različitim vremenskim uslovima

Parameter	B	SE	Sig.	Exp(B)	95% Wald Interval poverenja exp (B)	
					donja granica	gornja granica
k (konstanta)	1,598	,0402	,000	4,943	4,568	5,348
[pol=0]	-,111	,0369	,003	,895	,833	,962
[pol=1]	0 ^a	.	.	1	.	.
[PA=0]	-,239	,0538	,000	,788	,709	,875
[PA=1]	-,174	,0410	,000	,840	,776	,911
[PA=2]	0 ^a	.	.	1	.	.
[VU=4]	-,186	,0184	,000	,831	,801	,861
[VU=3]	-,162	,0201	,000	,850	,817	,885
[VU =2]	-,146	,0195	,000	,864	,832	,898
[VU =1]	0 ^a	.	.	1	.	.

^a Vrednost koeficijenta je 0 jer je kategorija uzeta za referentnu

U razvijenom modelu nisu određeni regresioni koeficijenti za svaku od kategorija nezavisnih promenljivih, već se regresioni koeficijent za jednu kategoriju izostavlja. Tačnije, njegova vrednost se fiksira na nulu, jer se smatra referentnom kategorijom i u odnosu na njega se određuju ostali koeficijenti. S obzirom na logaritamsku funkciju veze, model ima sledeću formu:

$$\log(\text{BrojKretanja}) = k + b_1(\text{pol} = 0) + \begin{cases} b_2, \text{ za } (PA = 0) \\ b_3, \text{ za } (PA = 1) \end{cases} + \begin{cases} b_4, \text{ za } (VU = 2) \\ b_5, \text{ za } (VU = 3) \\ b_6, \text{ za } (VU = 4) \end{cases} \quad (9)$$

Regresioni koeficijenti pokazuju uticaje nezavisnih promenljivih. Zbog funkcije veze koja je logaritamska, u modelu se izražavaju antilogaritmi regresionih koeficijenata, u prethodnoj tabeli prikazani kao Exp(B). Antilogaritmi regresionih koeficijenata predstavljaju geometrijsku sredinu promenljive.²⁰ Geometrijska sredina je jedan od načina za izražavanje srednje vrednosti koji ukazuje na centralnu tendenciju ili tipičnu vrednost skupa brojeva koristeći proizvod njihovih vrednosti, odnosno vrednost korena proizvoda (kvadratni, ukoliko su dva broja, kubnog ukoliko su tri broja u skupu itd.). Geometrijska sredina koristi se upravo u slučajevima kada je potrebno izraziti uticaj više nezavisnih promenljivih na

²⁰ izvor: http://www.ats.ucla.edu/stat/mult_pkg/faq/general/log_transformed_regression.htm

zavisnu promenljivu, pri čemu nezavisne promenljive imaju različite opsege vrednosti. Geometrijska sredina normalizuje opsege nezavisnih promenljivih tako da određena npr. procentualna promena bilo koje nezavisne promenljive ima isti efekat na geometrijsku sredinu izlazne promenljive²¹.

$$\text{BrojKretanja} = \exp(k + b_1(\text{pol} = 0)) + \left\{ \begin{array}{l} b_2, \text{ za } (PA = 0) \\ b_3, \text{ za } (PA = 1) \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} b_4, \text{ za } (VU = 2) \\ b_5, \text{ za } (VU = 3) \\ b_6, \text{ za } (VU = 4) \end{array} \right\} \quad (10)$$

Na osnovu prikazanih vrednosti regresionih koeficijenata i konstantnog člana izvodi se relacija za računanje broja kretanja zaposlenih stanovnika u različitim vremenskim uslovima:

$$\text{BrojKretanja} = 4,943 \cdot 0,895(\text{pol} = 0) \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,788, \text{ za } (PA = 0) \\ 0,840, \text{ za } (PA = 1) \end{array} \right\} \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,864, \text{ za } (VU = 2) \\ 0,850, \text{ za } (VU = 3) \\ 0,831, \text{ za } (VU = 4) \end{array} \right\} \quad (11)$$

U prikazanom modelu konstanta se odnosi na srednju vrednost broja kretanja u slučaju referentnih kategorija za svaku od zavisnih promenljivih. Kategorije „muški pol“, „dva i više automobila u domaćinstvu“, „tip vremenskih uslova 1“ su referentne kategorije nezavisnih promenljivih u modelu. Vrednosti svih antilogaritama regresionih koeficijenata su manje od 1 (osim onih vezanih za referentne kategorije nezavisnih promenljivih). Samim tim, očekivani broj kretanja zaposlenih žena je manji u odnosu na broj kretanja zaposlenih muškaraca. Zaposleni stanovnici koji nemaju putnički automobil ili imaju jedan putnički automobil prave manje kretanja od onih koji imaju dva i više putničkih automobila u domaćinstvu. Zaposleni stanovnici prave manje kretanja u manje povoljnim vremenskim uslovima (umereno topli dani sa velikim padavinama, umereno hladni pretežno suvi dani, hladni dani sa velikim padavinama) u odnosu na povoljne vremenske uslove (topli pretežno suvi dani).

Očekivana mobilnost zaposlenog stanovnika Beograda muškog pola čije domaćinstvo poseduje dva ili više putničkih automobila u povoljnim vremenskim uslovima je oko pet kretanja (4,94). Mobilnost zaposlenih žena je za oko 10%

²¹ izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Geometric_mean

manja u odnosu na muškarce. Mobilnost zaposlenih koji nemaju putnički automobil u domaćinstvu ili imaju jedan putnički automobil manja je respektivno za 21% i 16% u odnosu na one koji poseduju dva ili više automobila. Očekivana mobilnost najniža je za zaposlene žene čije domaćinstvo ne poseduje putnički automobil u vremenskim uslovima tipa 4 i iznosi 3,01 kretanja.

Očekivana mobilnost iste kategorije zaposlenih stanovnika niža je za oko 14% u vremenskim uslovima tipa 2, za oko 15% u vremenskim uslovima tipa 3, za oko 17% u vremenskim uslovima tipa 4 u odnosu na vremenske uslove tipa 1. Kako najveći broj dana tokom godine u Beogradu po karakteristikama vremenskih uslova odgovara vremenskim uslovima tipa 1 i tipa 3 (topli pretežno suvi dani i umereno hladni pretežno suvi dani), važno je istaći da je očekivana mobilnost zaposlenih stanovnika tokom pretežno suvih hladnih dana oko 15% manja u odnosu na pretežno suve tople dane.

S obzirom da je GEE model koji predviđa prosečne vrednosti na nivou populacije, u nastavku je data pregledna tabela mobilnosti zaposlenih stanovnika koja je zabeležena u istraživanju i mobilnosti zaposlenih stanovnika koja je predviđena modelom u svakom od tipova vremenskih uslova. Na osnovu prikazanih rezultata vidi se da model jako dobro predviđa mobilnost zaposlenih stanovnika u različitim tipovima vremenskih uslova.

Tabela 21 Snimljena i modelom predviđena mobilnost zaposlenih stanovnika za različite tipove vremenskih uslova

		MOBILNOST	
		SNIMLJENA (iz istraživanja)	PREDVIĐENA (iz modela)
TIP VREMENSKIH USLOVA	1	4,03	4,07
	2	3,60	3,52
	3	3,48	3,46
	4	3,43	3,39

Koliko se veće vrednosti pokazatelja podesnosti modela QIC dobijaju za druge dve testirane raspodele najbolje se vidi iz table u nastavku. Najniža vrednost pokazatelja QIC opravdanje je za usvajanje inverznog Gausovog modela sa logaritamskom funkcijom veze.

Tabela 22 Vrednosti QIC pokazatelja različitih modela (različite raspodele, iste nezavisne promenljive) za generisanje kretanja u različitim vremenskim uslovima

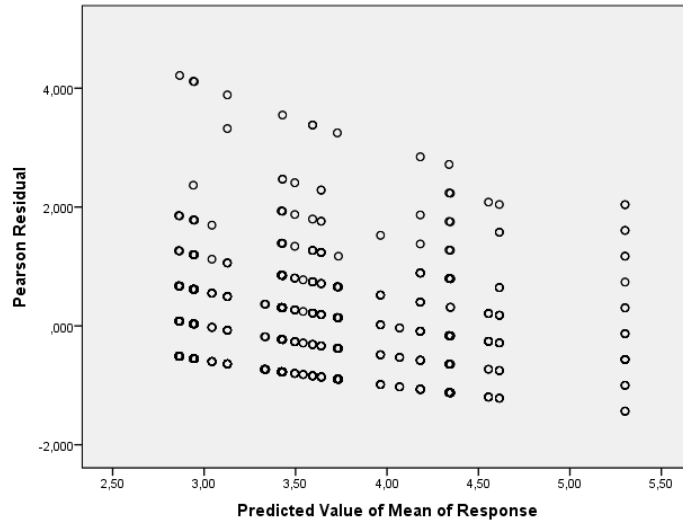
	Poasonov model sa logaritamskom funkcijom veze			Negativni binomni model sa logaritamskom funkcijom veze			Inverzni Gausov model sa logaritamskom funkcijom veze		
	B	SE	Sig.	B	SE	Sig.	B	SE	Sig.
k (konstanta)	1,668	,0394	,000	1,635	,0398	,000	1,598	,0402	,000
[pol=0]	-,152	,0375	,000	-,131	,0371	,000	-,111	,0369	,003
[pol=1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
[PA=0]	-,265	,0518	,000	-,250	,0527	,000	-,239	,0538	,000
[PA=1]	-,237	,0407	,000	-,208	,0408	,000	-,174	,0410	,000
[PA=2]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
[VU=4]	-,199	,0186	,000	-,191	,0184	,000	-,186	,0184	,000
[VU=3]	-,200	,0217	,000	-,183	,0210	,000	-,162	,0201	,000
[VU=2]	-,139	,0197	,000	-,141	,0194	,000	-,146	,0195	,000
[VU=1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
	QIC=794,624			QIC=169,480			QIC=85,895		

^a Vrednost koeficijenta je 0 jer je kategorija uzeta za referentnu

Koliko dobro testirani modeli predviđaju broj kretanja u različitim vremenskim uslovima, pored pokazatelja QIC, može se predstaviti i grafički dijagramima reziduala. Za svaki od modela formiran je dijagram (Slika 16) na kome X osa uzima modelom predviđene vrednosti broja kretanja, dok se na Y osi nalaze Pirsonovi reziduali.

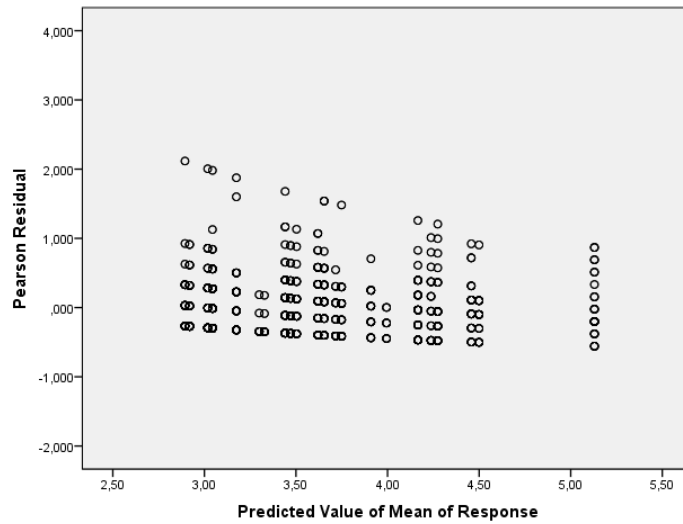
Poasonov model sa logaritamskom

funkcijom veze



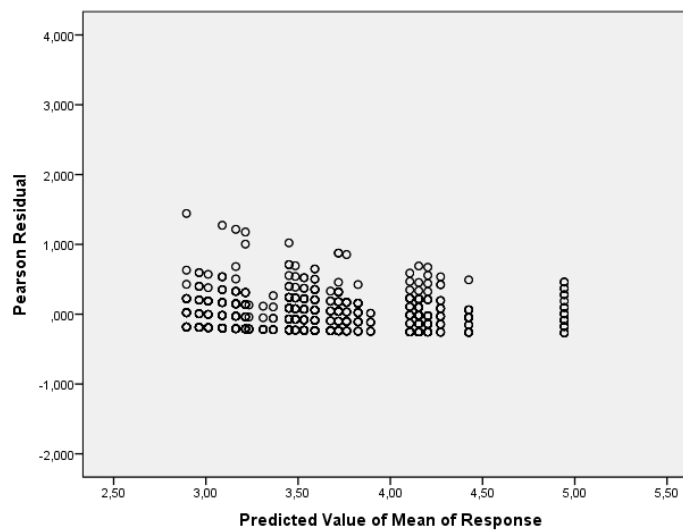
Negativni binomni model sa

logaritamskom funkcijom veze



Inverzni Gausov model sa

logaritamskom funkcijom veze



Slika 16 Prikaz Pirsonovih reziduala u odnosu na modelom predviđene vrednosti

Za razliku od običnih reziduala koji se računaju na osnovu formule:

$$r_i = y_i - \hat{\mu}_i \quad (12)$$

Pirsonovi reziduali su reziduali standardizovani po funkciji varijanse i dobijaju se na osnovu formule:

$$rp_i = \frac{y_i - \hat{\mu}_i}{\sqrt{V(\hat{\mu}_i)}} \quad (13)$$

gde je y_i odgovor ispitanika „i“, $\hat{\mu}_i$ odgovarajuća modelom predviđena srednja vrednost, a V varijansa, odnosno matematičko očekivanje odstupanja slučajne promenljive od srednje vrednosti. (P. Johnson, 2016) Sa prikazanih dijagrama (Slika 16) može se uočiti da Pirsonovi reziduali uzimaju najmanje vrednosti u slučaju inverznog Gausovog modela sa logaritamskom funkcijom veze, odnosno da su srednje vrednosti predviđene inverznim Gausovim modelom najpribližnije zabeleženim odgovorima ispitanika.

Uticaj vremenskih uslova na generisanje kretanja može se modelski predstaviti i za različite vidove prevoza. Model za predviđanje broja putovanja ostvarenih različitim vidovima prevoza u različitim vremenskim uslovima mora uzeti u obzir da određeni broj zaposlenih stanovnika nema ni jedno kretanje ostvareno određenim načinom tokom dana (npr. ne obavlja ni jedno kretanje javnim prevozom u određenim tipovima vremenskih uslova). U slučajevima kada ispitanik na obavlja ni jedno putovanje određenim načinom, izlazna promenljiva imaće vrednost nula. U postupku modeliranja uticaja vremenskih uslova na različite vidove prevoza potrebno je koristiti raspodele koje uzimaju u obzir da veliki broj izlaznih promenljivih može imati vrednost nula. U nastavku su prikazani modeli uticaja vremenskih uslova na generisanje putovanja zaposlenih stanovnika putničkim automobilom i javnim prevozom. Prikazani su rezultati koje daje GEE model sa Tvidijevom raspodelom, koja uzima u obzir postojanje većeg broja nula u skupu vrednosti koje uzima zavisna promenljiva. Pored Tvidijeve raspodele, i takozvane „zero-inflated“ Poasonova i „zero-inflated“ negativna binomna raspodela mogu se koristiti u ovim slučajevima.

Tabela 23 Parametri modela generisanja putovanja putničkim automobilom i javnim prevozom u različitim vremenskim uslovima

Parametar	Putnički automobil			Javni prevoz		
	B	Sig.	Exp(B)	B	Sig.	Exp(B)
k (konstanta)	1,444	,000	4,236	-,552	,000	,576
[pol=0]	-,605	,000	,546	,790	,000	2,204
[pol=1]	0 ^a	.	1	0 ^a	.	1
[PA=0]	-1,687	,000	,185	,721	,000	2,056
[PA=1]	-,279	,000	,757	,023	,877	1,023
[PA=2]	0 ^a	.	1	0 ^a	.	1
[VU=4]	-,265	,000	,767	-,120	,090	,887
[VU=3]	-,229	,000	,796	-,164	,028	,849
[VU =2]	-,025	,455	,975	-,295	,000	,744
[VU =1]	0 ^a	.	1	0 ^a	.	1

^a Vrednost koeficijenta je 0 jer je kategorija uzeta za referentnu

Pojedine kategorije nezavisnih promenljivih ne doprinose značajno modelu predviđanja broja putovanja putničkim automobilom (kategorija „vremenski uslovi tipa 2“) i javnim prevozom (kategorija „jedan putnički automobil u domaćinstvu“ i „vremenski uslovi tipa 4“). Za ove kategorije (Sig.>0,05) može se razmotriti izostavljanje iz modela. U cilju poređenja rezultata za iste kategorije ispitanika, nije izvršeno ukрупnjavanje kategorija, niti redukcija nezavisnih promenljivih u modelima.

U odnosu na zaposlene muškarce putnički automobil koristi manje zaposlenih žena, dok više žena koristi javni prevoz, što model dobro pretpostavlja. Posedovanje putničkog automobila pospešuje korišćenje istog tokom dana, dok smanjuje korišćenje javnog prevoza. Najviše je kretanja u najpovoljnijim vremenskim uslovima (tip vremenskih uslova 1) pa se za te uslove predviđa najviše putovanja svim vidovima u odnosu na manje povoljne vremenske uslove. Korišćenje putničkog automobila ne menja se značajno u vremenskim uslovima tipa 2 u odnosu na tip 1. Padavine umereno toplim danima neće značajno smanjiti korišćenje putničkog automobila, ali zato hladni suvi dani i hladni dani sa padavinama smanjuju korišćenje putničkog automobila na dnevnom nivou za 20% odnosno 23% u odnosu na tople pretežno suve dane. U odnosu na povoljne vremenske uslove, najmanje korisnika javnog prevoza predviđa se tokom umereno

toplih dana sa padavinama (tip 2), odnosno za oko 25% manje. Hladnim danima sa padavinama predviđa se oko 11% manje putovanja obavljenih javnim prevozom u odnosu na povoljne vremenske uslove.

8.2 Model vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima

Modeliranje izbora načina kretanja fokusirano je na svrhu odlazak na posao. Kretanja sa ovom svrhom obavljaju se u jutarnjem vršnom periodu i samim tim važna su za razumevanje odnosa ponude i potražnje u periodima najvećih zahteva na mreži. Ranije je pokazano da između različitih tipova vremenskih uslova postoji statistički značajna razlika u načinima koje zaposleni stanovnici biraju za svrhu odlazak na posao. U narednoj tabeli prikazan je odnos nemotorizovanih kretanja, putovanja javnim prevozom i putničkim automobilom za svrhu odlazak na posao.

Tabela 24 Vidovna raspodela u četiri tipa vremenskih uslova za svrhu odlazak na posao

	Vidovna raspodela (%)			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
nemotorizovano	7	7	9	4
javni prevoz	38	31	44	44
putnički automobil	55	62	47	52

Za ukupno 392 ispitanika zabeležen je način kretanja za svrhu odlazak na posao za četiri tipa vremenskih uslova. Od zabeleženih kretanja sa svrhom odlazak na posao u svim vrenskim uslovima samo 7% je obavljeno nemotorizovanim načinima. Kako je putnički automobil vid prevoza koji najviše utiče na transportni sistem, modeliranje vidovne raspodele svedeno je na sledeći izbor ispitanika za svrhu odlazak na posao: bira putnički automobil/ne bira putnički automobil. Za konkretne podatke na području istraživanja, s obzirom na vidovnu raspodelu, može se reći da će model praktično predviđati izbor između putničkog automobila i javnog prevoza.

S obzirom da se radi o ponovljenim ispitivanjima, modeliranje je zasnovano na GEE pristupu, kako ne bi bila zanemarena činjenica da su odgovori istog ispitanika u različitim vremenskim uslovima u korelaciji. Razvijanje GEE modela zahteva

definisanje radne strukture korelacije, raspodele zavisne promenljive i funkcije veze. Za radnu stukturu korelacije izabrana je izmenljiva struktura, dok je za raspodelu zavisne promenljive i funkciju veze, odnosno za tip modela, izabran binarni logistički model. Ovaj tip modela izabran je s obzirom da je svrha modela predviđanje izbora između dve alternative.

Logit model je dezagregatni model i najčešće je korišćen od svih modela diskretnog izbora zbog svoje jednostavnosti i praktičnosti. Formira se kao model višestrukog izbora u slučajevima kada zavisna provenljiva može uzeti više od dve vrednosti, odnosno kao binarni (binomni) u slučaju kada zavisna promenljiva može uzeti samo dve vrednosti. Logistička regresija, uopšteno rečeno, omogućava formiranje modela koji predviđa kategorijski rezultat sa dve ili više kategorija. Za primenu logit modela nezavisne promenljive mogu biti kategorijske ili neprekidne, ili i kategorijske i neprekidne. (Pallant, 2011) Logit model je lak za interpretaciju što dovodi do njegove česte upotrebe. Ovaj model ujedno je najčešće korišćen model u procesu modeliranja izbora načina u različitim vremenskim uslovima.

Verovatnoća dobijena logit modelom uvek se nalazi u intervalu od 0 do 1. Kada reprezentativna korist jedne alternative raste, verovatnoća da ona bude izabrana takođe raste, odnosno teži jedinici. Kada reprezentativna korist jedne alternative opada verovatnoća izbora teži nuli. Zbir verovatnoća izbora svih alternativa jednak je jedinici, pa povećanje verovatnoće izbora jedne alternative podrazumeva proporcionalno smanjenje verovatnoće izbora svih ostalih i obrnuto. (Simićević, 2013)

Formulacija binarnog logit modela zapisuje se na jedan od narednih načina:

$$\text{logit}(P) = \log\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (14)$$

ili

$$P = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k}} \quad (15)$$

(Peng, Lee, & Ingersoll, 2002).

Konstantni član u modelu može se objasniti kao prosečan uticaj koristi svih faktora koji nisu uključeni u model. (K. Train, 2002) Regresioni koeficijenti pokazuju uticaje nezavisnih promenljivih. Za interpretaciju modela pogodno je prikazati $\exp(B)$ odnosno antilogaritme koeficijenata, koji pokazuju koliko puta se menja šansa²² realizacije događaja sa promenom jedne jedinice nezavisne promenljive (Simićević, 2013), odnosno u ovom slučaju sa promenom kategorije nezavisne promenljive. Ukoliko je ova vrednost manja od 1 (tj. ako je B manje od 0), šansa se smanjuje, dok se u suprotnom ($\exp(B) > 1, B > 0$) šansa povećava.

Za izbor nezavisnih promenljivih u modelu primenjen je metod pokušaja i greške. Pošto je pokazano da podela zaposlenih stanovnika po posedovanju putničkog automobila na tri kategorije ne doprinosi podesnosti modela, promenljiva broj PA u domaćinstvu ukрупnjena je na dve kategorije. Metodom pokušaja i greške došlo se do zaključka da, osim pola, posedovanja putničkog automobila u domaćinstvu i vremenskih uslova, prediktor koji utiče na podesnost modela jeste prosečno vreme putovanja na posao. Iako model sadrži četiri nezavisne promenljive, pokazatelj QICC je niži u odnosu na model koji sadrži tri nezavisne promenljive.

Tabela 25 Nezavisne promenljive u binarnom logit GEE modelu izbora vida prevoza za svrhu odlazak na posao

PROMENLJIVA	KATEGORIJE	NAZIV I VREDNOSTI U MODELU
pol	ženski	[pol=0]
	muški	[pol=1]
broj PA u domaćinstvu	domaćinstvo ne poseduje PA	[PA=0]
	domaćinstvo poseduje bar jedan PA	[PA=1]
prosečno vreme putovanja na posao	neprekidna promenljiva izražena u minutima	[VPUT]
tip vremenskih uslova	toplo pretežno suvo	[VU=1]
	umereno toplo sa velikim padavinama	[VU =2]
	umereno hladno pretežno suvo	[VU =3]
	hladno sa velikim padavinama	[VU =4]

Pokazalo se da promenljiva koja predstavlja vremenske uslove tipa 4 (hladni dani sa velikim padavinama) ne doprinosi značajno podesnosti modela (Sig.>0,05) pa je razmotreno izostavljanje ove promenljive iz modela. Izostavljanje promenljive koja

²² Šansa se definiše kao odnos verovatnoća da će se određeni događaj realizovati i da se neće realizovati ($p/(1-p)$).

predstavlja vremenske uslove tipa 4 doprinelo je podesnosti modela, što potvrđuje pokazatelj QICC (Tabela 26). Uzimajući u obzir sve napred navedeno, razvijeni binarni logit GEE model, podešen na osnovu prikupljene baze podataka, prikazan je u nastavku (Tabela 27).

Tabela 26 Prikaz postupka izbora nezavisnih promenljivih u binarnom logit GEE modelu vidovne raspodele u različitim vremenskim uslovima

Parametar	Model 2a			Model 2b			Model 2c		
	B	SE	Sig.	B	SE	Sig.	B	SE	Sig.
k (konstanta)	-1,214	,1533	,000	-2,244	,2360	,000	-2,234	,2879	,000
[pol=0]	1,392	,1960	,000	1,120	,2058	,000	1,385	,2224	,000
[pol=1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
[PA=0]	3,301	,4712	,000	3,646	,5168	,000	3,861	,4905	,000
[PA=1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
[VPUT]				,042	,0091	,000	0,036	,0107	,001
[VU =4]	,126	,1483	,396	,133	,1557	,392			
[VU =3]	,430	,1285	,001	,454	,1338	,001	,471	,1379	,001
[VU =2]	-,229	,1206	,012	-,243	,1275	,009	-,252	,1337	,006
[VU =1]	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.	0 ^a	.	.
	QICC=1299,121			QICC=1184,911			QICC=1048,770		

Tabela 27 Binarni logit GEE model izbora vida prevoza za odlazak na posao u različitim vremenskim uslovima

Parametar	B	SE	Sig.	Exp(B)
k (konstanta)	-2,234	,2879	,000	,107
[pol=0]	1,385	,2224	,000	3,997
[pol=1]	0 ^a	.	.	1
[PA=0]	3,861	,4905	,000	47,535
[PA=1]	0 ^a	.	.	1
[VPUT]	0,036	,0107	,001	1,036
[VU =3]	,471	,1379	,001	1,601
[VU =2]	-,252	,1337	,006	,777
[VU =1]	0 ^a	.	.	1
	QIC=1053,609			
	QICC=1048,770			

^a Vrednost koeficijenta je 0 jer je kategorija uzeta za referentnu

Za referentnu kategoriju uzet je izbor putničkog automobila. Sa statističke tačke gledišta, potpuno je nevažno koja će kategorija biti uzeta za referentnu (Simićević,

2013). Predstavljeni model daje verovatnoću da ispitanik ne izabere putnički automobil. Referentne kategorije kod kategorijskih nezavisnih promenljivih su muški pol, pojedinci čije domaćinstvo poseduje bar jedan putnički automobil i vremenski uslovi tipa 1. Samim tim $\text{Exp}(B)$, antilogaritmi koeficijenta, pokazuju koliko se puta menja šansa da ne izaberu putnički automobil zaposlene žene u odnosu na zaposlene muškarce, oni čije domaćinstvo ne poseduje putnički automobil u odnosu na one čije domaćinstvo poseduje, kao i u vremenskim uslovima tipa 2 i tipa 3 u odnosu na vremenske uslove tipa 1.

Kao i u slučaju mobilnosti, izbor vida prevoza u slučaju žena više ide u prilog održivom transportnom sistemu u poređenju sa izborom vida kod muškaraca. Za svrhu kretanja odlazak na posao, šansa da zaposlena žena ne izabere putnički automobil veća je skoro četiri puta u odnosu na zaposlenog muškarca. U odnosu na tople pretežno suve dane, šansa da se ne koristi putnički automobil povećava se u umereno hladnim pretežno suvim danima, a smanjuje se u umereno toplim danima sa velikim padavinama. Šansa za izbor načina koji nije putnički automobil u umereno toplim danima sa velikim padavinama (tip 2) je 0,777 puta manja u odnosu na tople pretežno suve dane (tip 1). Sa druge strane, šansa za izbor načina koji nije putnički automobil je 1,601 puta veća u umereno hladnim pretežno suvim danima (tip 3) u odnosu na tople pretežno suve dane (tip 1). Sa porastom prosečnog vremena putovanja na posao povećava se šansa korišćenja načina koji nije putnički automobil. Sa svakim dodatnim minutom šansa se povećava 1,036 puta. Verovatnoća izbora između putničkog automobila i ostalih načina računa se na osnovu jednačina (14) i (15).

Za razvijeni model važno je u kojoj meri tačno predviđa binarni izbor (ne bira putnički automobil/bira putnički automobil) u različitim vremenskim uslovima. Posmatrano dezagregatno, na nivou pojedinca, model tačno predviđa izbor vida u vremenskim uslovima tipa 1 u 71% slučajeva, u vremenskim uslovima tipa 2 i tipa 3 u 73% slučajeva. Može se reći da u proseku model tačno predviđa izbor vida prevoza u nešto više od 72% slučajeva. Ono što je takođe važno jeste koliko dobro model predviđa vidovnu raspodelu posmatrano agregatno na nivou svih zaposlenih u različitim vremenskim uslovima. Zabeležena vidovna raspodela i

modelom predviđena vidovna raspodela prikazana je narednom tabelom (Tabela 28). Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da model opisuje na zadovoljavajućem nivou tačnosti vidovnu raspodelu između putničkog automobila i ostalih načina u različitim vremenskim uslovima.

Tabela 28 Snimljena i modelom predviđena vidovna raspodela (putnički automobil/ostali načini) za svrhu kretanja odlazak na posao u različitim tipovima vremenskih uslova

		VIDOVNA RASPODELA (%)		
			SNIMLJENA (iz istraživanja)	PREDVIĐENA (iz modela)
Tip vremenskih uslova 1	PA	0	45	45
		1	55	55
Tip vremenskih uslova 2	PA	0	38	33
		1	62	67
Tip vremenskih uslova 3	PA	0	53	56
		1	47	44

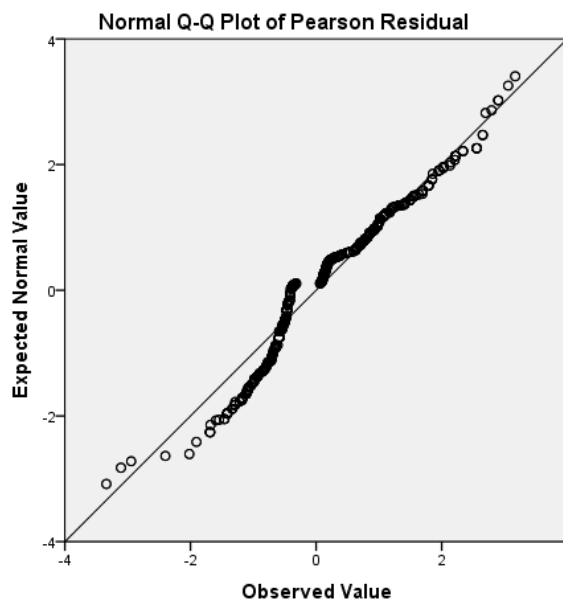
U cilju ispitivanja podesnosti modela, izvršen je jedan od takozvanih grafičkih testova ispitivanja podesnosti modela, odnosno formiran je Q-Q dijagram. Grafik koji predstavlja odnos empirijskih kvantila²³ i kvantila određene raspodele naziva se Q-Q dijagram. Uopšteno rečeno, ukoliko je raspodela ispravno pretpostavljena, linija na Q-Q dijagramu je približna liniji koja zaklapa ugao od 45° sa osama grafika. (Mandić, 2013) U literaturi (Oh, Carriere, & Park, 2008; Park, Davis, & Li, 1998; Park & Lee, 2004) Q-Q dijagram je prepoznat kao grafički test pomoću koga se testira raspodela rezidualnih odstupanja dobijenih u GEE modelima, a preporučeno je testiranje normalnosti raspodele Pirsonovih reziduala.

U jednačinama linearne regresije reziduali se računaju kao razlika između snimljene i modelom predviđene vrednosti. Računaju se direktno iz regresione jednačine. U logističkoj regresiji može se proračunati nekoliko vrsta reziduala. Više o proračunu reziduala u logističkoj regresiji može se naći u (Hosmer & Lemeshow, 2000). U logističkoj regresiji ne pretpostavlja se normalnost raspodele reziduala, već se pretpostavlja da raspodela reziduala prati binomnu raspodelu. Ipak, kod

²³ Mera koja deli distribuciju na jednaka percentilna rastojanja. (izvor: <http://www.e-statistika.rs/index.php?pa=56&idTeksta=28>)

velikih uzoraka binomna raspodela približna je normalnoj raspodeli. U slučaju velikih uzoraka smatra se da standardizovani reziduali imaju normalnu raspodelu ($\mu=0, \sigma=1$). S obzirom da standardizovani reziduali imaju normalnu raspodelu, da bi se smatralo da model ima dobru prediktivnu moć, 95% slučajeva treba da uzme vrednosti između -2 i 2, odnosno 99% slučajeva treba da uzme vrednosti između -2,5 i 2,5. (Menard, 2010)

U nastavku (Slika 17) prikazan je Q-Q dijagram Pirsonovih reziduala binarnog logit GEE modela. Pirsonovi reziduali su reziduali standardizovani po funkciji varijanse i samim tim trebalo bi da zadovoljavaju pretpostavku o normalnosti raspodele.



Slika 17 Q-Q dijagram Pirsonovih reziduala binarnog logit GEE modela

Dijagram potvrđuje da raspodela Pirsonovih reziduala binarnog logit GEE modela jeste bliska normalnoj raspodeli, sa određenim odstupanjem od normalne raspodele (u segmentu Pirsonovih reziduala koji uzimaju negativne vrednosti), što ukazuje na slučajeve koje model slabije opisuje. Vrednosti Pirsonovih reziduala ispunjavaju napred navedene kriterijume za zadovoljavajuću prediktivnu moć modela, s obzirom da više od 95% slučajeva uzima vrednost u opsegu od -2 do 2, odnosno 99% slučajeva uzima vrednost između -2,5 i 2,5.

9 ZAKLJUČAK

Doktorska disertacija dokazuje da vremenski uslovi utiču na transportne zahteve. Dokazane su postavljene hipoteze o uticaju vremenskih uslova na mobilnost i na promenu izbora vida prevoza, kao i hipoteza da se uticaj vremenskih uslova na transportne zahteve može kvantifikovati. Razvijena je metodologija istraživanja uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja. Definisan je postupak utvrđivanja merodavnih dana za sprovođenje istraživanja karakteristika kretanja u različitim vremenskim uslovima. Predstavljen je postupak modeliranja nastajanja i vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima. Predstavljena metodologija može se primeniti za bilo koje područje, kao i postupak razvijanja i odabira modela. Osim primene u gradskim područjima, primena je moguća i u analizi uticaja vremenskih uslova na transportne zahteve na regionalnom i nacionalnom nivou. Predložena metodologija i postupak modeliranja verifikovani su na primeru zaposlenih stanovnika Beograda.

Istraživanja sprovedena u okviru doktorske disertacije pokazala su da vremenski uslovi utiču na mobilnost zaposlenih stanovnika. U odnosu na povoljne vremenske uslove (topli pretežno suvi dani) u svim ostalim tipovima vremenskih uslova (umereno topli dani sa velikim padavinama, umereno hladni pretežno suvi dani, hladni dani sa velikim padavinama) zabeležen je manji broj kretanja tokom dana. Takođe, istraživanja su ukazala da vremenski uslovi imaju uticaj na broj kretanja sa neobaveznim svrhama, dok na broj kretanja sa svrhom odlaska na posao nemaju uticaj. Vremenski uslovi različito utiču i na vidovnu raspodelu neobaveznih u odnosu na obavezna kretanja. Istraživanja su pokazala da se vidovna raspodela razlikuje u različitim tipovima vremenskih uslova.

Razultati doktorske disertacije u skladu su sa zaključcima iz literature. Pokazano je da su padavine najvažniji faktor uticaja na karakteristike kretanja, kao što je pokazano u radu (Anta et al., 2016), da kiša utiče na opadanje zahteva za korišćenjem javnog prevoza kao što je pokazano u istraživanju (Bertness, 1980), ali i da je odnos vremenskih uslova i zahteva za korišćenjem javnog prevoza jako

kompleksan, na šta su ukazali i autori rada (Guo et al., 2007), jer će se u izuzetno nepovoljnim vremenskim uslovima ispitanici opredeliti za javni prevoz, što je zaključeno i u radu (Anta et al., 2016). Ovim, kao i istraživanjem (Nikolić, 2011) pokazano je da u uslovima snežnih padavina opada korišćenje automobila. Pokazano je da je zaštićenost od vremenskih uslova, kao jednog od parametara kvaliteta usluge javnog prevoza u Beogradu, na zadovoljavajućem nivou (Grujičić et al., 2014), što govori u prilog dobijenim rezultatima o vidovnoj raspodeli radnih kretanja tokom hladnih suvih dana i dana sa snežnim padavinama.

Ranija istraživanja istakla su da je uticaj vremenskih uslova na nemotorizovane načine dovoljno veliki da zaslužuje pažnju kako na istraživačkom, tako i na planerskom nivou. Većina dosadašnjih istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja, kao i većina razvijenih modela vezani su za područja sa velikim udelom nemotorizovanih kretanja u vidovnoj raspodeli. U okviru disertacije pokazano je da pažnju daljih istraživanja zaslužuje i uticaj vremenskih uslova na motorizovane načine. Ukazano je na potrebu za istraživanjima i razvijanjem modela uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u svim područjima, bez obzira na vidovnu raspodelu.

Na osnovu postojanja razlika u mobilnosti i izboru načina kretanja u različitim vremenskim uslovima, razvijeni su modeli koji sadrže uticaj vremenskih uslova i socio-ekonomskih karakteristika pojedinca na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja. Modeli razvijeni u okviru doktorske disertacije u skladu su sa preporukama o zameni tradicionalnih modela savremenim modelima koji bolje opisuju pokazatelje transportnih zahteva, poput broja kretanja, mobilnosti, pređenih rastojanja i izbora načina. Takođe, razvijeni modeli u skladu su sa savremenim postupcima modeliranja koji uzimaju u obzir ponašanje putnika, s obzirom da uključuju efekte koje različiti vremenski uslovi imaju na karakteristike kretanja. Razvijeni modeli uzimaju u obzir da su odgovori istog ispitanika u korelaciji, što je važno kod ovakvog tipa istraživanja.

Razvijeni model nastajanja i model vidovne raspodele putovanja zaposlenih stanovnika u različitim vremenskim uslovima predstavljaju dokaz da se uticaj

vremenskih uslova na transportne zahteve može kvantifikovati i da je opravdano uvesti uticaj vremenskih uslova u modele transportnih zahteva, s obzirom da definisane kategorije vremenskih uslova značajno doprinose podesnosti modela. Model generisanja i model vidovne raspodele putovanja u različitim vremenskim uslovima, razvijeni na predstavljen način, daju pouzdanu sliku o promeni karakteristika kretanja zaposlenih stanovnika u različitim vremenskim uslovima.

Zaključci o nastajanju i vidovnoj raspodeli putovanja u različitim vremenskim uslovima naročito su važni za procedure planiranja saobraćaja i upravljanja transportnim zahtevima. Uticaj vremenskih uslova na transportne zahteve mora se uzeti u obzir u saobraćajnim studijama, naročito pri poređenju rezultata prikupljenih tokom različitih dana ili perioda. Koeficijenti uticaja vremenskih uslova iz modela nastajanja i modela vidovne raspodele putovanja zaposlenih stanovnika mogu se koristiti kao korekcionni faktori za transportne zahteve na dnevnom nivou u različitim vremenskim uslovima.

Dobijeni rezultati istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja govore u prilog važnosti razvijanja mera adaptacije klimatskim promenama u oblasti saobraćaja. Sa povoljnijim vremenskim uslovima očekuje se veća mobilnost i veći udeo putničkog automobila u vidovnoj raspodeli u vršnim periodima. Razvoj modela omogućava poređenje sadašnjih i transportnih zahteva u budućnosti, odnosno u predviđenim klimatskim uslovima. Identifikacija i kvantifikacija uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja neophodne su za proces utvrđivanja promena koje će predviđena klima usloviti u saobraćajnom sistemu. Na području istraživanja strategije upravljanja transportnim zahtevima trebalo bi usmeriti na privlačenje zaposlenih stanovnika da koriste javni prevoz, naročito tokom toplih pretežno suvih dana. U procesu definisanja strategija treba imati u vidu da su istraživanja pokazala da mobilnost žena i izbor vida prevoza u slučaju žena više idu u prilog održivom transportnom sistemu, u odnosu na mobilnost i izbor vida kod muškaraca.

Modeli procene uticaja klimatskih promena na saobraćajni sistem ne mogu biti pouzdani ukoliko ne uključe reakcije stanovništva na klimatske promene.

Razvijene modele jednačina generalizovanih procena moguće je koristiti ne samo za prognozu karakteristika kretanja u budućnosti, već i u procesu praćenja efekata strateških mera na karakteristike kretanja u najavljenim klimatskim uslovima. U okviru modela postavljenih u doktorskoj disertaciji uticaj primenjenih mera na karakteristike kretanja može se pratiti kroz duži vremenski period, što razvijene modele čini izuzetno korisnim.

Pravci budućih istraživanja

Buduća istraživanja imaće za cilj razvijanje modela uticaja vremenskih uslova na transportne zahteve svih stanovnika. Uvođenje kontinualnih istraživanja tokom godine na određenom skupu ispitanika, koji bi bio reprezentativan za celu populaciju, zasigurno bi doprinelo detaljnosti i preciznosti istraživanja karakteristika kretanja u različitim vremenskim uslovima. Sa većom sigurnošću bi se mogli utvrditi obrasci kretanja stanovnika, kao i odstupanja od uobičajenih obrazaca koja su posledica vremenskih uslova.

Način prikupljanja podataka može se u velikoj meri osloniti na tehnička i tehnološka dostignuća. Savremeni sistemi praćenja kretanja, koji se nalaze u gotovo svakom mobilnom telefonu, omogućavaju prikupljanje podataka o izvorima i ciljevima, kao i o vremenima putovanja i rutama za sve ispitanike. Mogućnost davanja odgovora putem online upitnika o svrhama evidentiranih kretanja na kraju svakog dana omogućava kompletiranje baze podataka bez velikih troškova. Smanjenje troškova prikupljanja podataka na ovaj način nema negativan efekat na kvalitet podataka. Korišćenjem savremenih tehnologija mogu se dobiti izuzetno pouzdani podaci o karakteristikama kretanja.

U okviru budućih istraživanja pažnja će biti usmerena na promenu vremena polaska i rute kretanja, s obzirom da su istraživanja pokazala da određeni broj stanovnika ne odustaje od kretanja i ne menja način kretanja, ali menja neke druge odluke vezane za kretanje koje realizuje u manje povoljnim vremenskim uslovima. Buduća istraživanja imaće za cilj da utvrde značaj informacija o saobraćaju u različitim vremenskim uslovima na odluke koje korisnik donosi pre ili u toku

putovanja. Pravci daljih istraživanja usmeriće se i na mogućnost modeliranja uticaja vremenskih uslova kroz razvijanje modela zasnovanih na aktivnostima.

Neka od ranijih istraživanja su pokazala veću osetljivost transportnih zahteva na nepovoljne vremenske uslove tokom dana vikenda, nego tokom radnih dana. Istraživanja tokom dana vikenda mogu biti tema nekih narednih analiza uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja na području istraživanja. Poseban osvrt u budućim istraživanjima biće usmeren na uticaj vremenskih uslova na karakteristike kretanja osetljivih kategorija stanovništva, pošto nepovoljni vremenski uslovi mogu imati veći uticaj na primer na starije stanovnike.

10 LITERATURA

- Aaheim, H. A., & Hauge, K. E. (2005). *Impacts of climate change on travel habits A national assessment based on individual choices*, Center for International Climate and Environmental Research, Blindern, Oslo.
- Abdi, H. (2007). *The Bonferonni and Šidák Corrections for Multiple Comparisons*. in *Encyclopedia of Measurement and Statistics* ed. N. J. Salkind. Thousand Oaks: Sage. <http://doi.org/10.4135/9781412952644>
- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis* (Second ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, New Jersey, USA. <http://doi.org/10.1007/s007690000247>
- Agresti, A. (2007). *An introduction to categorical Data Analysis* (Second ed). New Jersey: John Wiley & Sons, New Jersey, USA. <http://doi.org/10.1198/jasa.2008.s251>
- Akaike, H. (1974). A New Look at Statistical Model Identification. *IEEE Trans. Automatic Control*, 19(6), 716–723.
- Alfthan, B., Krilasevic, E., Venturini, S., Bajrovic, S., Jurek, M., Schoolmeester, T., ... Kurvits, T. (2015). *Outlook on climate change adaptation in the Western Balkan mountains*. Vienna, Arendal and Sarajevo. Retrieved from <http://www.grida.no/publications/default/6617.aspx>
- Anđelković, G. (2003). Osnovne karakteristike beogradskog ostrva toplote. *Glasnik Srpskog Geografskog Društva*, 83(1), 1–16. <http://doi.org/10.2298/GSGD1301001M>
- Anta, J., Pérez-López, J. B., Martínez-Pardo, A., Novales, M., & Orro, A. (2016). Influence of the weather on mode choice in corridors with time-varying congestion: a mixed data study. *Transportation*, 43(2), 337–355. <http://doi.org/10.1007/s11116-015-9578-1>
- Aparacio, A., Leitner, M., Mylne, K., Palin, E., & Sobrino, N. (2013). *Support to*

transport and environment assessments Adaptation to Climate Change in the Transport Sector.

Arana, P., Cabezudo, S., & Peñalba, M. (2014). Influence of weather conditions on transit ridership: A statistical study using data from Smartcards. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 1–12. <http://doi.org/10.1016/j.tra.2013.10.019>

Arcier, B. F. D., Andan, O., & Raux, C. (1998). Stated adaptation surveys and choice process: Some methodological issues. *Transportation*, 25(2), 169–185. <http://doi.org/10.1023/A:1005042505063>

Arsenović, P., Tošić, I., & Unkašević, M. (2013). Seasonal analysis of warm days in Belgrade and Nis. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic*, 63(4), 1–10. <http://doi.org/10.2298/IJGI1304001A>

Aultman-Hall, L., Lane, D., & Lambert, R. R. (2009). Assessing the Impact of Weather and Season on Pedestrian Traffic Volumes. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2140(1), 35–43. <http://doi.org/10.3141/2140-04>

Ballinger, G. A. (2004). Using Generalized Estimating Equations for Longitudinal Data Analysis. *Organizational Research Methods*, 7(2), 127–150. <http://doi.org/10.1177/1094428104263672>

Basarić, V., Đorić, V., Bogdanović, V., Mitrović, J., & Jović, J. (2014). Effects of Traffic on NO₂ and PM₁₀ Emissions in Novi Sad. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(5), 1837–1842. Retrieved from <http://www.pjoes.com/pdf/23.5/Pol.J.Enviro.Stud.Vol.23.No.5.1837-1842.pdf>

Basarić, V., & Jović, J. (2011). Target modal split model. *Transport*, 26(4), 418–424. <http://doi.org/10.3846/16484142.2011.644044>

Ben-Akiva, M., Morikawa, T., & Shiroishi, F. (1992). Analysis of the reliability of

- preference ranking data. *Journal of Business Research*, 24(2), 149–164. [http://doi.org/10.1016/0148-2963\(92\)90058-J](http://doi.org/10.1016/0148-2963(92)90058-J)
- Bergström, A., & Magnusson, R. (2003). Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(8), 649–666. [http://doi.org/10.1016/S0965-8564\(03\)00012-0](http://doi.org/10.1016/S0965-8564(03)00012-0)
- Berkum, E. van, Weijermars, W., & Hagens, A. (2006). The impact of weather on urban travel demand in the Netherlands. In *Proceedings of the EWGT2006 International Joint Conferences* (pp. 245–252). Bari, Italia: Politecnico Di Bari. Retrieved from http://www.iasi.cnr.it/ewgt/EWGT_Atti.pdf
- Bertness, J. (1980). Rain related impacts on Selected Transportation Activities and Utility Services in the Chicago Area. *Journal of Applied Meteorology*, 19(5), 545–556. [http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450\(1980\)019<0545:RRIOST>2.0.CO;2](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1175/1520-0450(1980)019<0545:RRIOST>2.0.CO;2)
- Bhat, C. R., & Castelar, S. (2002). A unified mixed logit framework for modeling revealed and stated preferences: Formulation and application to congestion pricing analysis in the San Francisco Bay area. *Transportation Research Part B: Methodological*, 36(7), 593–616. [http://doi.org/10.1016/S0191-2615\(01\)00020-0](http://doi.org/10.1016/S0191-2615(01)00020-0)
- Böcker, L. (2014). *Climate, Weather and Daily Mobility - Transport Mode Choices and Travel Experiences in the Randstad Holland (Doctoral dissertation)*. Faculty of Geosciences, Utrecht University. Retrieved from <http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/315942>
- Böcker, L., Dijst, M., Faber, J., & Helbich, M. (2015). En-route weather and place valuations for different transport mode users. *Journal of Transport Geography*, 47, 128–138. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.06.003>
- Böcker, L., Dijst, M., & Prillwitz, J. (2013). Impact of Everyday Weather on Individual Daily Travel Behaviours in Perspective: A Literature Review. *Transport Reviews*, 33(1), 71–91.

<http://doi.org/http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01441647.2012.747114>

Böcker, L., Prillwitz, J., & Dijst, M. (2013). Climate change impacts on mode choices and travelled distances: a comparison of present with 2050 weather conditions for the Randstad Holland. *Journal of Transport Geography*, 28, 176–185. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.11.004>

Bojović, S. (2014). *Poasonova regresija i primene (Master rad)*. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet.

Bowker, A. (1948). A Test for Symmetry in Contingency Tables. *Journal of the American Statistical Association*, 43(244), 572–574. <http://doi.org/10.1017/CB09781107415324.004>

Buehler, R. (2011). Determinants of transport mode choice: a comparison of Germany and the USA. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 644–657. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.07.005>

Bundesamt für Statistik. (2012). *Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010*. Neuchâtel und Bern.

Chang, J. S., Jung, D., Kim, J., & Kang, T. (2014). Comparative analysis of trip generation models: results using home-based work trips in the Seoul metropolitan area. *Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research*, 6(2), 78–88. <http://doi.org/10.1179/1942787514Y.0000000011>

Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 354–367. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2006.11.008>

Chen, R. B., & Mahmassani, H. S. (2015). Let it rain: Weather effects on activity stress and scheduling behavior. *Travel Behaviour and Society*, 2(1), 55–64. <http://doi.org/10.1016/j.tbs.2014.08.001>

Chen, R., & Clifton, K. (2012). *Traveling in Comfort : Investigating Weather Ranges*

for Travel. In *TRB 2012 Annual Meeting* (p. 21). Washington, D.C.: Transportation Research Board.

Chorus, C. G. (2012). What about behaviour in travel demand modelling? An overview of recent progress. *Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research*, 4(2), 93–104. <http://doi.org/10.3328/TL.2012.04.02.93-104>

Chua, L. C. (2006). Sample Size Estimation Using Krejcie And Morgan And Cohen Statistical Power Analysis: A Comparison. *Jurnal Penyelidikan IPBL*, 7, 78–86. Retrieved from <http://www.ipbl.edu.my/portal/penyelidikan/jurnalpapers/jurnal2006/chua06.pdf>

Chung, E., Ohtani, O., & Kuwahara, M. (2005). Effect of rainfall on travel time and travel demand. In *5th ITS European Congress* (pp. 1–8). Hannover, Germany. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228342703_Effect_of_rainfall_on_travel_time_and_travel_demand

Chung, E., Ohtani, O., Warita, H., Kuwahara, M., & Morita, H. (2005). Effect of rain on travel demand and traffic accidents. In *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems* (pp. 1080–1083). Vienna. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1520201

Clifton, K. (2010). Rainy Days And Mondays Always Make Me Drive? An Examination Of Weather And The Use Of Active Modes. In *51st Annual Conference of the Association of Collegiate Schools of Planning Proceedings* (pp. 590–591). Minneapolis. Retrieved from https://c.ymcdn.com/sites/www.acsp.org/resource/collection/B188C63A-A00B-4368-9182-750BB9BA4AF6/2010_Book_of_Accepted_Abstracts.pdf

Clifton, K., Chen, R., & Cutter, A. (2011). Representing Weather in Travel Behaviour

- Models: A Case Study from Sydney, AUS. In *Australasian Transport Research Forum 2011 Proceedings* (pp. 1–14). Adelaide, Australia. Retrieved from http://www.atrf.info/papers/2011/2011_Clifton_Chen_Cutter.pdf
- Cochran, W. G. (1950). The Comparison of Percentages in Matched Samples. *Biometrika*, (37), 256–266. <http://doi.org/10.1093/biomet/37.3-4.256>
- Cools, M., & Creemers, L. (2013). The dual role of weather forecasts on changes in activity-travel behavior. *Journal of Transport Geography*, 28, 167–175. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.11.002>
- Cools, M., Moons, E., Creemers, L., & Wets, G. (2010). Changes in travel behavior in response to weather conditions: whether type of weather and trip purpose matter? In *Transportation Research Record* (pp. 1–15). Washington, D.C.: Transportation Research Board. Retrieved from https://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/132905/1/TRR_10-0952_CMCW_Author_postscript.pdf
- Cools, M., Moons, E., & Wets, G. (2010). Assessing the impact of weather on traffic intensity. *Weather, Climate, and Society*, 2, 60–68. Retrieved from <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2009WCAS1014.1>
- Couper, M. (2000). Web surveys: A review of issues and approaches. *The Public Opinion Quarterly*, 64(4), 464–494. <http://doi.org/10.1086/318641>
- Creemers, L., Wets, G., & Cools, M. (2015). Meteorological variation in daily travel behaviour: evidence from revealed preference data from the Netherlands. *Theoretical and Applied Climatology*, 120(1–2), 183–194. <http://doi.org/10.1007/s00704-014-1169-0>
- Cui, J. (2007). QIC program and model selection in GEE analyses. *The Stata Journal*, 7(2), 209–220. <http://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1003-9406.2011.02.007>
- Dieleman, F., Dijst, M., & Burghouwt, G. (2002). Urban Form and Travel Behaviour: Mirco-level Household Attributed and Residential Context. *Urban Studies*,

39(3), 507–527. <http://doi.org/10.1080/0042098022011280>

Diggle, P., Heagerty, P., Liang, K.-Y., & Zeger, S. (2002). *Analysis of Longitudinal Data* (Second Edi). Oxford University Press.

Drljača, V., Tošić, I., & Unkašević, M. (2009). An analysis of heat waves in Belgrade and Niš using the climate index. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic*, 59(1), 49–62. <http://doi.org/10.2298/IJGI0959049D>

Đurđević, V. (2010). *Simulacija klime i klimatskih promena u jugoistočnoj Evropi korišćenjem regionalnog klimatskog modela (doktorska disertacija)*. Univerzitet u Beogradu, Fizički fakultet, Institut za meteorologiju. Retrieved from <http://www.milutinmilankovic.rs/documents/СИМУЛАЦИЈА.pdf>

European Environment Agency. (2014). *Adaptation of transport to climate change in Europe, Challenges and options across transport modes and stakeholders*. Copenhagen. Retrieved from <http://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-of-transport-to-climate>

European Environment Agency. (2015). *Are we ready for climate change?* Copenhagen. Retrieved from <http://www.eea.europa.eu/media/infographics/are-we-ready-for-climate-change/view>

European Metropolitan Transport Authorities. (2012). *EMTA Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas in 2009*. Madrid. Retrieved from http://www.emta.com/IMG/pdf/barometer_report_2012_data_2009_.pdf

Fitzmaurice, G., Laird, N., & Ware, J. (2011). *Applied Longitudinal Analysis* (Second Edi). John Wiley & Sons.

Gardiner, J., Luo, Z., & Roman, L. A. (2009). Fixed effects, random effects and GEE: What are the differences? *Statistics in Medicine*, 28, 221–239. <http://doi.org/10.1002/sim.3478>

Gavrilova, E. (2014). *Sustainable Transport and GHG Emissions in Belgrade, final*

- report. *Support to Sustainable Transport in the City of Belgrade*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978185573614650046X>
- Gebhart, K., & Noland, R. B. (2014). The impact of weather conditions on bikeshare trips in Washington, DC. *Transportation*, 41(6), 1205–1225. <http://doi.org/10.1007/s11116-014-9540-7>
- Gradska uprava grada Beograda, S. za zaštitu životne sredine. (2015). *Akcioni plan adaptacije na klimatske promene sa procenom ranjivosti*. Beograd. Retrieved from <http://klimatskepromenebeograd.rs/wp-content/uploads/2015/11/Akcioni-plan-adaptacije-na-klimatske-promene.pdf>
- Grujičić, D., Ivanović, I., Jović, J., & Đorić, V. (2014). Customer perception of service quality in public transport. *Transport*, 29(3), 285–295. <http://doi.org/10.3846/16484142.2014.951685>
- Guo, Z., Wilson, N. H. ., & Rahbee, A. (2007). The impact of weather on transit ridership in Chicago, Illinois. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2034), 3–10. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.3141/2034-01>
- Hanley, J. A., Negassa, A., Edwardes, M. D. deB, & Forrester, J. E. (2003). Statistical analysis of correlated data using generalized estimating equations: An orientation. *American Journal of Epidemiology*, 157(4), 364–375. <http://doi.org/10.1093/aje/kwf215>
- Hassan, Y. Al, & Barker, D. J. (1999). The impact of unseasonable or extreme weather on traffic activity within Lothian region, Scotland. *Journal of Transport Geography*, 7(3), 209–213. [http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923\(98\)00047-7](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6923(98)00047-7)
- Helbich, M., Böcker, L., & Dijst, M. (2014). Geographic heterogeneity in cycling under various weather conditions: Evidence from Greater Rotterdam. *Journal of Transport Geography*, 38, 38–47.

- <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.05.009>
- Hensher, D. A. (1994). Stated preference analysis of travel choices : the state of practice. *Transportation*, 21(2), 107–133.
<http://doi.org/10.1007/BF01098788>
- Hensher, D., & Button, K. (2003). *Handbook of transport and the environment. Handbooks in transport, Volume 4*. Pergamon.
- Hensher, D., Rose, J., & Greene, W. (2015). *Applied Choice Analysis: A Primer* (Second Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hilbe, J. M. (2014). *Modeling Count Data*. Cambridge University Press, Cambridge.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781139236065>
- Hoffman, D. (2003). Negative binomial control limits for count data with extra-Poisson variation. *Pharmaceutical Statistics*, 2, 127–132.
<http://doi.org/10.1002/pst.051>
- Hosmer, D., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression* (Second ed.). Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.
<http://doi.org/10.1198/tech.2002.s650>
- Hubbard, A. E., Ahern, J., Fleischer, N. L., Van der Laan, M., Lippman, S. A., Jewell, N., ... Satariano, W. A. (2010). To GEE or Not to GEE Comparing Population Average and Mixed Models for Estimating the Associations Between Neighborhood Risk Factors and Health. *Epidemiology*, 21(4), 467–474.
<http://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181caeb90>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007, Mitigation of Climate Change, Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge. Retrieved from https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf

- Johnson, N. L., Kemp, A. W., & Kotz, S. (2005). *Univariate Discrete Distributions*. John Wiley & Sons.
- Johnson, P. (2016). *Residuals and analysis of fit*. Retrieved from http://pj.freefaculty.org/stat/GLM/GLM2_v2.pdf
- Jovanović, N. (1990). *Planiranje saobraćaja*. Saobraćajni fakultet, Beograd.
- Jović, J. (1996). *Planiranje saobraćaja u gradovima: praktikum*. Saobraćajni fakultet, Beograd.
- Jović, J. (1997). Application of Neural Networks to Modal Split Modelling. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 7(1), 119–132. Retrieved from <http://elib.mi.sanu.ac.rs/files/journals/yjor/13/yujorn13p119-132.pdf>
- Jović, J. (2003). Modern Tools in Transportation Planning: Model of Belgrade. *Transporti Europei*, 24(9), 31–36. Retrieved from https://www.openstarts.units.it/dspace/bitstream/10077/6691/1/Jovic_ET_24.pdf
- Jović, J. (2012). Uticaj vremenskih prilika na transportni sistem i mobilnost. In *Međunarodno savetovanje TES* (pp. 101–104). Subotica, Srbija: Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- Jović, J., & Depolo, V. (2011). The role of trip generation models in sustainable transportation planning in South-East Europe. *Transport*, 26(1), 88–95. <http://doi.org/10.3846/16484142.2011.568083>
- Jović, J., Đorić, V., Čelar, N., Ivanović, I., Petrović, D., Kajalić, J., ... Vukanović, S. (2015). *Ažuriranje transportnog modela Beograda sa saobraćajnim istraživanjima karakteristika kretanja, finalni izveštaj*.
- Jović, J. J., & Djorić, V. D. (2009). Application of transport demand modeling in pollution estimation of a street network. *Thermal Science*, 13(3), 229–243. <http://doi.org/10.2298/TSCI0903229J>

- Jović, J., & Popović, M. (2001). Modal Split Modelling Using Multicriteria Analysis And Discrete Fuzzy Sets. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 11(2), 221–233. Retrieved from <http://elib.mi.sanu.ac.rs/files/journals/yjor/22/yujorn22p221-233.pdf>
- Keay, K., & Simmonds, I. (2005). The association of rainfall and other weather variables with road traffic volume in Melbourne, Australia. *Accident; Analysis and Prevention*, 37(1), 109–24. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2004.07.005>
- Khademi, E., Arentze, T., & Timmermans, H. (2012). Designing stated adaptation experiments for changes to activity-travel repertoires: approach in the context of pricing policies. In *European Transport Conference (ETC)* (pp. 1–20). Glasgow, United Kingdom. Retrieved from <https://abstracts.aetransport.org/paper/index/id/4030/confid/18>
- Khattak, A. J., & De Palma, A. (1997). The impact of adverse weather conditions on the propensity to change travel decisions: A survey of Brussels commuters. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(3), 181–203. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856496000250>
- Knežević, S., Tošić, I., & Unkašević, M. (2011). Analysis of the daily minimum temperatures for Belgrade and Niš. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 91(2), 71–82. <http://doi.org/10.2298/GSGD1102071K>
- Koetse, M. J., & Rietveld, P. (2009). The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(3), 205–221. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2008.12.004>
- KonSULT. (2015). Decision Makers' Guidebook. Retrieved from <http://www.konsult.leeds.ac.uk/dmg/12/>
- Krejcie, R. V, & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 38(1), 607–610. <http://doi.org/10.1177/001316447003000308>

- Kroes, E. P., & Sheldon, R. J. (1988). Stated Preference Methods. An Introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, 22(1), 11–25. Retrieved from http://www.bath.ac.uk/e-journals/jtepp/pdf/Volume_XX11_No_1_11-25.pdf
- Lewin, A. (2011). Temporal and Weather Impacts on Bicycle Volumes. In *Transportation Research Board Annual Meeting* (pp. 1–18). Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Liang, K.-Y., & Zeger, S. L. (1986). Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*, 73(1), 13–22. <http://doi.org/10.1093/biomet/73.1.13>
- Liu, C., Susilo, Y., & Karlstrom, A. (2014a). Examining the impact of weather variability on non-commuters' daily activity–travel patterns in different regions of Sweden. *Journal of Transport Geography*, 39, 36–48. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.019>
- Liu, C., Susilo, Y., & Karlstrom, A. (2014b). Investigating the impacts of weather variability on individual's daily activity-travel patterns: a comparison between commuters and non-commuters in Sweden. In *Transportation Research Board Annual Meeting* (pp. 1–25). Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Liu, C., Susilo, Y. O., & Karlström, A. (2015a). Measuring the impacts of weather variability on home-based trip chaining behaviour: a focus on spatial heterogeneity. *Transportation*. <http://doi.org/10.1007/s11116-015-9623-0>
- Liu, C., Susilo, Y. O., & Karlström, A. (2015b). The influence of weather characteristics variability on individual's travel mode choice in different seasons and regions in Sweden. *Transport Policy*, 41, 147–158. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.01.001>
- Lomborg, B. (2006). Stern Review. *Opinion Journal*, pp. 1–4. Retrieved from <https://www.staff.ncl.ac.uk/david.harvey/AEF873/Sustainability/Lomborg-SternCritique.pdf>

- Lord, D., & Persaud, B. N. (2000). Accident Prediction Models With and Without Trend: Application of the Generalized Estimating Equations (GEE) Procedure. In *Transportation Research Board Annual Meeting* (pp. 1–19). Washington, D.C.: Transportation Research Board. <http://doi.org/10.3141/1717-13>
- Louviere, J., Hensher, D. A., & Swait, J. (2000). *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maleske, R. T. (1995). *Foundations for gathering and interpreting behavioral data*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Mandić, T. (2013). *Napredni pristup merenja operativnog rizika (Master rad)*. Prirodno-matematički fakultet, Departman za matematiku i statistiku, Novi Sad. Retrieved from http://www.dmi.uns.ac.rs/site/dmi/download/master/primenjena_matematika/TijanaMandic.pdf
- Mann, P. (2006). *Introductory Statistics (Sixth Edit)*. John Wiley & Sons.
- Matignon, R. (2005). *Neural Network Modeling using SAS Enterprise Miner*. Authorhouse.
- Matthews, D., & Farewell, V. (2007). *Using and Understanding Medical Statistics (4th ed.)*. Basel: Karger Medical and Scientific Publishers.
- Maze, T., Agarwai, M., & Burchett, G. (2006). Whether weather matters to traffic demand, traffic safety, and traffic operations and flow. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1948*, 170–176. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.3141/1948-19>
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models (Second Edi)*. Chapman And Hall.
- McNemar, Q. (1947). Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages. *Psychometrika, 12(2)*, 153–157. <http://doi.org/10.1007/BF02295996>

- Menard, S. (2010). *Logistic Regression: From Introductory to Advanced Concepts and Applications*. SAGE Publications Thousand, Thousand Oaks, California.
- Miranda-Moreno, L., & Thomas, N. (2011). Weather or not to cycle; whether or not cyclist ridership has grown: a look at weather's impact on cycling facilities and temporal trends in an urban environment. In *Transportation Research Board Annual Meeting* (pp. 1–22). Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 135(3), 370–384. <http://doi.org/10.2307/2344614>
- Nelder, J., & Lee, Y. (1992). Likelihood, Quasi-Likelihood and Pseudolikelihood: Some Comparisons. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 54(1), 273–284. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2345963>
- Nikolić, M. (2011). *Uticaj vremenskih prilika na karakteristike kretanja u Beogradu (Master rad)*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- Nilsson, L. J., Kronsell, A., Wendle, B., Hansson, J., Khan, J., Andersson, F. N. ., ... Palsson, H. (2014). *LETS 2050 Final Programme Report: Governing transitions towards low-carbon energy and transport systems*. Retrieved from www.lets2050.se
- Nojković, A. (2007). Modeli diskretne zavisne promenljive: pregled metodologije i primenjenih istraživanja. *Ekonomski Anali*, 52(172), 55–92. <http://doi.org/10.2298/EKA0772055N>
- Nooraee, N., Molenberghs, G., & Van Den Heuvel, E. R. (2014). GEE for longitudinal ordinal data: Comparing R-geepack, R-multgee, R-repolr, SAS-GENMOD, SPSS-GENLIN. *Computational Statistics and Data Analysis*, 77, 70–83. <http://doi.org/10.1016/j.csda.2014.03.009>
- Nordhaus, W. (2007). A Review of the Stern Review on the Economics of Climate

- Change. *Journal of Economic Literature*, *XLV*, 686–702. Retrieved from http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/documents/Nordhaus_stern_jel.pdf
- Oh, S., Carriere, K., & Park, T. (2008). Model diagnostic plots for repeated measures data using the generalized estimating equations approach. *Computational Statistics & Data Analysis*, *53*(1), 222–232. <http://doi.org/10.1016/j.csda.2008.07.022>
- Ortuzar, J. de D., & Willumsen, L. (2011). *Modelling Transport* (Fourth edi). JohnWiley & Sons, Ltd UK.
- Pallant, J. (2011). *SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using SPSS*. Allen & Unwin. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2001.2027c.x>
- Palma, A. D. E., & Rochat, D. (1999). Understanding individual travel decisions : results from a commuters survey in Geneva. *Transportation*, *26*(3), 263–281. <http://doi.org/10.1023/A:1005121605832>
- Pan, W. (2001). Akaike's Information Criterion in Generalized Estimating Equations. *Biometrics*, *57*(1), 120–125. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/2676849?seq=1#page_scan_tab_contents
- Park, T., Davis, C. S., & Li, N. (1998). Alternative Gee estimation procedures for discrete longitudinal data. *Computational Statistics and Data Analysis*, *28*(3), 243–256. [http://doi.org/10.1016/S0167-9473\(98\)00039-5](http://doi.org/10.1016/S0167-9473(98)00039-5)
- Park, T., & Lee, S. Y. (2004). Model diagnostic plots for repeated measures data. *Biometrical Journal*, *46*(4), 441–452. <http://doi.org/10.1002/bimj.200210044>
- Parvaneh, Z., Arentze, T., & Timmermans, H. (2014). A Stated Adaptation Approach to Assess Changes in Individuals' Activity-travel Behavior in Presence of Personalized Travel Information. *Transportation Research Procedia*, *2014*(3), 21–30. <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.087>
- Paskota, M. (2004). Sample design and survey error. In *Seventh International*

- Conference on Travel Survey Methods* (pp. 1–27). Costa Rica.
- Paskota, M. (2007). *Metodologija kvantitativnih istraživanja*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- Peng, C.-Y. J., Lee, K. L., & Ingersoll, G. M. (2002). An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting. *The Journal of Educational Research*, 96(1), 3–14. <http://doi.org/10.1080/00220670209598786>
- Petrović, D. (2012). *Novi oblici društvenog umrežavanja, Uloga interneta u uspostavljanju interpersonalnih odnosa u Srbiji (Doktorska disertacija)*. Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet.
- Petrovic, D., Ivanovic, I., & Djoric, V. (2015). Does Weather Impact on Commuters' Travel Demand - Empirical Case Study of Belgrade. In *European Transport Conference (ETC)* (pp. 1–11). Frankfurt, Germany.
- Rabe-Hesketh, S., & Skrondal, A. (2008). *Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata* (Second Edi). A Stata Press.
- Rajković, B., Vujadinović, M., & Vuković, A. (2013). *Report on revisited climate change scenarios including review on applied statistical method for removing of systematic model errors, with maps of temperature, precipitation and required climate indices changes*. Second national communication of the Republic of Serbia under the United Nations framework convention on climate change. MERZ, Belgrade, Serbia. Retrieved from <http://haos.ff.bg.ac.rs/climatedb-srb/>
- RHMZS. (2013). *Klimatske karakteristike Srbije*. Beograd, Republički hidrometeorološki zavod Srbije. Retrieved from http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/Klimatske_karakteristike_Srbije_prosirena_verzija.pdf
- RHMZS. (2015). *Meteorološki godišnjak 1, Klimatološki podaci 2014*. Beograd, Republički hidrometeorološki zavod Srbije.
- Richardson, A. J., Ampt, E. S., & Meyburg, A. H. (1995). *Survey Methods for Transport*

Planning (First ed.). Eucalyptus Press, Melbourne, Australia.

Sabir, M. (2011). *Weather and Travel Behaviour (Doctoral dissertation)*. Vrije Universiteit Amsterdam. Retrieved from <http://dare.uvu.vu.nl/bitstream/handle/1871/19500/dissertation.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sabir, M., Koetse, M. J., & Rietveld, P. (2009). The Impact of Weather Conditions on Mode Choice: Empirical Evidence for the Netherlands. In *17th Annual conference EAERE* (pp. 1–24). Amsterdam, Holland. Retrieved from <http://www.webmeets.com/files/papers/EAERE/2009/1021/Sabir.pdf>

Sabir, M., Ommeren, J. van, Koetse, M. J., & Rietveld, P. (2010). *Impact of weather on daily travel demand. Working paper, CROW Fietsberaad*. Retrieved from [http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Sabir et al \(2010a\).Pdf](http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Sabir_et_al_(2010a).Pdf)

Sabir, M., Ommeren, J. van, Koetse, M., & Rietveld, P. (2008). Welfare Effects of Adverse Weather through Speed Changes in Car Commuting Trips. *Tinbergen Institute Discussion Paper, TI 2008-08*, 1–23. Retrieved from <http://papers.tinbergen.nl/10029.pdf>

Sakamoto, J., & Fujita, M. (2015). The impact of information on commuters' departure decision on torrential rain day. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 11, 311–325. Retrieved from https://www.jstage.jst.go.jp/article/easts/11/0/11_311/_pdf

Saneinejad, S. (2010). *Modelling the Impact of Weather Conditions on Active Transportation Travel Behaviour (Master Thesis)*. University of Toronto.

Saneinejad, S., Roorda, M. J., & Kennedy, C. (2012). Modelling the impact of weather conditions on active transportation travel behaviour. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(2), 129–137. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2011.09.005>

- Sato, S., & Inoue, J. (1994). Inverse gaussian distribution and its application. *Electronics and Communications in Japan (Part III: Fundamental Electronic Science)*, 77(1), 32–42. <http://doi.org/10.1002/ecjc.4430770104>
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling* (Third edit). Taylor & Francis Group, New York.
- Sellers, K. F., & Shmueli, G. (2010). A flexible regression model for count data. *The Annals of Applied Statistics*, 4(2), 943–961. <http://doi.org/10.1214/09-AOAS306>
- Seskin, S., Cervero, R., & Zupan, J. (1996). *Transit and Urban Form*. Washington, DC.
- Sheskin, D. J. (2000). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. New York (Secon Edit). Chapman & Hall/CRC.
- Simičević, J. (2013). *Prilog definisanju politike parkiranja u zavisnosti od nivoa usluge na saobraćajnoj mreži (Doktorska disertacija)*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet. Retrieved from <http://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/2671>
- Stahel, A., Ciari, F., & Axhausen, K. (2014). Modeling impacts of weather conditions in agent-based transport microsimulations. In *Transportation Research Board Annual Meeting* (pp. 1–21). Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tol, R. S. J. (2006). The Stern Review of the economics of climate change: a comment. Retrieved from <http://www.cstpr.colorado.edu/prometheus/archives/sternreview.doc>
- Tošić, I., & Unkašević, M. (2005). Analysis of precipitation series for Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 80(1), 67–77. <http://doi.org/10.1007/s00704-004-0076-1>

- Tošić, I., & Unkašević, M. (2009). Changes in extreme daily winter and summer temperatures in Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 95(1–2), 27–38. <http://doi.org/10.1007/s00704-007-0364-7>
- Tošić, I., & Unkašević, M. (2014). Analysis of wet and dry periods in Serbia. *International Journal of Climatology*, 34(5), 1357–1368. <http://doi.org/10.1002/joc.3757>
- Tošić, I., Unkašević, M., & Putniković, S. (2016). Extreme daily precipitation: the case of Serbia in 2014. *Theoretical and Applied Climatology*, 1–10. <http://doi.org/10.1007/s00704-016-1749-2>
- Train, K. (2002). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Train, K. E., & Wilson, W. W. (2008). Estimation on stated-preference experiments constructed from revealed-preference choices. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(3), 191–203. <http://doi.org/10.1016/j.trb.2007.04.012>
- Tudela, A., & Rebolledo, G. (2006). Optimal Design of Stated Preference Experiments when Using Mixed Logit Models. In *European Transport Conference (ETC)* (pp. 1–11). Strasbourg, France. Retrieved from <https://abstracts.aetransport.org/paper/index/id/2555/confid/12>
- Twisk, J. (2013). *Applied Longitudinal Data Analysis for Epidemiology* (Second Edi). Cambridge University Press, Cambridge.
- Unkašević, M., Vujović, D., & Tošić, I. (2005). Trends in extreme summer temperatures at Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 82(3–4), 199–205. <http://doi.org/10.1007/s00704-005-0131-6>
- van Bladel, K., Bellemans, T., Janssens, D., Wets, G., Nijland, L., Arentze, T., & Timmermans, H. (2008). Design of Stated Adaptation Experiments: Discussion of Some Issues and Experiences. In *8th International Conference on Survey Methods in Transport (ISCTSC)*. Annecy, France.

- van der Waerden, P., Timmermans, H., & Borgers, A. (2003). The influence of key events and critical incidents on transport mode choice switching behaviour: a descriptive analysis. In *10th International Conference on Travel Behaviour Research Proceedings* (pp. 1–23). Lucerne, Switzerland.
- Van Leeuwen, E., Koetse, M., Koomen, E., & Rietveld, P. (2009). *Spatial economic research on climate change and adaptation; Literature review for "Knowledge for Climate", KfC report number KfC 002/09*. Amsterdam: Vrije Universiteit: VU University, Amsterdam. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/241866898_Spatial_economic_research_on_climate_change_and_adaptation_Literature_review_for_%27Knowledge_for_Climate%27_KfC_report_number_KfC_00209
- van Stralen, W., Calvert, S. C., & Molin, E. J. E. (2015). The influence of adverse weather conditions on the probability of congestion on Dutch motorways, *4*(15), 482–500. Retrieved from <http://www.trb.org/AnnualMeeting2014/AnnualMeeting2014.aspx>
- Wachs, M. (1991). Transportation Demand Management: Policy Implications of Recent Behavioral Research. *Journal of Planning Literature*, *5*(4), 333–341. Retrieved from <http://uctc.net/research/papers/023.pdf>
- Wang, M. (2014). Generalized Estimating Equations in Longitudinal Data Analysis: A Review and Recent Developments. *Advances in Statistics*, 1–11. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2014/303728>
- Wardman, M. (1988). A comparison of stated and revealed preferences travel behavior. *Journal of Transport Economics and Policy*, *22*(1), 71–91. Retrieved from http://www.bath.ac.uk/e-journals/jtep/pdf/Volume_XX11_No_1_71-91.pdf
- Wedderburn, R. W. M. (1974). Quasi-Likelihood Functions, Generalized Linear Models, and the Gauss-Newton Method. *Biometrika*, *61*(3), 439–447. <http://doi.org/10.2307/2334725>

- Weis, C., Dobler, C., & Axhausen, K. W. (2010). Stated adaptation survey of activity scheduling reactions to changing travel conditions: Field work and preliminary results. In *12th World Conference on Transport Research (WCTR)* (pp. 1–20). Lisbon, Portugal. Retrieved from <http://intranet.imet.gr/Portals/0/UsefulDocuments/documents/02180.pdf>
- Winters, M., Friesen, M. C., Koehoorn, M., & Teschke, K. (2007). Utilitarian bicycling: a multilevel analysis of climate and personal influences. *American Journal of Preventive Medicine*, *32*(1), 52–8. <http://doi.org/10.1016/j.amepre.2006.08.027>
- Zeger, S. L., & Liang, K. Y. (1986). Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *Biometrics*, *42*(1), 121–130. <http://doi.org/10.2307/2531248>
- Zeileis, A., Kleiber, C., & Jackman, S. (2008). Regression Models for Count Data in R. *Journal of Statistical Software*, *27*(8), 1–25. <http://doi.org/10.18637/jss.v027.i08>
- Zhang, D. (2016). EPID 766 : Analysis of Longitudinal Data from Epidemiologic Studies. Retrieved August 17, 2016, from <http://www4.stat.ncsu.edu/~dzhang2/epid766/766note.pdf>
- Ziegler, A., Kastner, C., & Blettner, M. (1998). The generalised estimating equations: an annotated bibliography. *Biometrical Journal*, *40*(2), 115–140. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-4036\(199806\)40:2<115::AID-BIMJ115>3.0.CO;2-6](http://doi.org/10.1002/(SICI)1521-4036(199806)40:2<115::AID-BIMJ115>3.0.CO;2-6)
- Zorn, C. (2001). Generalized Estimating Equation Models for Correlated Data : A Review with Applications. *American Journal of Political Science*, *45*(2), 470–490. <http://doi.org/10.2307/2669353>

11 PRILOZI

Prilog 1. Objašnjenje osnovnih pojmova

Vremenski uslovi i komponente vremenskih uslova

Vreme se može smatrati fenomenom koji u sebi sažima kombinaciju klimatskih i atmosferskih događaja. Najznačajniji klimatološki parametri su (RHMZS, 2015): temperatura vazduha (srednja maksimalna, srednja minimalna, srednja godišnja), srednja godišnja oblačnost, godišnja suma padavina u milimetrima, broj dana sa vetrom većim od 8 bofora²⁴, ukupno godišnje trajanje sijanja sunca u časovima, broj dana u godini sa pojavom mraza, broj vedrih dana u godini, broj tmurnih dana u godini, broj dana sa padavinama većim od 0,1 mm, broj dana u godini sa snežnim pokrivačem.

Na nivou svakog dana beleže se sledeći podaci (RHMZS, 2015): vazdušni pritisak, temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha (izvedena meteorološka veličina), napon vodene pare (izvedena meteorološka veličina), pravac i brzina vetra, insolacija, oblačnost, padavine, visina snežnog pokrivača, pojave (kiša, sneg, niska magla, sumaglica, rosa, poledica, jak vetar (6 i 7 bofora), snežni pokrivač).

Temperatura, padavine i vetar su najviše ispitivani faktori u okviru istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja. Kombinacije ovih faktora su retko istraživane, kao i insolacija, oblačnost, vazdušni pritisak i vlažnost vazduha, koji su uglavnom isključeni iz istraživanja. (Böcker, Dijst, et al., 2013) Većina istraživanja iz ove oblasti uzima padavine kao najvažniji faktor (intenzitet i pojavu kiše, snega i grada), pri čemu su temperatura i vetar smatrani faktorima manjeg značaja. Temperatura i vetar imaju značajan uticaj na percepciju takozvanog termalnog komfora, ali njihov uticaj na ponašanje pojedinaca nije značajan kao uticaj padavina. (Anta et al., 2016)

Karakteristike kretanja

Pod karakteristikama transportnih zahteva, odnosno kretanja podrazumevaju se: obim, mobilnost, raspodela kretanja po svrhama, raspodela kretanja po načinu, raspodela kretanja u vremenu i raspodela kretanja u prostoru.

²⁴ Boforova skala podeljena je na ukupno 12 stepeni. Osmi stepen na Boforovoj skali: 8 Bf = 18,9 m/s = 68 km/h (vetar olujne jačine).

Kretanje, u planerskom smislu, definiše se kao svrsishodna promena mesta nađenja osobe starije od 6 godina, koja se može obaviti pešice ili mehanizovanim sredstvima na mreži javnih saobraćajnica (u nekom vremenskom periodu). Pod pojmom putovanje podrazumeva se kretanje koje se obavlja motorizovanim sredstvima.

Obim kretanja predstavlja ukupan broj kretanja koji se obavi u toku dana na određenom području. Mobilnost predstavlja prosečan broj kretanja na dan po stanovniku na nekom području.

Raspodela kretanja po svrhama predstavlja podelu ukupnog broja kretanja po svrhama sa kojima je kretanje preduzeto (odlazak na posao, odlazak u školu, poslovna poseta, privatna poseta, kupovina, razonoda, rekreacija).

Raspodela kretanja po načinu (vidovna raspodela) predstavlja podelu ukupnog broja kretanja na različite načine, odnosno vidove kretanja (pešice, bicikl, motocikl, putnički automobil kao vozač, putnički automobil kao putnik, taksi, autobus).

Vremenska raspodela kretanja predstavlja podelu ukupnog broja kretanja u odnosu na vreme kada je kretanje započeto ili u odnosu na trajanje kretanja.

Prostorna raspodela kretanja predstavlja se brojem kretanja između parova zona, tj. izvornih i ciljnih zona. (Jovanović, 1990; J. Jović, 1996)

Pod obaveznim kretanjima, tj. putovanjima smatraju se odlazak na posao i odlazak u školu. Pod neobaveznim kretanjima podrazumevaju se kretanja sa svrhom kupovina, razonoda, rekreacija i sa ostalim svrhama koje ne predstavljaju ispunjavanje svakodnevnih obaveza.

Parametri koji utiču na karakteristike kretanja

Na transportne potrebe, koje se mogu izraziti kroz broj kretanja, utiču brojni faktori među kojima su cena prevoza, cena goriva, porezi vezani za putnički automobil. Osnovni faktori koji utiču na broj kretanja pojedinca su prihod,

posedovanje automobila, struktura i veličina domaćinstva. U poslednje vreme se analizira i uticaj vremenskih uslova na broj kretanja.

Izbor načina kretanja je vrlo važno pitanje u oblasti planiranja saobraćaja. U istraživanjima je pokazano da na izbor vida prevoza utiču: pokazatelji nivoa usluge (razlike u vremenu putovanja i troškovima putovanja među različitim vidovima), socio-ekonomske i karakteristike domaćinstva (prihod, posedovanje vozila), prostorne karakteristike (lokacija domaćinstva i posla) i ograničenja vezana za posao. (Khattak & De Palma, 1997; Wachs, 1991) Faktori koji utiču na izbor načina kretanja mogu se jasno podeliti u tri kategorije: socio-ekonomske karakteristike pojedinca i domaćinstva, karakteristike kretanja i karakteristike transportnog sistema. (Jovanović, 1990)

Izbor vida prevoza je dobro istražen u uobičajenim uslovima putovanja, ali promene u odlukama pojedinaca u neočekivanim uslovima nisu dovoljno istražene. (Khattak & De Palma, 1997) Odluke vezane za način kretanja osetljive su na pojave neprevidenih okolnosti kao što su nezgode, nepovoljni vremenski uslovi i značajne promene u životu pojedinca, kao što je promena mesta stanovanja, posla, dobijanje dece. (Sabir, 2011; van der Waerden, Timmermans, & Borgers, 2003) Na nemotorizovana kretanja dodatno utiču karakteristike okruženja, projektantske karakteristike postojeće infrastrukture, socio-ekonomske karakteristike i vremenski uslovi.

Na osnovu dostupne literature (Böcker et al., 2015; Buehler, 2011; Dieleman, Dijst, & Burghouwt, 2002; Seskin, Cervero, & Zupan, 1996) može se zaključiti da na izbor vida prevoza najviše utiče dostupnost transportnih sredstava, dužina putovanja, svrha putovanja, kao i da li pojedinac putuje sam ili u društvu. Sa porastom broja automobila u domaćinstvu povećava se upotreba automobila. Posedovanje mesečne karte za prevoz utiče na češće korišćenje javnog prevoza i bicikla. Posedovanje bicikla povećava upotrebu bicikla u odnosu na korišćenje automobila. Kraća kretanja se češće obave nemotorizovanim načinima, dok se duža češće obave motorizovanim. U vidovnoj raspodeli neobaveznih kretanja relativno je veliki udeo pešačenja i relativno mali udeo putničkog automobila, dok je u vidovnoj raspodeli

putovanja na posao relativno veliki udeo motorizovanih načina. Istraživanje (Creemers et al., 2015) pokazalo je da na izbor vida prevoza utiču dužina putovanja, prihod, pol, starost i posedovanje vozačke dozvole. U odnosu na navedene elemente, može se reći da vremenski uslovi imaju skromniji uticaj na izbor vida prevoza (Aaheim & Hauge, 2005; Böcker et al., 2015). Takođe, u istraživanju (Grujičić et al., 2014) pokazano je da za zadovoljstvo postojećih korisnika javnog prevoza i za prelazak sa putničkog automobila na javni prevoz od velike važnosti mogu biti čistoća i ventilacija u vozilu javnog prevoza.

Svakako, vremenski uslovi u određenoj meri utiču na odluke o kretanjima, pre svega na broj kretanja, vreme započinjanja kretanja, na izbor vida prevoza i u određenoj meri na prostornu raspodelu kretanja. Nepovoljni vremenski uslovi više utiču na kretanja sa neobaveznim svrhama, nego na obavezna kretanja (odlazak na posao, odlazak u školu). Nepovoljni vremenski uslovi najviše utiču na nemotorizovne vidove prevoza, s obzirom da su pešaci i biciklisti najviše izloženi lošim vremenskim uslovima, međutim iako putnički automobil obezbeđuje zaštitu od nepovoljnih vremenskih uslova, vozači se u nepovoljnim vremenskim uslovima često nalaze u zagušenim saobraćajnim uslovima sa niskim brzinama kretanja u toku, pa je vreme putovanja duže u odnosu na uobičajene vremenske uslove. (Liu et al., 2015a)

Prilog 2. Tabelarni prikazi

- *Prikaz istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u različitim klimatskim podnebljima*
- *Modeliranje uticaja vremenskih uslova na generisanje kretanja – pregled promenljivih*
- *Modeliranje uticaja vremenskih uslova na izbor načina kretanja – pregled promenljivih*

Tabela P. 1 Prikaz istraživanja uticaja vremenskih uslova na karakteristike kretanja u različitim klimatskim podnebljima

	Azija (Japan)	Amerika (Čikago)	Kanada (Toronto)	Australija (Sidnej)	Evropa (Norveška)	Evropa (Švedska)	Evropa (Holandija)	Evropa (Belgija)	Evropa (Švajcarska)	Evropa (Škotska)	Evropa (Španija)	Evropa (Srbija)
(Aaheim & Hauge, 2005)					+							
(Anta et al., 2016)											+	
(Bergström & Magnusson, 2003)						+						
(Berkum et al., 2006)							+					
(Bertness, 1980)		+										
(Böcker, 2014)							+					
(Böcker et al., 2015)							+					
(Böcker, Prillwitz, et al., 2013)							+					
(R. Chen & Clifton, 2012)				+								
(Chung, Ohtani, & Kuwahara, 2005)	+											
(Chung, Ohtani, Warita, et al., 2005)	+											
(Clifton, 2010)				+								
(Clifton et al., 2011)				+								
(Cools & Creemers, 2013)								+				
(Cools, Moons, & Wets, 2010)								+				
(Cools, Moons, Creemers, et al., 2010)								+				
(Creemers et al., 2015)							+					
(Guo et al., 2007).		+										
(Hassan & Barker, 1999)										+		
(Khattak & De Palma, 1997)								+				
(Liu et al., 2014a)						+						
(Liu et al., 2014b)						+						
(Liu et al., 2015a)						+						
(Liu et al., 2015b)						+						
(Nikolić, 2011)												+
(Palma & Rochat, 1999)									+			
(Petrovic et al., 2015)												+
(Sabir, 2011)							+					
(Sabir et al., 2009)							+					
(Sabir et al., 2010)							+					
(Sakamoto & Fujita, 2015)	+											
(Saneinejad, 2010)			+									
(Saneinejad et al., 2012)			+									
(van Stralen et al., 2015)							+					

Tabela P. 2 Modeliranje uticaja vremenskih uslova na generisanje kretanja – pregled promenljivih

	Parametri	(Sabir et al., 2010) (Sabir, 2011)	(Clifton et al., 2011)	(Böcker, Prillwitz, et al., 2013) (Böcker, 2014)	(Liu et al., 2014b)	(Liu et al., 2014a)	(Liu et al., 2015a)
Karakteristike kretanja	Svrha				+		
	Vreme polaska						+
	Adresa mesta stanovanja			+			
	Glavni način kretanja u lancu						+
	Prosečna brzina kretanja u lancu						+
	Trajanje radnog vremena			+	+		
	Broj kretanja i pređena rastojanja sa svrhom posao				+		
Socio-ekonomske karakteristike	Pol	+		+	+	+	+
	Starost	+		+	+	+	+
	Obrazovanje			+			
	Zaposlenost		+				
	Broj članova domaćinstva		+		+	+	+
	Struktura domaćinstva (uzrast dece)			+	+	+	+
	Posedovanje bicikla		+ ²⁵				
	Posedovanje automobila		+ ²⁶	+ ²⁶	+	+	+
	Posedovanje vozačke dozvole		+		+		
	Prihod domaćinstva		+	+	+	+	+
Stepen urbanizacije mesta stanovanja				+			
Sezonske i dnevne karakteristike	Godišnja doba	+		+			
	Dan u nedelji	+		+			
Karakteristike područja	Stepen motorizacije						+
	Gustina stanovanja						+
	Broj migranata						+
Karakteristike vremenskih uslova	Vetar	+	+		+	+	
	Temperatura	+	+		+	+	+
	Kiša (količina padavina)	+	+		+	+	+
	Kiša (trajanje padavina)	+					
	Sneg	+					
	Sneg / led na kolovozu				+	+	
	Vidljivost	+			+	+	+
Relativna vlažnost vazduha			+		+		

²⁵ Broj bicikala za odrasle po domaćinstvu²⁶ Broj putničkih automobila po domaćinstvu

Tabela P. 3 Modeliranje uticaja vremenskih uslova na izbor načina kretanja – pregled promenljivih

	Parametri	(Aaheim & Hauge, 2005)	(Sabir et al., 2008) (Sabir, 2011)	(Saneinejad, 2010) (Saneinejad et al., 2012)	(Böcker, Prillwitz, et al., 2013) (Böcker, 2014)	(Liu et al., 2015b)	(Anta et al., 2016) ²⁷	(Cools & Creemers, 2013) (Creemers et al., 2015)
Prostorne karakteristike	Region	+				+		
Karakteristike kretanja	Rastojanje	+	+			+		+
	Vreme putovanja						+	
	Troškovi						+	
	Svrha	+	+		+	+		+
	Vreme polaska		+	+ ²⁸		+		+
	Adresa mesta stanovanja				+			
Socio-ekonomske karakteristike	Adresa mesta rada				+			
	Pol	+	+	+	+	+		+
	Starost	+	+	+	+	+		+
	Obrazovanje				+			+
	Zaposlenost			+				+
	Trajanje radnog vremena				+			
	Posedovanje mesečne karte za IP							+
	Broj članova domaćinstva				+			+
	Struktura domaćinstva (uzrast dece)					+		+
	Posedovanje automobila		+	+ ²⁹	+ ²⁹	+		
	Posedovanje vozačke dozvole							+
	Prihod domaćinstva			+		+		+
	Stepen urbanizacije mesta stanovanja			+		+		+
Sezonske i dnevne karakteristike	Godišnja doba		+		+	+		
	Dan u nedelji		+		+	+		
	Vršni period				+			
	Noćni period				+			
Karakteristike vremenskih uslova	Vetar	+	+	+			+	
	Temperatura	+	+	+		+	+	+
	Kiša - količina padavina	+	+	+		+	+	+
	Kiša - trajanje padavina		+					+
	Sneg		+					+
	Sneg / led na kolovozu					+		
	Oblačnost			+				
	Grmljavina							+
	Trajanje sunčanog perioda							+
	Padavine prvi put u 7 dana							+
	Magla							+
	Oluja							+

²⁷ U model su uključene i dodatne promenljive koje se odnose na gustinu toka i druge parametre saobraćajnog toka

²⁸ Prepodnevni / popodnevni vršni period

²⁹ Broj automobila u domaćinstvu

Prilog 3. Anketni obrazac

Ispitivanje uticaja vremenskih uslova na nastajanje i vidovnu raspodelu putovanja

Istraživanje se sprovodi u okviru doktorske disertacije.

Za popunjavanje ove ankete potrebno je oko 15 minuta.

Obavezna pitanja obeležena su *

U ovoj anketi postoji 52 pitanja

Osnovni podaci

1

Unesite svoj datum rođenja

(na kalendaru prvo pronađite godinu u padajućem meniju, zatim pronađite mesec i na kraju kliknite na dan) *

Molimo unesite datum:

Napomena:

Datum rođenja ćete unositi i u narednim upitnicima, jer će ovaj podatak služiti za povezivanje upitnika koje ćete popunjavati u narednom periodu.

Molim Vas da unesete tačan dan, mesec i godinu Vašeg rođenja.

2 Pol *

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Ženski
 Muški

3 Stepen obrazovanja *

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Završena osnovna škola
 Završena srednja škola
 Završena viša škola
 Završen fakultet
 Završene master studije
 Završene doktorske studije
 Ostalo

4 Radni status *

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Povremeno zaposlen
 Zaposlen sa nepunim radnim vremenom
 Zaposlen sa punim radnim vremenom
 Nezaposlen

5

Anketa je namenjena ZAPOSLENIM osobama koje žive i rade na teritoriji Beograda. S obzirom da ste NEZAPOSLENI, na žalost, ne možete učestvovati u anketi.

Ukoliko želite, link za anketu možete proslediti rođacima ili prijateljima koji ispunjavaju preduslove za učestvovanje.

Hvala

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:
Odgovor je bio 'Nezaposlen' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Slika P. 1 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 1-5)

Podaci o navikama vezanim za putovanja i karakteristikama svakodnevnih putovanja

6 Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Ostalo' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Pešice (ukoliko pešačite ceo put od kuće do posla)
- Bicikl
- Motocikl
- Vozač putničkog automobila (Vozač PA)
- Putnik u putničkom automobilu (Putnik PA)
- Putnik u taxi vozilu (TAXI)
- Javni prevoz bez presedanja (JP bez presedanja)
- Javni prevoz sa presedanjem (JP sa presedanjem)
- Organizovan prevoz firme
- Kombinovano (putnički automobil i javni prevoz)
- Ostalo:

7 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Pešice (ukoliko pešačite ceo put od kuće do posla)' ili 'Bicikl' u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Blizu mi je posao
- Bliže mi je nego da "kružim" javnim prevozom
- Vodim zdrav način života
- Na ovaj način izbegavam gužve u saobraćaju
- Ne moram da tražim mesto za parkiranje
- Ne želim da koristim javni prevoz
- Ne želim da plaćam javni prevoz
- Ne posedujem putnički automobil
- Nemam alternativu
- Ostalo:

8 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Motocikl' u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Lakše nađem mesto za parkiranje
- Brže stignem na posao nego da koristim neki drugi način prevoza
- Na ovaj način izbegavam gužve u saobraćaju
- Volim da vozim motocikl
- Ne želim da koristim javni prevoz
- Ne želim da plaćam javni prevoz
- Ne posedujem putnički automobil
- Nemam alternativu
- Ostalo:

Slika P. 2 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 6-8)

9 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio "Vozač putničkog automobila (Vozač PA)" u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Najbrže stižem automobilom na posao
- Do posla nemam direktnu liniju javnog prevoza
- Komfortnije mi je da koristim putnički automobil, nego da koristim javni prevoz
- Ne želim da koristim javni prevoz
- Ne želim da plaćam javni prevoz
- Navikao/la sam da na posao idem automobilom
- Više nas organizovano putuje na posao jednim putničkim automobilom; delim troškove sa saputnicima
- Automobil mi je neophodan za obaveze koje obavljam TOKOM radnog vremena
- Automobil mi je neophodan za obaveze koje obavljam PRE/POSLE radnog vremena
- Ostalo:

10 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio "Putnik u putničkom automobilu (Putnik PA)" u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Najbrže stižem automobilom na posao
- Do posla nemam direktnu liniju javnog prevoza
- Komfortnije mi je da koristim putnički automobil, nego da koristim javni prevoz
- Ne želim da koristim javni prevoz
- Ne želim da plaćam javni prevoz
- Navikao/la sam da na posao idem automobilom
- Više nas organizovano putuje na posao jednim putničkim automobilom; delim troškove sa saputnicima
- Ostalo:

11 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio "Putnik u taxi vozilu (TAXI)" u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Najlakše mi je da pozovem taxi
- Ne posedujem putnički automobil
- Posedujem putnički automobil, ali nemam gde da parkiram u blizini posla
- Ne želim da koristim javni prevoz
- Komfortnije mi je da koristim taxi, nego da koristim javni prevoz
- Ostalo:

12 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio "Javni prevoz bez preseđanja (JP bez preseđanja) / ili "Javni prevoz sa preseđanjem (JP sa preseđanjem)" u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Nisam "aktivni" vozač
- Ne posedujem ni jedno prevozno sredstvo
- Posedujem putnički automobil, ali nemam gde da parkiram u blizini posla
- Najjeftinije mi je
- Imam dobru vezu linija javnog prevoza sa poslom
- Navikla/navikao sam da koristim javni prevoz
- Ostalo:

Slika P. 3 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 9-12)

13 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Organizovan prevoz firme' u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite sve opcije koje odgovaraju:

- Finansijski mi odgovara da koristim organizovani prevoz firme
- Nemam ni jednu prihvatljivu alternativu
- Posao mi je daleko, pa mi je neprihvatljivo da putujem na bilo koji drugi način
- Ostalo:

14 Zašto najčešće koristite taj način putovanja? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Kombinovano (putnički automobil i javni prevoz)' u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo izaberite sve opcije koje odgovaraju:

- Putujem sa članom porodice do određene lokacije gde "prelazim" na javni prevoz
- Putujem sa komšijom/komšinicom do određene lokacije gde "prelazim" na javni prevoz
- Javni prevoz nije dobro razvijen u delu grada u kom živim i ovo je jedini prihvatljiv način
- Putujem javnim prevozom do određene lokacije gde se nalazim sa kolegom/koleginicom koji putuje putničkim automobilom
- Ostalo:

15**Da li su stajališta javnog prevoza koja koristite natkrivena, tj. da li ste na stajalištima zaštićeni od nepovoljnih vremenskih uslova? ***

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status) / Odgovor je bio 'Javni prevoz bez presedanja (JP bez presedanja)' ili 'Javni prevoz sa presedanjem (JP sa presedanjem)' u pitanju '6 [najnacinosao]' (Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak na posao?)

Molimo Vas da izaberite samo jedno od ponuđenog:

- Da, sva stajališta su natkrivena
- Sva stajališta su natkrivena, ali na nekim stajalištima nema dovoljno mesta za sve koji čekaju prevoz
- Većina stajališta je natkrivena
- Većina stajališta je natkrivena, ali na nekim stajalištima nema dovoljno mesta za sve koji čekaju prevoz
- Većina stajališta nije natkrivena
- Ne, ni jedno stajalište nije natkriveno

16 Koliko je prosečno vreme Vašeg putovanja na posao (od trenutka kada izađete iz kuće do trenutka kada stignete na posao)? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Ostalo' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

У ово поље могу бити унети само бројеви.

Molimo unesite svoj odgovor ovde:

minuta

17**U prethodnoj radnoj nedelji koje načine putovanja ste koristili za odlazak i povratak sa posla po danima? ***

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Povremeno zaposlen' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	ODLAZAK										Nisam išao/išla na posao	Pešice	Bicikl	Motocikl	Vo F
	Pešice	Bicikl	Motocikl	Vozač PA	Putnik PA	Taxi	Javni prevoz	Organizovan prevoz firme	Kombinovano (PA i JP)						
ponedeljak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
utorak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sreda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
četvrtak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
petak	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika P. 4 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 13-17)

18 Da li imate PRIHVATLJIVU alternativu, tj. da li ste u mogućnosti da koristite neki drugi način putovanja za odlazak na posao? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Da
- Ne

19 Koja je PRIHVATLJIVA alternativa? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status) i Odgovor je bio 'Da' u pitanju '18 [dalialternativa] (Da li imate PRIHVATLJIVU alternativu, tj. da li ste u mogućnosti da koristite neki drugi način putovanja za odlazak na posao?)

Molimo izaberite **sve opcije** koje odgovaraju:

- Pešice
- Bicikl
- Motocikl
- Vozač putničkog automobila
- Putnik u putničkom automobilu
- Taxi
- Javni prevoz
- Organizovani prevoz firme
- Kombinovano (putnički automobil i javni prevoz)
- Ostalo:

20**Koliko puta nedeljno odlazite u:**

*

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo unesite svoj(e) odgovor(e) ovde:

KUPOVINU (veću nabavku ili neku drugu planiranu kupovinu; ne misli se na manje dnevne nabavke namirnica) RAZONODU (odlazak na piće, u bioskop, pozorište) REKREACIJU (odlazak na trening ili neki drugi vid rekreacije)

Ukoliko neka od ovih putovanja obavljate npr. jednom u dve nedelje, u polje upišite 0,5

Ukoliko neka od ovih putovanja ne obavljate, u polje upišite nulu.

21 Koji način putovanja najčešće koristite za odlazak i povratak iz kupovine, rasonode ili rekreacije? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	ODLAZAK							POVRATAK						
	Pešice	Bicikl	Motocikl	Vazač PA	Putnik PA	Taxi	Javni prevoz	Pešice	Bicikl	Motocikl	Vazač PA	Putnik PA	Taxi	Javni prevoz
KUPOVINA - svakodnevne nabavke namirnica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
KUPOVINA - odlazak u veću nabavku ili neku drugu planiranu kupovinu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
RAZONODA - odlazak na piće, u bioskop, pozorište...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
REKREACIJA - odlazak na trening ili neki drugi vid rekreacije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika P. 5 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 18-21)

22

Procenite Vaše prosečne mesečne troškove putovanja (za putovanja u Beogradu).

Ukoliko koristite putnički automobil: koliko novca izdvojite za plaćanje benzina na mesečnom nivou, ne računajući troškove za putovanja van grada?

Ukoliko koristite javni prevoz: koliko novca izdvojite za plaćanje mesečne pretplate ili pojedinačnih karti na mesečnom nivou?

Ukoliko kombinujete prevozna sredstva: pokušajte okvirno da procenite svoje mesečne troškove za prevoz svim prevoznim sredstvima koja koristite?

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

У ово поље могу бити унети само бројеви.

Molimo unesite svoj odgovor ovde:

dinara

33

Popunite polja traženim podacima za kretanja koja ste obavili tokom poslednjeg radnog dana.

Molim Vas da popunite sve tražene podatke za svako od kretanja.

Ukoliko za izvor i cilj kretanja ne želite da date ulicu i broj ili ih ne znate, upišite samo naziv ulice i/ili neku repernu tačku koja je u blizini mesta koje ste posetili, a opšte je poznata. *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status) i Odgovor je bio '10' u pitanju '24 [kretanjaposradnidana]' (Koliko kretanja ste obavili tokom poslednjeg radnog dana? Minimalna vrednost je 2, maksimalna vrednost je 10.)

	Izvor kretanja (ulica i broj)	Cilj kretanja (ulica i broj)	Svrha kretanja (upisite broj):	Način kretanja (upisite broj):	Vreme polaska (hh.mm)	Vreme dolaska (hh.mm)
			1-povratak kući, 2-odlazak na posao, 3-službena poseta 4-privatna poseta 5-kupovina, 6-rekreacija, 7-razonoda, 8-ostalo	1-pešice, 2-bicikl, 3-motocikl, 4-javni gradski prevoz, 5-putnički automobil (vozač), 6-putnički automobil (putnik), 7-ostalo		
Kretanje br. 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kretanje br. 10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

PRIMER	Izvor	Cilj	Svrha kretanja	Način kretanja	Vreme polaska	Vreme dolaska
1	Bulevar kralja Aleksandra 220	Vojvode Stepe 305	2	5	8:15	8:30
2	Vojvode Stepe 305	Bulevar kralja Aleksandra 220	1	5	16:00	16:20
3	Bulevar kralja Aleksandra 220	Njegoševa 3	6	1	20:00	20:30
4	Njegoševa 3	Bulevar kralja Aleksandra 220	1	1	21:30	22:00

Slika P. 6 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 22-33)

Reakcije na vremenske uslove

34

Da li se i na koji način informišete o vremenskim uslovima, sa ciljem da svoje putovanje prilagodite vremenskim uslovima? (krenete ranije, odložite putovanje, promenite način putovanja i slično) *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo izaberite sve opcije koje odgovaraju:

- Sopstveno opažanje vremenskih uslova
- Informacije putem radija ili televizije pre započinjanja putovanja
- Informacije putem radija tokom putovanja
- Putem interneta
- Ne informišem se o vremenskim uslovima
- Ostalo:

35

Da li **otkažete** odlazak u **kupovinu** (veću nabavku ili neku drugu planiranu kupovinu) usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

36

Da li promenite **način putovanja** pri odlasku u **kupovinu** (veću nabavku ili neku drugu planiranu kupovinu) usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Na primer:

- Ukoliko u kupovinu najčešće odlazite javnim prevozom, da li usled nepovoljnih vremenskih uslova odlučite da idete putničkim automobilom ili taksijem?

- Ukoliko u kupovinu najčešće odlazite putničkim automobilom, da li usled nepovoljnih vremenskih uslova odaberete neki drugi način ili u svakom slučaju idete putničkim automobilom? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika P. 7 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 34-36)

37

Da li **otkažete** odlazak u **razonodu** usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Pod razonomodom se podrazumeva odlazak na piće, do grada, u bioskop, pozorište i slično. *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

38

Da li promenite **način putovanja** pri odlasku u **razonodu** usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Pod razonomodom se podrazumeva odlazak na piće, do grada, u bioskop, pozorište i slično.

Na primer:

- Ukoliko u razonodu najčešće idete javnim prevozom, da li se pri nepovoljnim vremenskim uslovima ipak opredelite za putnički automobil ili taxi?

- Ukoliko u razonodu najčešće idete putničkim automobilom, da li se pri nepovoljnim vremenskim uslovima opredelite za neki drugi način ili u svakom slučaju idete putničkim automobilom? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39

Da li **otkažete** odlazak na **rekreaciju** usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Pod rekreacijom se podrazumeva odlazak na trening ili neki drugi vid rekreacije. *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

((radnistatus.NAOK == "-oth-" or radnistatus.NAOK == "1" or radnistatus.NAOK == "2" or radnistatus.NAOK == "3"))

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika P. 8 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 37-39)

40

Da li promenite način putovanja pri odlasku na rekreaciju usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Pod rekreacijom se podrazumeva odlazak na trening ili neki drugi vid rekreacije.

Na primer:

- ukoliko na rekreaciju najčešće odlazite pešice, da li se pri nepovoljnim vremenskim uslovima ipak odlučite da idete javnim prevozom ili putničkim automobilom? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

((radnistatus.NAOK == "-oth-" or radnistatus.NAOK == "1" or radnistatus.NAOK == "2" or radnistatus.NAOK == "3"))

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41

Da li promenite način putovanja pri odlasku na posao usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Na primer:

- ukoliko na posao najčešće idete javnim prevozom, da li pri nepovoljnim vremenskim uslovima promenite način, pa npr. idete taksijem ili sopstvenim automobilom? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

42

Da li promenite način putovanja pri povratku sa posla usled navedenih nepovoljnih vremenskih uslova?

Na primer:

- ukoliko planirate da se sa posla vratite javnim prevozom, da li pri nepovoljnim vremenskim uslovima promenite način, pa se npr. vratite taksijem? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

((radnistatus.NAOK == "-oth-" or radnistatus.NAOK == "1" or radnistatus.NAOK == "2" or radnistatus.NAOK == "3"))

Molimo izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku:

	Ne	Ponekad	Često
Niske temperature (<0°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jaka kiša	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg, susnežica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sneg na kolovozu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
„Ledena kiša“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Magla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Visoke temperature (>30°C)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jak vetar (oluja)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika P. 9 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 40-42)

Ostali podaci**43 Vrsta Vašeg posla? Odaberite kategoriju kojoj Vaš posao pripada. ***

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Administracija
- Avijacija
- Ekonomija
- Elektrotehnika
- Farmacija
- Finansije
- Gradjevinarstvo
- Industrija
- Informatika
- Marketing
- Mašinstvo
- Mediji
- Menadžment i upravljanje
- Obrazovanje
- Pravo
- Prodaja
- Proizvodnja
- Saobraćaj i transport
- Sport
- Ugostiteljstvo
- Umetnost
- Zanatske usluge
- Zdravstvo
- Ostalo

44**Adresa Vašeg posla (ulica i broj) ***

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo unesite svoj odgovor ovde:

Ukoliko ne želite da date tačnu adresu, upišite samo ulicu ili deo grada i neku repernu tačku po kojoj će biti moguće bliže odrediti deo grada u kom radite.

45 Da li posedujete vozačku dozvolu? *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo Vas da izaberite **samo jedno** od ponuđenog:

- Da
- Ne

Slika P. 10 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 43-45)

Podaci o Vašoj porodici**46 Adresa na kojoj živite (ulica i broj) ***

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo unesite svoj odgovor ovde:

Ukoliko ne želite da date tačnu adresu, upišite samo ulicu ili deo grada i neku repernu tačku po kojoj će biti moguće bliže odrediti deo grada u kom živite.

47 Tip porodice *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo Vas da izaberite samo jedno od ponuđenog:

- Živite sami
- Živite sa partnerom
- Živite sami sa detetom/decom
- Živite sa partnerom i detetom/decom
- Živite sa roditeljima
- Živite u višegeneracijskom domaćinstvu
- Ostalo

48 Broj članova Vaše porodice po starosnim grupama *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo unesite svoj(e) odgovor(e) ovde:

do 6 godina

od 7 do 14 godina

od 15 do 18 godina

preko 18 godina

Ukoliko Vaša porodica nema članove određene starosne grupe upišite nulu.

49 Prihod Vaše porodice (prihod svih članova zbirno)

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus]' (Radni status)

Molimo Vas da izaberite samo jedno od ponuđenog:

- do 30.000 dinara
- od 31.000 do 50.000 dinara
- od 51.000 do 70.000 dinara
- od 71.000 do 90.000 dinara
- od 91.000 do 110.000 dinara
- od 111.000 do 130.000 dinara
- od 130.000 do 150.000 dinara
- preko 150.000 dinara

Molim Vas da realno odgovorite o visini prihoda u Vašoj porodici. Ovaj podatak će služiti samo za analizu socio-ekonomskih karakteristika u okviru doktorske disertacije.

Slika P. 11 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 46-49)

50 Broj prevoznih sredstava koje poseduje Vaša porodica. *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

Molimo unesite svoj(e) odgovor(e) ovde:

Bicikala	<input type="text"/>
Motocikala	<input type="text"/>
Putničkih automobila (ličnih, tj. porodičnih)	<input type="text"/>
Putničkih automobila (službenih, ukoliko Vam je službeni automobil na raspolaganju)	<input type="text"/>

Ukoliko porodica ne poseduje određeno prevozno sredstvo upišite nulu.

51 Broj vozačkih dozvola koje poseduju članovi Vaše porodice (ukupno) *

Na ovo pitanje odgovoriti samo ako su ispunjeni sledeći uslovi:

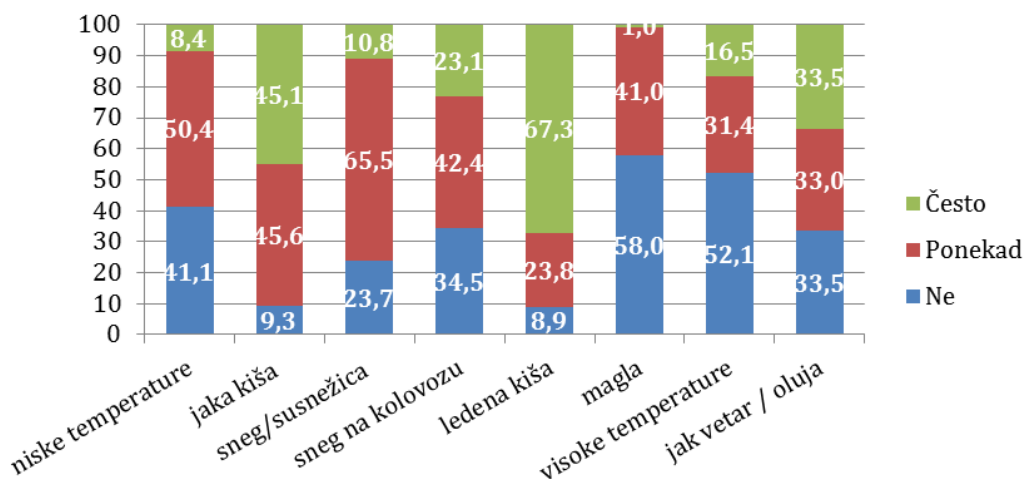
Odgovor je bio 'Povremeno zaposlen' ili 'Zaposlen sa nepunim radnim vremenom' ili 'Zaposlen sa punim radnim vremenom' ili 'Ostalo' u pitanju '4 [radnistatus] (Radni status)

У ово поље могу бити унети само бројеви.

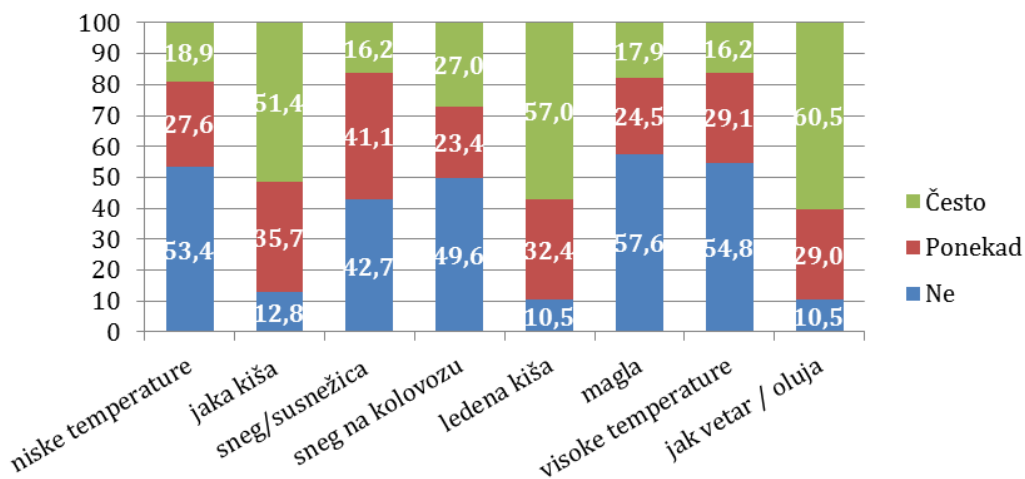
Molimo unesite svoj odgovor ovde:

Slika P. 12 Pitanja sadržana u anketnom obrascu opštih istraživanja (p. 50-51)

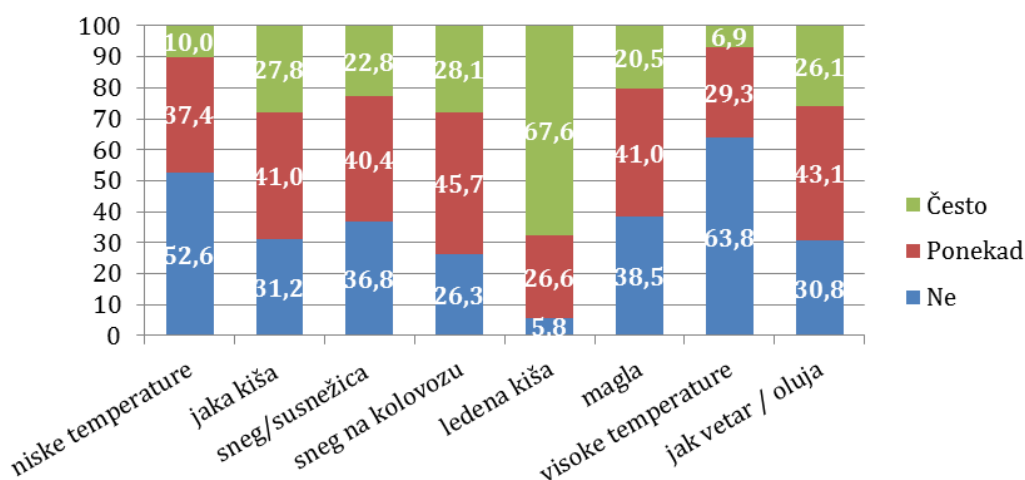
Prilog 4. Prikaz rezultata istraživanja metodom „izjavljenih prilagođavanja“



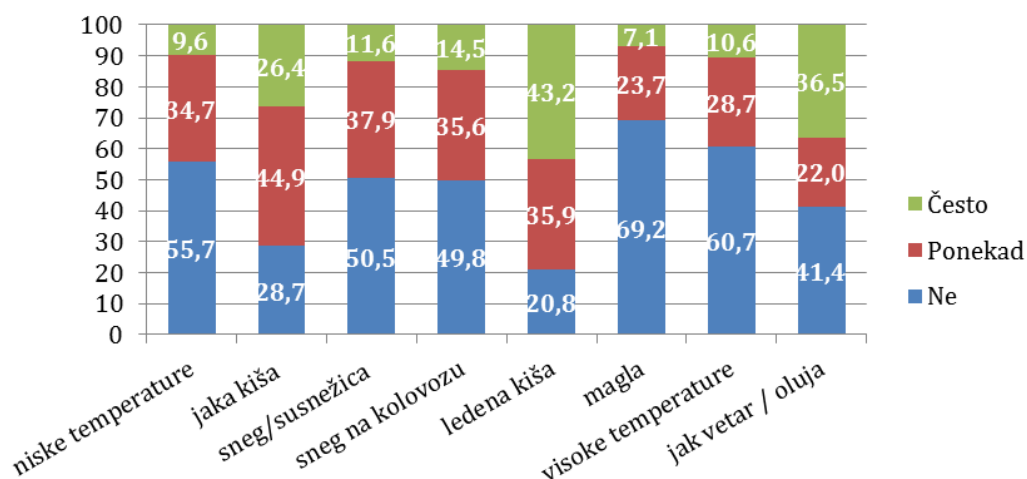
Slika P. 13 Kupovina-otkazivanje kretanja korisnika nemotorizovanih načina



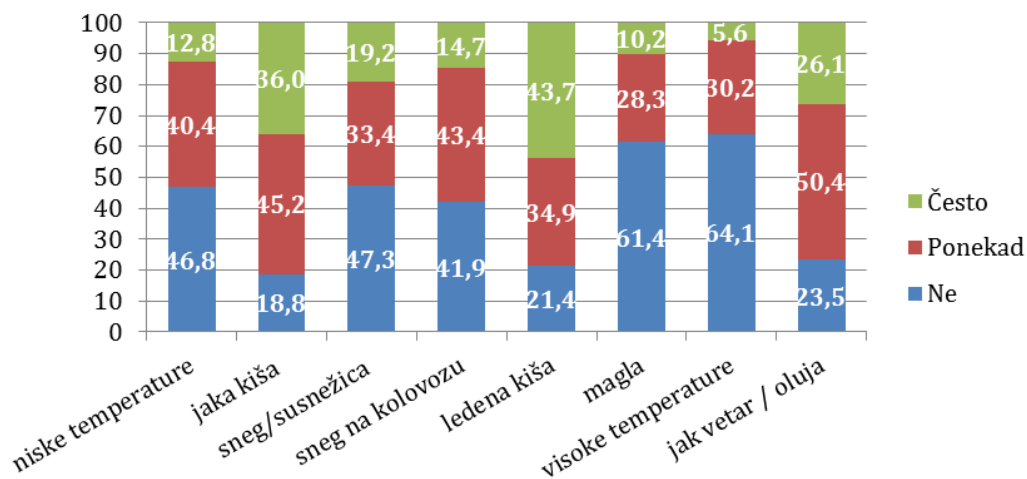
Slika P. 14 Kupovina-otkazivanje kretanja korisnika javnog prevoza



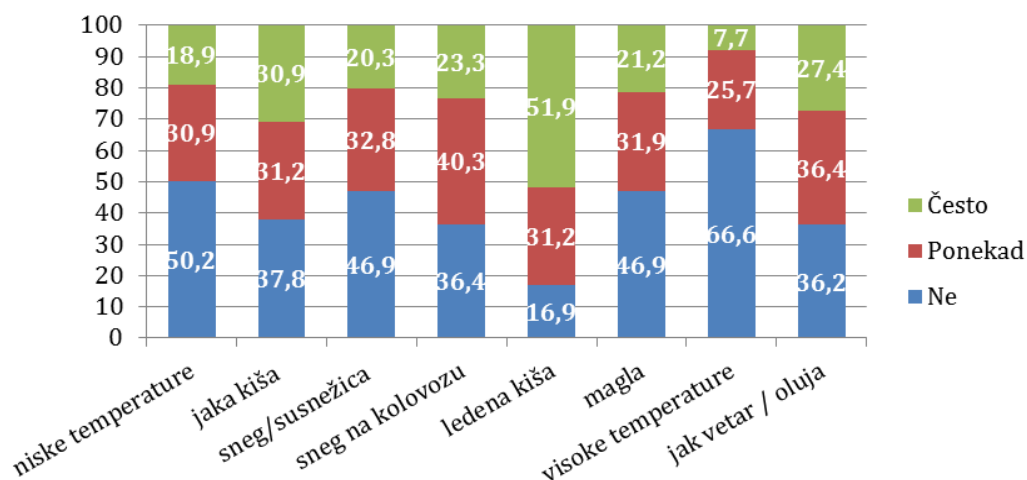
Slika P. 15 Kupovina-otkazivanje kretanja korisnika putničkog automobila



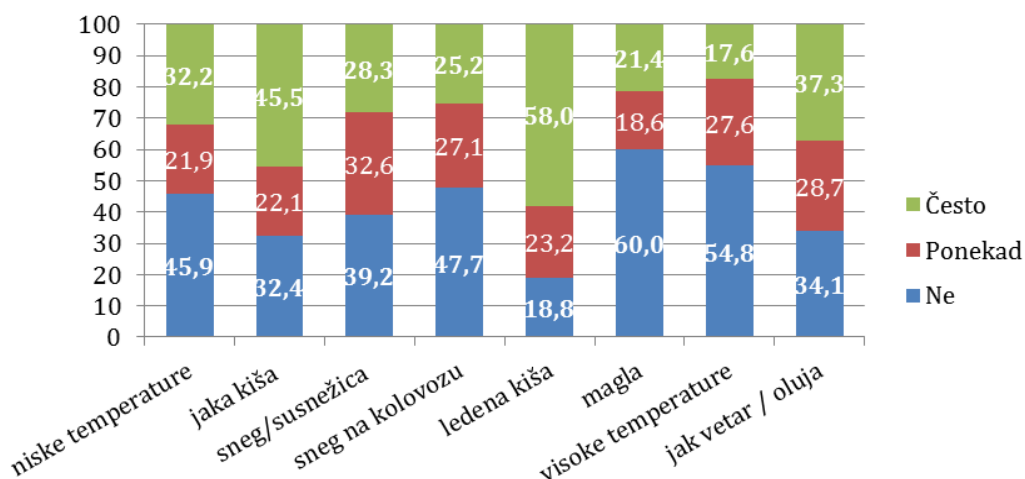
Slika P. 16 Razonoda-otkazivanje kretanja korisnika nemotorizovanih načina



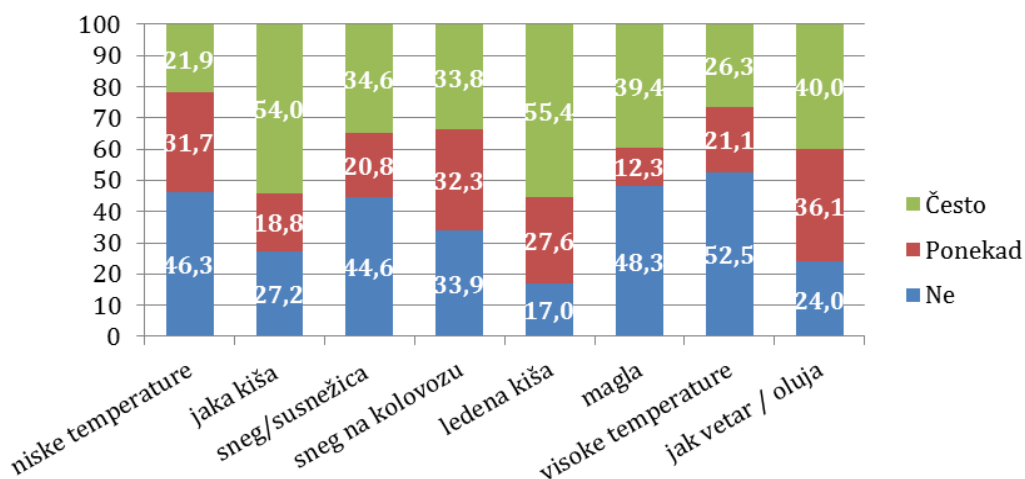
Slika P. 17 Razonoda-otkazivanje kretanja korisnika javnog prevoza



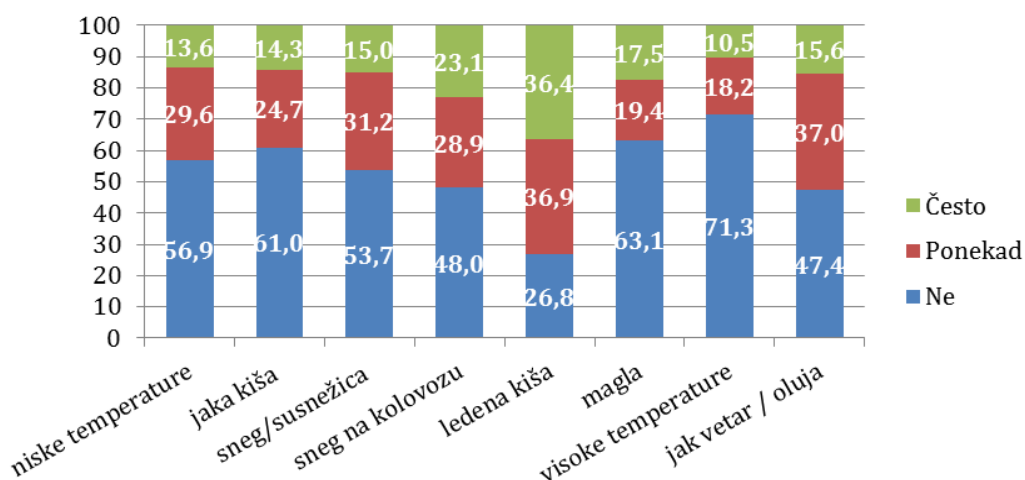
Slika P. 18 Razonoda-otkazivanje kretanja korisnika putničkog automobila



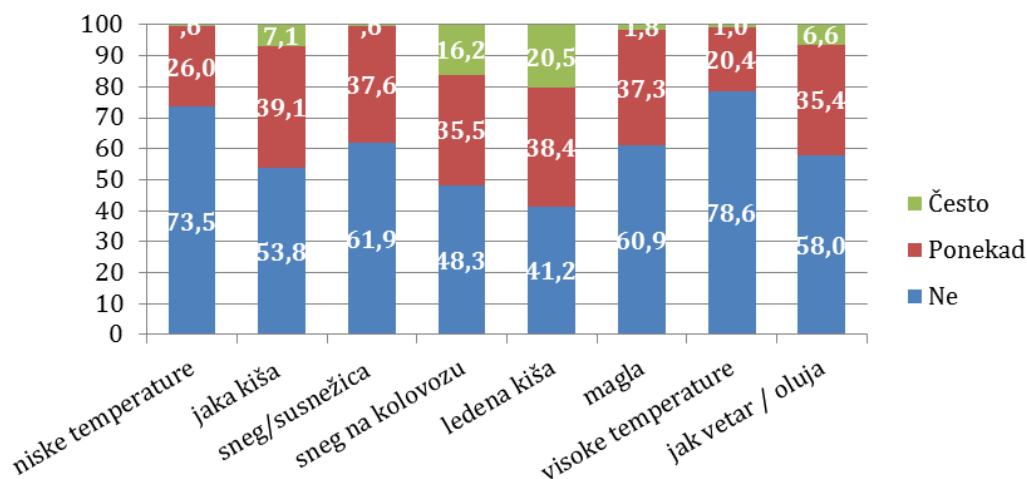
Slika P. 19 Rekreacija-otkazivanje kretanja korisnika nemotorizovanih načina



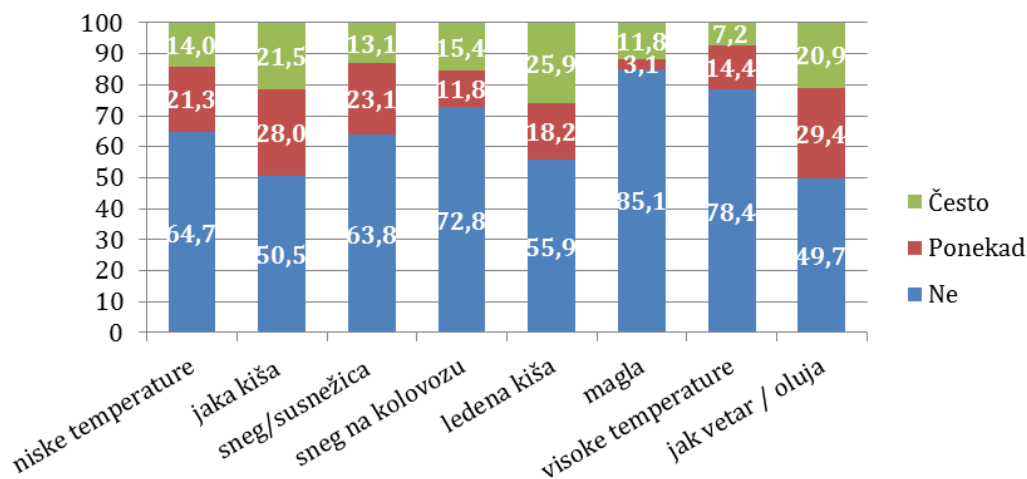
Slika P. 20 Rekreacija-otkazivanje kretanja korisnika javnog prevoza



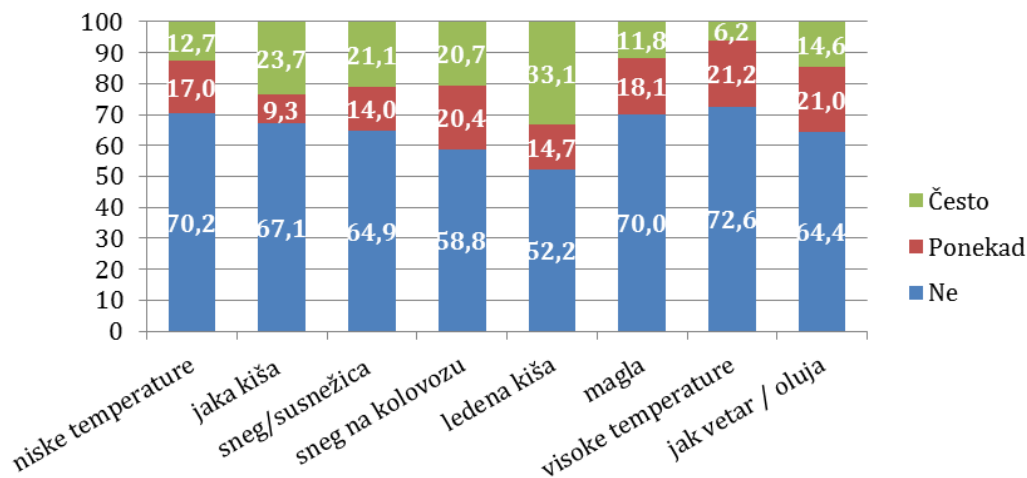
Slika P. 21 Rekreacija-Otkazivanje kretanja korisnika putničkog automobila



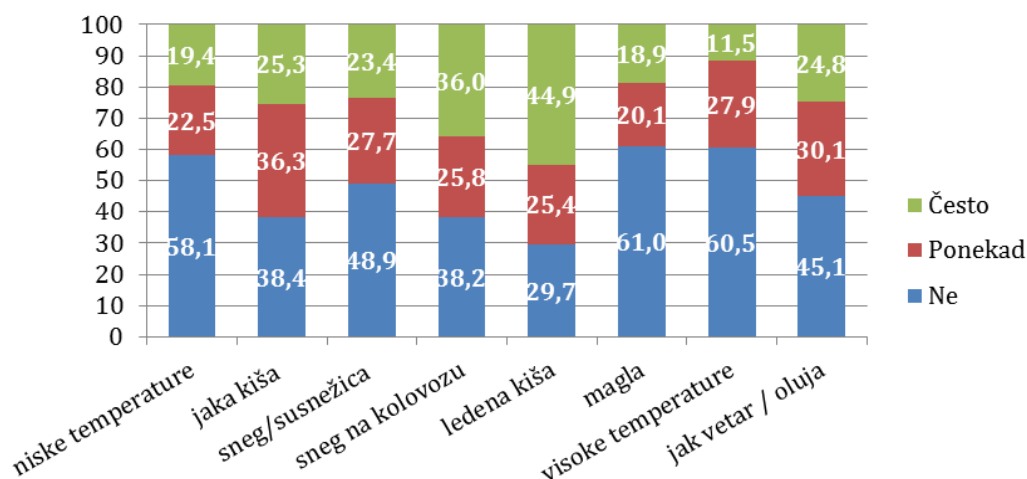
Slika P. 22 Kupovina-promena načina kretanja korisnika nemotoriz. načina



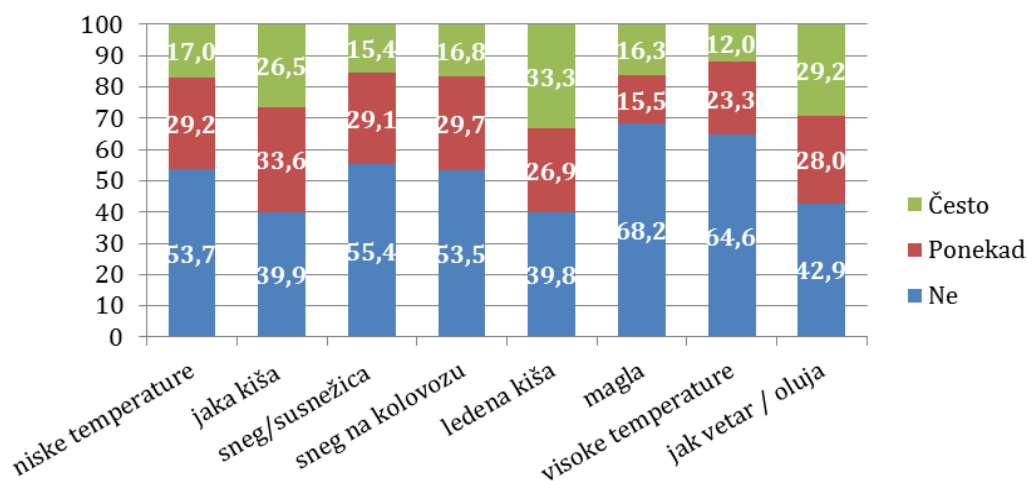
Slika P. 23 Kupovina-promena načina kretanja korisnika javnog prevoza



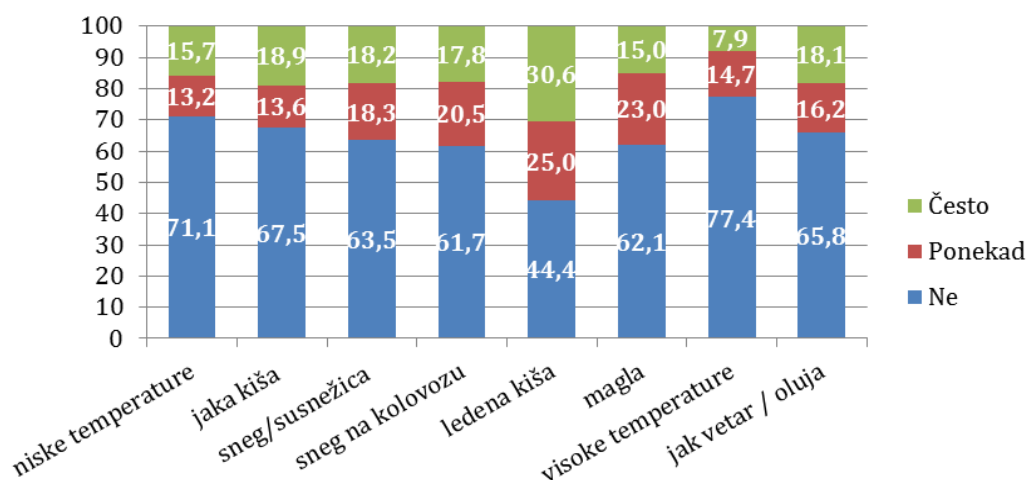
Slika P. 24 Kupovina-promena načina kretanja korisnika putničkog automobila



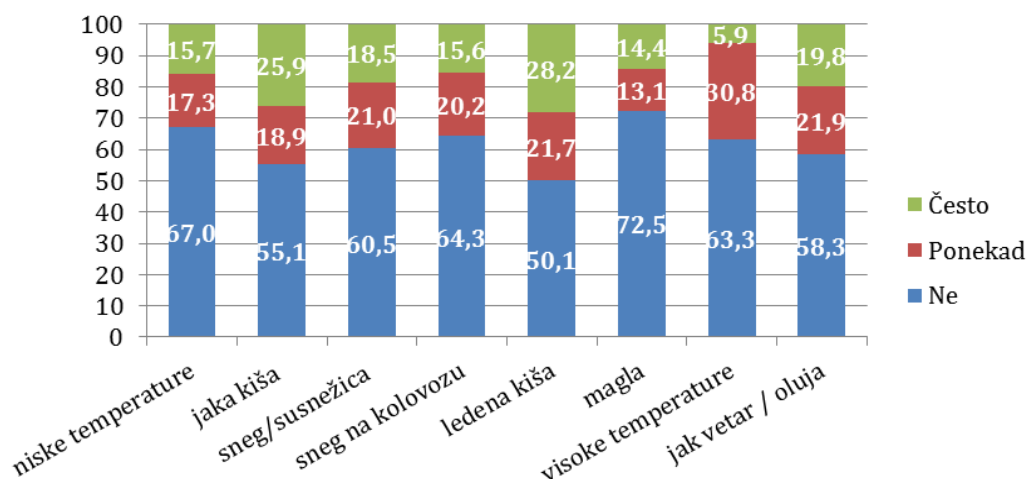
Slika P. 25 Razonoda-promena načina kretanja korisnika nemotoriz. načina



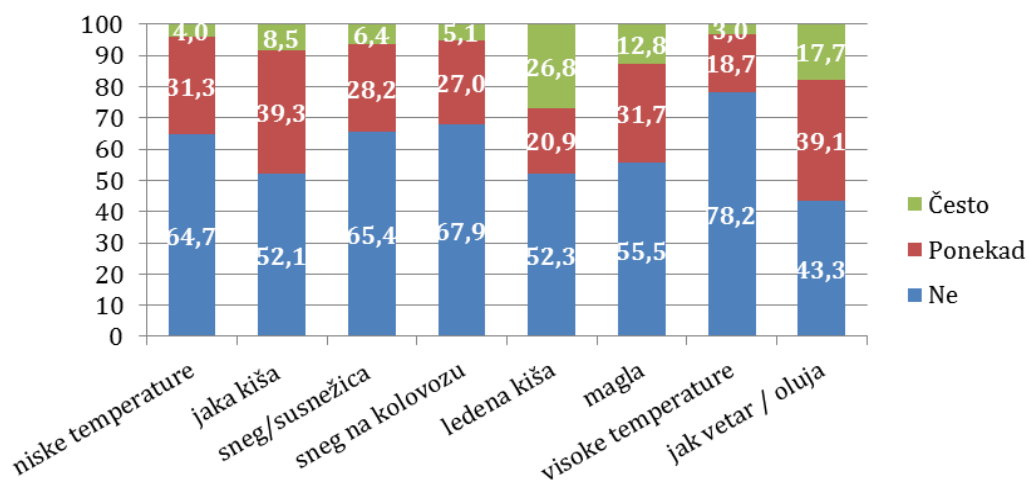
Slika P. 26 Razonoda-promena načina kretanja korisnika javnog prevoza



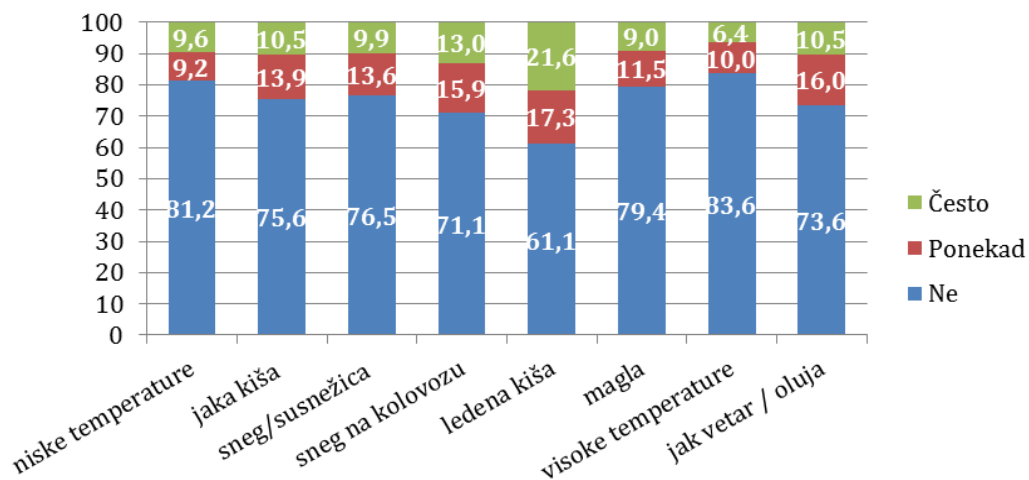
Slika P. 27 Razonoda-promena načina kretanja korisnika putničkog automobila



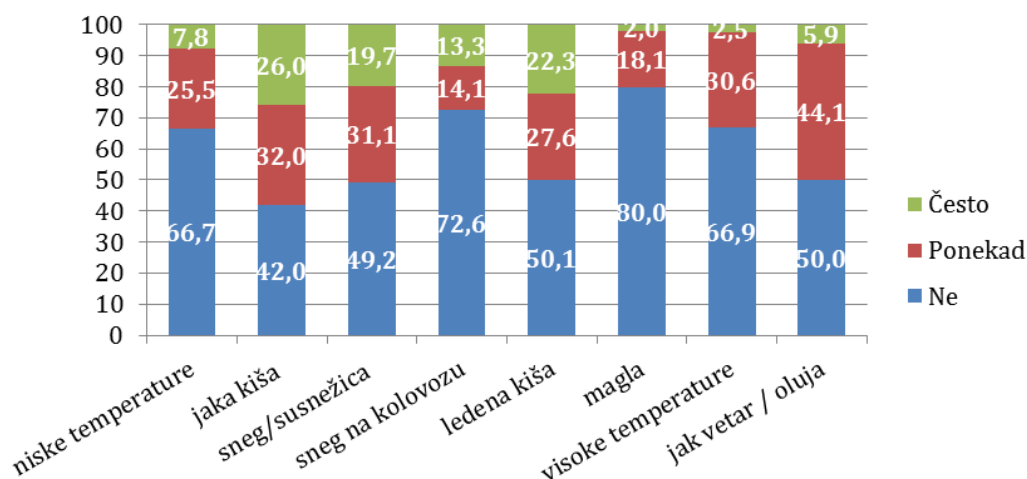
Slika P. 28 Rekreacija-promena načina kretanja korisnika nemotoriz. načina



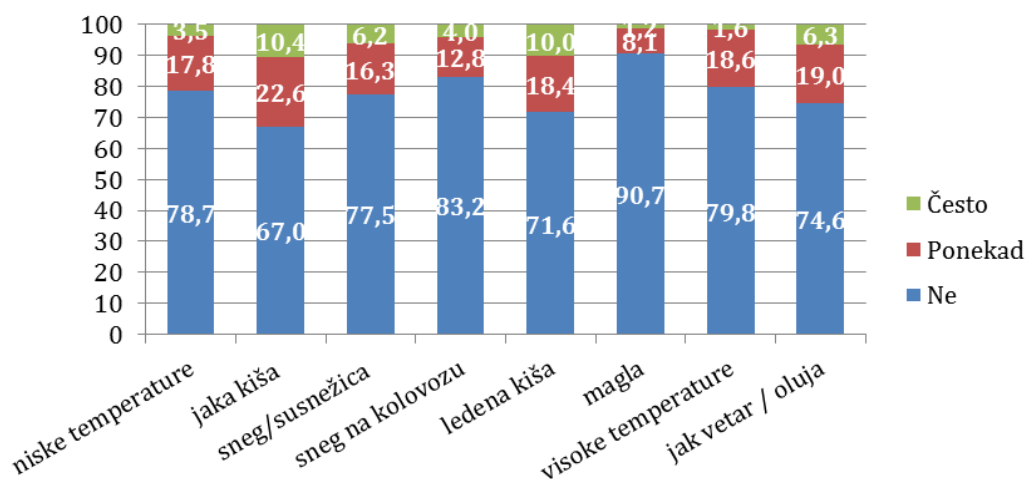
Slika P. 29 Rekreacija-promena načina kretanja korisnika javnog prevoza



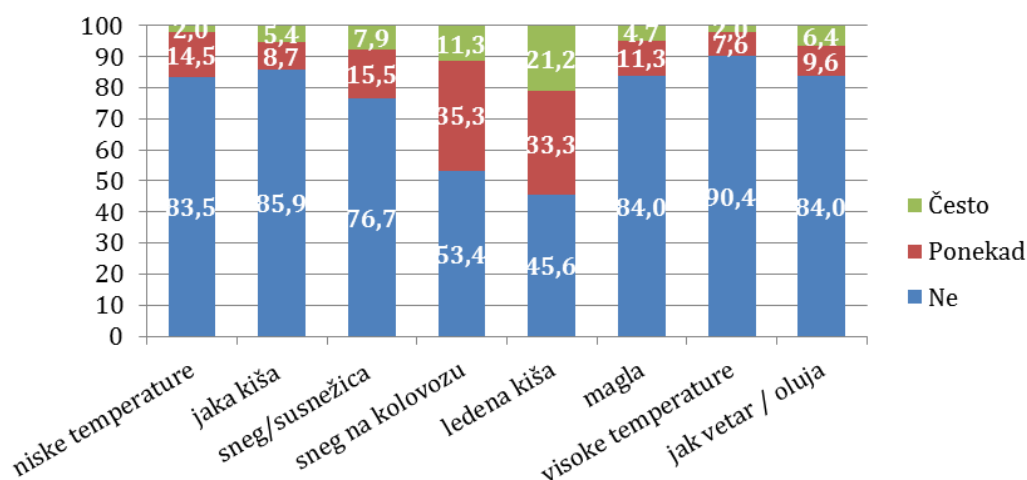
Slika P. 30 Rekreacija-promena načina kret. korisnika putničkog automobila



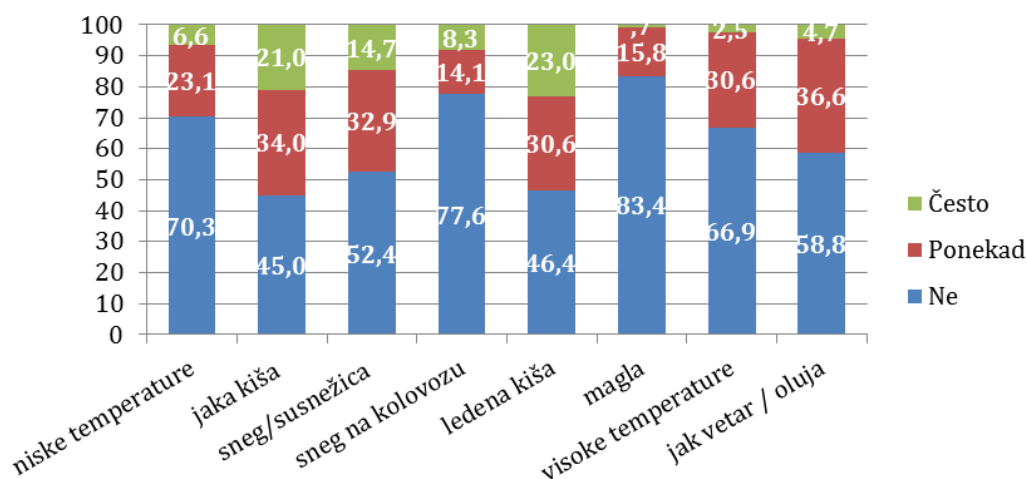
Slika P. 31 Odlazak na posao-promena načina kret. korisnika nemotoriz. načina



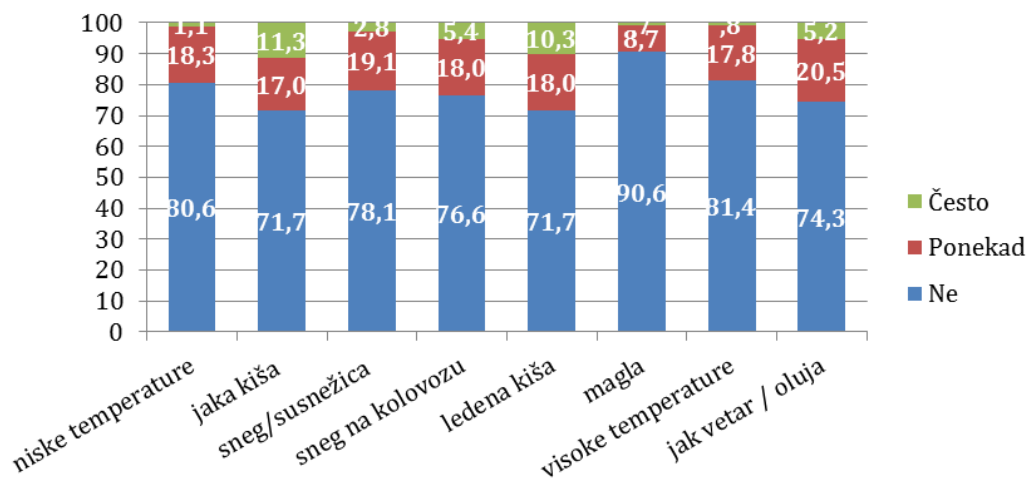
Slika P. 32 Odlazak na posao-promena načina kret. korisnika javnog prevoza



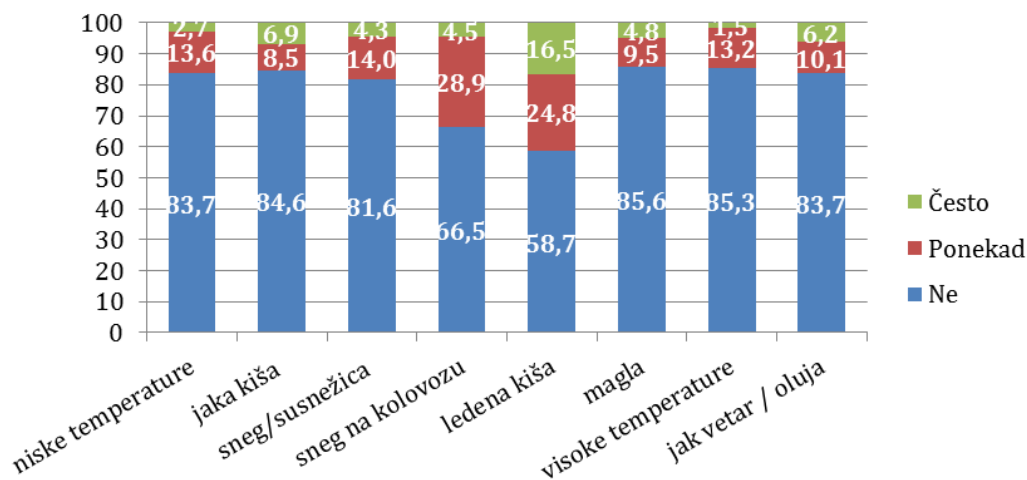
Slika P. 33 Odlazak na posao-promena načina kret. korisnika put. automobila



Slika P. 34 Povratak sa posla-promena načina kret. korisnika nemotoriz. načina



Slika P. 35 Povratak sa posla-promena načina kret. korisnika javnog prevoza



Slika P. 36 Povratak sa posla-promena načina kret. korisnika put. automobila

**Prilog 5. Dnevne vrednosti komponenti vremenskih uslova za januar 2013.
godine³⁰**

³⁰ izvor:

http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/Meteoroloski%20godisnjak%201%20-%20klimatoloski%20podaci%20-%202013.pdf

Табела P. 4 Дневне вредности компоненти vremenskih uslova, јануар 2013.(део 1.)

БЕОГРАД ширина 44°48', дужина 20°28', висина 132m ЈАНУАР 2013

Д а н	Ваздушни притисак у mb				Температура ваздуха у °С								Релативна влажност			
	07	14	21	ср.	Екстрими		мин		Терминске		ср.		Термини			
					мах	мин	амп	5cm	07	14	21	ср.	07	14	21	ср.
1	1004,0	1002,3	1003,0	1003,1	5,1	-3,5	8,6	-6,4	-2,7	-0,1	-2,4	-1,9	95	95	96	95
2	1005,1	1006,9	1013,1	1008,4	10,7	-4,0	14,7	-5,5	-2,9	9,4	1,8	2,5	95	60	87	81
3	1018,6	1017,5	1015,0	1017,0	8,0	0,8	7,2	0,5	1,8	7,4	4,4	4,5	90	57	71	73
4	1011,2	1009,3	1007,7	1009,4	11,5	3,9	7,6	1,2	5,4	10,5	7,6	7,8	80	65	71	72
5	999,4	999,9	1002,1	1000,5	8,8	3,3	5,5	4,5	6,6	7,6	3,3	5,2	97	88	94	93
6	1005,8	1003,8	1001,6	1003,7	3,5	0,5	3,0	0,2	2,3	3,3	0,5	1,7	81	73	93	82
7	1003,5	1008,2	1012,2	1008,0	1,7	-1,6	3,3	0,0	0,6	1,0	-1,6	-0,4	90	47	62	66
8	1013,1	1012,1	1010,8	1012,0	-0,3	-4,5	4,2	-6,7	-4,2	-0,5	-3,2	-2,8	73	57	61	64
9	1007,2	1006,6	1007,3	1007,0	0,3	-3,5	3,8	-5,5	-2,1	-0,7	-0,2	-0,8	79	96	94	90
10	999,2	997,0	994,7	997,0	5,5	-0,5	6,0	-1,3	-0,4	5,4	4,1	3,3	98	72	90	87
11	993,0	992,5	997,3	994,3	8,9	2,4	6,5	2,1	2,6	7,6	2,4	3,8	92	72	94	86
12	1002,8	1003,6	1003,7	1003,4	2,6	-1,9	4,5	-4,5	-1,6	1,7	-1,1	-0,5	80	56	72	69
13	1002,4	1000,4	999,8	1000,9	5,6	-1,5	7,1	-3,1	-1,3	4,9	3,5	2,7	68	59	60	62
14	999,2	998,3	998,0	998,5	8,4	3,0	5,4	1,5	3,8	8,2	5,4	5,7	66	61	69	65
15	997,8	995,3	992,4	995,2	11,8	4,6	7,2	3,6	5,8	11,7	4,7	6,7	79	59	84	74
16	987,8	985,4	982,4	985,2	9,0	4,5	4,5	3,7	5,6	7,5	6,0	6,3	94	86	80	87
17	985,1	985,1	984,9	985,0	7,0	4,3	2,7	0,6	4,4	5,8	5,3	5,2	97	85	96	93
18	980,3	981,6	983,8	981,9	5,8	-1,0	6,8	3,2	4,0	2,2	-1,0	1,1	85	95	95	92
19	986,5	987,7	989,3	987,8	1,3	-2,6	3,9	-2,6	-2,4	0,6	-0,3	-0,6	96	74	84	85
20	987,4	985,8	985,6	986,3	12,0	-0,3	12,3	-1,6	2,6	8,1	12,0	8,7	84	73	68	75
21	983,8	981,8	980,2	981,9	16,0	11,4	4,6	10,4	12,2	15,8	12,6	13,3	61	55	59	58
22	983,2	987,7	990,8	987,2	12,7	3,5	9,2	9,3	9,8	5,8	3,5	5,7	63	81	79	74
23	994,3	994,6	994,6	994,5	6,9	2,0	4,9	1,6	2,0	6,9	4,5	4,5	95	67	84	82
24	989,7	986,6	984,9	987,1	7,0	2,9	4,1	1,0	3,8	6,9	5,3	5,3	76	66	78	73
25	988,7	993,2	996,1	992,7	5,6	-0,9	6,5	0,5	0,6	-0,6	-0,5	-0,3	93	89	77	86
26	997,0	998,6	1001,3	999,0	-0,1	-2,5	2,4	-2,3	-2,3	-1,8	-2,5	-2,3	90	87	92	90
27	1002,6	1001,8	999,7	1001,4	-0,3	-3,3	3,0	-3,4	-3,3	-0,7	-1,7	-1,9	91	74	83	83
28	997,9	999,3	1003,4	1000,2	6,0	-1,8	7,8	-2,2	-1,1	4,6	1,3	1,5	84	73	88	82
29	1008,0	1006,2	1003,1	1005,8	5,5	0,2	5,3	0,0	0,5	4,8	2,1	2,4	93	70	85	83
30	1002,6	1001,7	999,1	1001,1	10,5	2,0	8,5	0,4	4,1	9,1	7,4	7,0	65	62	63	63
31	1002,5	1003,2	1001,1	1002,3	12,3	4,6	7,7	0,8	5,9	12,1	6,9	8,0	87	49	62	66
dek1	1006,7	1006,4	1006,8	1006,6	5,5	-0,9	6,4	-1,9	0,4	4,3	1,4	1,9	88	71	82	80
dek2	992,2	991,6	991,7	991,9	7,2	1,2	6,1	0,3	2,4	5,8	3,7	3,9	84	72	80	79
dek3	995,5	995,9	995,8	995,7	7,5	1,6	5,8	1,5	2,9	5,7	3,5	3,9	82	70	77	76
mes	998,1	997,9	998,0	998,0	6,8	0,7	6,1	0,0	1,9	5,3	2,9	3,3	84	71	80	78

Tabela P. 5 Dnevne vrednosti komponenti vremenskih uslova, januar 2013.(deo 2.)

Д а н	Напон водене паре (mb)				Правац и брзина ветра (m/s)				Инсо- лација (h)	Облачност у десетинама				Пада- вине (mm)	Снег (cm)		Појаве •*≡≡△▽▷☒					
	07	14	21	ср.	07	14	21	ср.		07	14	21	ср.		У	Н						
1	4,8	5,7	4,9	5,1	SSE	2,4	WNW	2,4	C	0,0	1,6	4,7	0	0	10	3,3	.	.	≡≡			
2	4,7	7,1	6,0	5,9	C	0,0	NE	0,8	NNW	2,4	1,1	6,3	0	0	9	3,0	.	.	≡≡			
3	6,3	5,8	5,9	6,0	WSW	2,4	W	2,4	S	0,8	1,9	5,5	10	4	5	6,3	.	.	≡			
4	7,2	8,2	7,4	7,6	W	2,4	NNW	6,7	NW	2,4	3,8	3,0	10	8	8	8,7	0,0	.	.	•	▷	
5	9,5	9,2	7,3	8,7	WNW	4,4	NNW	2,4	ENE	4,4	3,7	0,0	9	10	10	9,7	6,0	.	.	•	▷	
6	5,8	5,6	5,9	5,8	NNW	0,8	WNW	2,4	NNW	2,4	1,9	0,2	10	10	10	10,0	12,9	.	.	*	☒	
7	5,7	3,1	3,4	4,1	N	4,4	N	4,4	NNW	2,4	3,7	7,6	10	1	9	6,7	1,1	0	•*	≡	▷☒	
8	3,3	3,4	3,0	3,2	WNW	0,8	NE	2,4	SE	2,4	1,9	6,0	8	0	2	3,3	.	.	.	.
9	4,1	5,6	5,7	5,1	SSE	0,8	WNW	0,8	NNE	0,8	0,8	0,0	10	10	10	10,0	0,0	.	.	*	≡≡	
10	5,8	6,5	7,3	6,5	SSE	4,4	SSW	0,8	SE	0,8	2,0	0,2	10	10	10	10,0	0,1	0	•	≡≡		
11	6,8	7,5	6,8	7,0	SE	0,8	WNW	2,4	NNE	4,4	2,5	3,1	10	8	10	9,3	7,1	.	.	•	≡	
12	4,3	3,9	4,0	4,1	WNW	2,4	WNW	2,4	SSE	2,4	2,4	8,2	0	5	0	1,7	5,2	.	.	.		
13	3,8	5,1	4,7	4,5	SSE	2,4	SSE	4,4	SSE	6,7	4,5	3,9	8	10	7	8,3	.	.	.	.	▷
14	5,3	6,6	6,2	6,0	SSE	6,7	SSE	6,7	SSE	6,7	6,7	0,4	9	9	3	7,0	0,7	.	.	•	▷	
15	7,3	8,1	7,2	7,5	SSE	0,8	SSE	4,4	SE	2,4	2,5	0,0	9	10	10	9,7	0,3	.	.	•	▷	
16	8,6	8,9	7,5	8,3	W	0,8	ENE	2,4	SE	2,4	1,9	0,4	10	9	9	9,3	5,5	.	.	•	▷	
17	8,1	7,8	8,5	8,1	SW	0,8	SE	2,4	E	4,4	2,5	1,3	10	9	10	9,7	0,5	.	.	•	≡≡	
18	6,9	6,8	5,4	6,4	SE	4,4	WNW	4,4	WNW	4,4	4,4	0,0	10	10	10	10,0	8,0	.	.	•*	▷☒	
19	4,9	4,7	5,0	4,9	WNW	4,4	SW	0,8	SSE	4,4	3,2	0,0	10	9	7	8,7	18,5	1414	.	.	*	▷☒
20	6,2	7,9	9,5	7,9	SSE	2,4	SSE	4,4	S	6,7	4,5	0,3	10	10	10	10,0	1,2	9	0	•	▷☒	
21	8,7	9,8	8,6	9,0	SSE	4,4	SSE	4,4	SSE	4,4	4,4	1,8	10	9	4	7,7	0,3	.	.	.	▷	
22	7,7	7,5	6,2	7,1	WSW	2,4	W	4,4	NNW	2,4	3,0	1,1	9	9	10	9,3	.	.	.	.	▷
23	6,7	6,7	7,1	6,8	W	0,8	SSE	2,4	SSE	2,4	1,9	1,3	10	7	4	7,0	0,0	.	.	•	▷	
24	6,1	6,6	6,9	6,5	S	2,4	SE	4,4	SSE	4,4	3,7	0,3	8	10	9	9,0	0,2	.	.	•	▷	
25	5,9	5,2	4,5	5,2	NNW	2,4	NNW	4,4	NW	2,4	3,0	0,0	10	10	10	10,0	0,7	0	.	.	•*	▷☒
26	4,6	4,7	4,7	4,7	WNW	2,4	W	2,4	W	2,4	2,4	0,0	10	10	10	10,0	3,1	4,4	.	.	*	▷☒
27	4,3	4,3	4,5	4,4	W	0,8	W	0,8	SSE	2,4	1,4	0,0	10	10	6	8,7	2,9	7,4	.	.	*	▷☒
28	4,8	6,2	5,9	5,6	SSE	2,4	WSW	2,4	WSW	0,8	1,9	0,7	10	10	9	9,7	0,0	4,0	.	.	•	▷☒
29	5,9	6,0	6,1	6,0	WNW	2,4	WSW	2,4	SSE	2,4	2,4	1,6	9	6	4	6,3	0,8	1,1	.	.	•*	▷☒
30	5,3	7,2	6,5	6,3	WSW	2,4	C	0,0	S	2,4	1,6	0,6	8	8	7	7,7	0,0	.	.	.	.
31	8,1	6,9	6,2	7,1	WNW	2,4	N	4,4	SSW	0,8	2,5	5,9	10	5	0	5,0	1,8	.	.	•	▷	
dek1	5,7	6,0	5,7	5,8		2,3		2,5		1,9	2,2	33,5	7,7	5,3	8,3	7,1	20,1					
dek2	6,2	6,7	6,5	6,5		2,6		3,5		4,5	3,4	17,6	8,6	8,9	7,6	8,4	47,0					
dek3	6,2	6,5	6,1	6,2		2,3		2,9		2,5	2,5	13,3	9,5	8,5	6,6	8,2	9,8					
mes	6,0	6,4	6,1	6,2		2,4		3,0		2,9	2,7	64,4	8,6	7,6	7,5	7,9	76,9					

BIOGRAFIJA AUTORA

Dragana D. Petrović (dev. Grujičić), diplomirani inženjer saobraćaja, rođena je 25.10.1985. godine u Pljevljima u Crnoj Gori. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Beogradu kao nosilac Vukove diplome. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu upisala je 2004. godine, Odsek za drumski i gradski saobraćaj i transport. Tokom studija bila je stipendista fondacije „Dr Nikola Oka“, stipendista Ministarstva prosvete Republike Srbije, kao i stipendista Fonda za mlade talente Ministarstva omladine i sporta.

Diplomirala je u januaru 2010. godine sa prosečnom ocenom 9,66 i ocenom 10 na diplomskom radu na temu „Transportni modeli – alati u planiranju saobraćaja“. Na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu zaposlena je od aprila 2010. godine kao saradnik u nastavi na predmetima uže naučne oblasti „Planiranje saobraćaja i saobraćajne infrastrukture“. Upisuje doktorske studije oktobra 2010. godine. Aprila 2011. godine stiče zvanje asistenta na predmetima uže naučne oblasti „Planiranje saobraćaja i saobraćajne infrastrukture“. Ispite predviđene nastavnim planom i programom doktorskih studija položila je sa prosečnom ocenom 10.

Autor je i koautor 18 radova objavljenih: u časopisima međunarodnog značaja (dva rada na SCI listi), nacionalnog značaja (dva rada), na naučnim i stručnim skupovima od međunarodnog značaja (14 radova). Kao član autorskog tima učestvovala je u izradi pet studija i projekata, od kojih je jedan projekat Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije „Uticaj globalnih izazova na planiranje i upravljanje saobraćajem u gradovima“.

Član je Inženjerske komore Srbije. Posедуje licencu 370 (licenca odgovornog projektanta saobraćaja i saobraćajne signalizacije).

Govori engleski jezik.

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora Dragana D. Petrović
Broj indeksa 10-D-008

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

UTICAJ VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, _____

Potpis autora

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Dragana D. Petrović
Broj indeksa 10-D-008
Studijski program Saobraćaj
Naslov rada UTICAJ VREMENSKIH USLOVA NA
 NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA
Mentor Prof. dr Jadranka Jović

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predala radi pohranjenja u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, _____

Potpis autora

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

UTICAJ VREMENSKIH USLOVA NA NASTAJANJE I VIDOVNU RASPODELU PUTOVANJA

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučila.

1. Autorstvo (CC BY)

2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)

5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci. Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

U Beogradu, _____

Potpis autora

1. Autorstvo. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerada. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.