

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



MIHAEL BLAŽ

GENERACIJA PROMETA GLEDE NA DEJAVNOST

MAGISTRSKO DELO

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM
DRUGE STOPNJE GRADBENIŠTVO**

Ljubljana, 2018

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500 faks
(01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM DRUGE
STOPNJE GRADBENIŠTVO**

Kandidat/-ka:

MIHAEL BLAŽ

GENERACIJA PROMETA GLEDE NA DEJAVNOST

ACTIVITY BASED TRIP GENERATION

Mentor/-ica:

izr. prof. dr. Marijan Žura

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

mag. Gregor Pretnar

Član komisije:

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 656.021:004.414.23(043.3)
Avtor: Mihael Blaž, dipl. inž. grad. (UN)
Mentor: izr. prof. dr. Marijan Žura
Somentor: mag. Gregor Pretnar, univ. dipl. inž. grad.
Naslov: Generacija prometa glede na dejavnost
Tip dokumenta: Magistrsko delo
Obseg in oprema: 71 str., 15 sl., 22 pregl., 21 graf.
Ključne besede: generacija prometa, generacija potovanj, prometni modeli, napoved prometa

Izvilleček

V nalogi je obravnavano področje izračuna generacije potovanj, ki se uporablja v prometnih študijah za določanje obstoječe količine prometa in njegove napovedi. Na izbrano temo so zbrane obstoječe metode za izračun generacije potovanj. Opravljena je ocena prednosti in slabosti posameznih metod. Na podlagi pregleda obstoječih metod in strokovne literature je izbrana metodologija za izdelavo lastnega orodja za izračun generacije prometa glede na dejavnost. Razlog za izdelavo je predvsem v pomanjkanju lokalnih podatkov za izvedbo izračunov, ki bodo merodajni za območje Slovenije.

Orodje za izračun generacije potovanj se deli na dva dela. Prvi del je namenjen izračunom na ravni prometnih modelov, drugi del pa je uporaben za izračune na posameznih lokacijah. Za potrebe izdelave orodja so pridobljeni različni socio-ekonomski podatki, izvedene poizvedbe po ustanovah in opravljena štetja prometa na območjih posameznih dejavnosti. S pomočjo zbranih podatkov so upoštevane razlike v potovalnih navadah prebivalcev glede na slovenske regije in občine.

Na ravni posameznih lokacij so izračuni z orodjem primerjani z izračuni po obstoječih metodah. Rezultati kažejo na dobro ujemanje v generirani količini prometa pri večini obravnavanih dejavnosti. Izdelano orodje se je na tej ravni v praksi že izkazalo za uporabno v sklopu prometne študije za OPPN Parmova.

Opravljena je primerjava orodja na ravni prometnih modelov z rezultati obstoječega makroskopskega prometnega modela za širše območje ljubljanske urbane regije in validacija rezultatov s pomočjo statističnih podatkov. Predlagan model generacije potovanj sledi podobni logiki obstoječega modela za širše območje ljubljanske regije in daje primerljive rezultate.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 656.021:004.414.23(043.3)
Author: Mihael Blaž, B. Sc. Civil Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Marijan Žura, Ph. D.
Cosupervisor: Gregor Pretnar, M. Sc. Civil Engineering
Title: Activity based trip generation
Document type: Master Thesis
Notes: 71 p., 15 fig., 22 tab., 21 graph.
Key words: Traffic generation, Trip generation, Traffic models, Traffic forecasting

Abstract

This thesis deals with the topic of trip generation calculation, which is used in traffic studies to determine current and future traffic volume. A review of current methods for trip generation calculation is done. Strengths and weaknesses of each method are assessed. Based on review of the current methods and literature a methodology for creating an activity based trip generation tool is chosen. Main reason for creating a new tool is the lack of locally based data needed for performing calculations that will be accurate for the territory of Slovenia.

The tool created for calculating trip generation is split into two parts. First part is meant for making calculations on the level of traffic models, the second part is useful for calculations on specific locations. For the purpose of creating the tool a set of socio-economic data is gathered, inquiries at the companies are made and traffic is counted for the areas of specific activities. With the help of gathered data travel habits of people are differentiated based on the regions and municipalities of Slovenia.

At the level of individual locations calculations of the tool are compared with calculations of existing methods. Results show a good match in the amount of generated traffic for the majority of activities. The created tool at this level has already proven to be useful in a traffic study needed for a detailed spatial plan.

A comparison of tool based results on the level of traffic models with results of existing macroscopic traffic model for the greater urban region of Ljubljana is made. Validation of results with statistical data is also performed. Suggested trip generation model that is used in the tool follows a similar logic to the existing model for the greater urban region of Ljubljana and provides comparable results.

ZAHVALA

Zahvaljujem se družini in prijateljem za podporo in spodbudo v času študijskih let.

Posebna zahvala gre somentorju in sodelavcu Gregorju Pretnarju za številne nasvete in ključen prispevek k mojem strokovnem napredovanju na področju prometnega načrtovanja.

KAZALO VSEBINE

UVOD	1
1 PREDSTAVITEV TEMATIKE	2
1.1 Izdelava štiristopenjskih makroskopskih modelov	2
1.1.1 Potovanja v prometnem modelu	3
1.1.2 Prometne cone	5
1.1.3 Produkcija in atrakcija potovanj	6
1.1.4 Generacija potovanj z linearno regresijo	6
1.1.5 Generacija potovanj s kategorizacijo	7
1.1.6 Odvisnost generacije potovanj od dostopnosti	7
1.2 Določanje generacije prometa na posameznih lokacijah	9
1.2.1 Odvisnost prometa od rabe tal	9
1.2.2 Vpliv urnega razporeda prometa	9
1.2.3 Zbiranje podatkov	10
2 PREGLED LITERATURE	11
3 PREGLED METOD ZA DOLOČANJE GENERACIJE PROMETA NA RAVNI POSAMEZNE LOKACIJE	14
3.1 ITE Trip generation manual	14
3.1.1 Primer izračuna generacije potovanj po priročniku	16
3.1.2 Prednosti	17
3.1.3 Slabosti	17
3.2 EPA MXD metoda	19
3.2.1 Prednosti	21
3.2.2 Slabosti	21
3.3 Spack Consulting Trip Generation	21
3.3.1 Primerjava z rezultati priročnika ITE	22
3.3.2 Prednosti	22
3.3.3 Slabosti	22
3.4 Ver_Bau	22
3.4.1 Prednosti	24
3.4.2 Slabosti	24
4 PREGLED METOD ZA DOLOČANJE GENERACIJE PROMETA V PROMETNIH MODELIH	26
4.1 Regresijski modeli	26
4.2 Klasifikacijski modeli	28
5 METODOLOGIJA ZA IZDELAVO LASTNEGA ORODJA	30

5.1	Metodologija izdelave na ravni prometnega modela	30
5.2	Metodologija izdelave na ravni posamezne lokacije	30
6	PRIDOBIVANJE PODATKOV.....	32
6.1	Izvajanje meritev na terenu.....	32
6.2	Podatki o podjetjih in ustanovah	35
6.3	Anketa o potovalnih navadah	35
6.4	Register nepremičnin	38
7	IZDELAVA LASTNEGA ORODJA	40
7.1	Orodje na ravni posamezne lokacije.....	40
7.1.1	Lastnosti okolice.....	40
7.1.2	Urna distribucija	41
7.1.3	Lastnosti objekta.....	41
7.1.4	Izbira prevoznega sredstva	41
7.2	Orodje na ravni prometnega modela.....	42
8	PREDSTAVITEV REZULTATOV	48
8.1	Generacija prometa na ravni posamezne lokacije	48
8.1.1	Uporabniški vmesnik za izračun prihodov in odhodov	48
8.1.2	Urne razporeditve po izbranih dejavnostih.....	49
8.1.3	Primerjava generacije prometa z ostalimi orodji	53
8.1.4	Primer uporabe	56
8.2	Generacija prometa na ravni prometnega modela	57
8.2.1	Uporabniški vmesnik za izračun produkcij in atrakcij	57
8.2.2	Uporaba generacije prometa v obstoječem prometnem modelu in primerjava rezultatov 59	
8.2.3	Validacija rezultatov generacije prometa	66
9	ZAKLJUČEK	68
10	VIRI.....	70

KAZALO SLIK

Slika 1: Razlika makro-mikroskopski model	2
Slika 2: Koraki pri izdelavi štiri stopenjskega modela	3
Slika 3: Tipična kategorizacija namenov potovanj	4
Slika 4: Prikaz točkovnih prostorskih enot in con v katere so točke združene	5
Slika 5: Produkcije in atrakcije con	6
Slika 6: Ilustracija upoštevanja distribucije prebivalstva po starosti s fuzzy logiko	12
Slika 7: Primer zbranih podatkov prikazan na grafu s komentarji posameznih elementov	15
Slika 8: Nabor možnih vhodnih podatkov za izračune po metodi EPA MXD	20
Slika 9: Seznam rezultatov generacije potovanj po metodi EPA MXD	20
Slika 10: Vnos in izpis podatkov orodja Ver_Bau	23
Slika 11: Kamera za štetje prometa	32
Slika 12: Lokacije števnih mest	34
Slika 13: Prikaz programskega orodja Camlytics za avtomatsko štetje prometa	34
Slika 14: Obrazec za vnos podatkov o prometu za posamezno dejavnost	35
Slika 15: Shema delovanja orodja za generacijo prometa na ravni posamezne lokacije	40
Slika 16: Shema delovanja orodja na ravni prometnega modela	42
Slika 17: Izgled uporabniškega vmesnika za izračun prihodov in odhodov	48
Slika 18: Uporabniški vmesnik za izračun generacije prometa na makroskopski ravni	57
Slika 19: Prometni model v programu PTV Visum	59
Slika 20: Rezultati generacije v programu PTV Visum	60
Slika 21: Produkcije in atrakcije po prometnih conah	61
Slika 22: Gostota delovnih mest po conah (vir: SURS in Register nepremičnin)	62
Slika 23: Delež delovno aktivnega prebivalstva (vir: SURS in Register nepremičnin)	63
Slika 24: Razmerje v generaciji prometa po conah	65

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razpored potovanj za primer pisarniške dejavnosti glede na priročnik ITE	17
Preglednica 2: Razlike med metodama FGSV in HSVV	23
Preglednica 3: Seznam števnih mest	33
Preglednica 4: Pregled poimenovanja stavb po CC-SI klasifikaciji	38
Preglednica 5: Opis potovanj po namenih	43
Preglednica 6: Faktorji in atributi produkcije potovanj glede na namen poti	44
Preglednica 7: Faktorji in atributi atrakcije potovanj glede na namen poti	45
Preglednica 8: Faktorji in atributi atrakcije potovanj glede na namen poti	48
Preglednica 9: Primerjava generacijskih faktorjev med izbranimi dejavnostmi	50
Preglednica 10: Seznam zahtevanih vhodnih podatkov po conah	58
Preglednica 11: Primerjava strukture generacije prometa	63
Preglednica 12: Primerjava produkcij in atrakcij obeh modelov po namenih potovanj	64
Preglednica 13: Primerjava modela s statističnimi podatki po conah	67

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Primerjava priročnika ITE s štetjem prometa in prilagojeno metodo MXD.....	19
Grafikon 2: Razlika v dnevnem prometu med podatki ITE in Spack Consulting.....	22
Grafikon 3: Urni raspored odhodov na delo	36
Grafikon 4: Urni raspored odhodov v šolo	36
Grafikon 5: Urni raspored odhodov v nakupe.....	37
Grafikon 6: Urni raspored odhoda na prostočasne dejavnosti	37
Grafikon 7: Urni raspored odhodov na poslovne poti.....	38
Grafikon 8: Zveza med številom potovanja in višino dohodka.....	46
Grafikon 9: Urni raspored prometa za nakupovalni center	49
Grafikon 10: Urni raspored prometa za trgovino	50
Grafikon 11: Urni raspored prometa za osnovne šole.....	50
Grafikon 12: Urni raspored prometa za pisarniško dejavnost.....	51
Grafikon 13: urni raspored prometa za stanovanja	51
Grafikon 14: Urni raspored prometa za industrijsko dejavnost	52
Grafikon 15: Urni raspored tovarnega prometa za industrijsko dejavnost	52
Grafikon 16: Primerjava prometa za pisarniške dejavnosti.....	53
Grafikon 17: Primerjava prometa za sošesko hiš	54
Grafikon 18: Primerjava prometa za nakupovalno središče.....	54
Grafikon 19: Primerjava prometa za osnovno šolo	55
Grafikon 20: Primerjava prihodov po variantah za OPPN.....	56
Grafikon 21: Primerjava odhodov po variantah za OPPN	56

UVOD

Sodobna družba se hitro spreminja, z njo pa tudi samo okolje in infrastruktura, ki jo potrebuje. V prostoru, kjer se ves čas pojavljajo nove dejavnosti, se kaže potreba po oceni vpliva novih dejavnosti na obstoječe prometne tokove oziroma samo prometno omrežje.

Promet je posledica različnih aktivnosti prebivalstva in gospodarstva. Sestoji iz množice različnih potovanj, ki so odvisna od prostorskih, ekonomskih in socialnih dejavnikov. Če znamo dovolj dobro določiti omenjene dejavnike, ki vplivajo na izbiro potovanj, potem lahko iz njihove vsote sestavimo prometne obremenitve na nekem območju.

Pri prometu posredno vedno obravnavamo potovanja, ki so posledica človeških odločitev, zato je pri načrtovanju prometa potrebno upoštevati širši vidik od zgolj tehničnih parametrov potovanj. Ravno iz tega razloga je določanje števila poti, ki se zgodijo v prostoru, zelo spremenljivo. Potovalne navade se po svetu razlikujejo, zato tudi ni vedno mogoče uporabiti vseh ugotovitev iz mednarodnega okolja. Omenjeno nakazuje na potrebo po izdelavi orodja, s katerim je mogoče zajeti tudi vpliv lokalnega okolja na generirana potovanja. Tuja orodja je potrebno ovrednotiti in po potrebi prilagoditi, saj vemo, da se potovalne navade prebivalcev pogosto razlikujejo že znotraj samih držav. Celotno znotraj Slovenije, ki je na makroskopski ravni relativno majhno območje, je smiselno upoštevati morebitne medregijske razlike, saj lahko to na koncu prispeva k bolj merodajnim ocenam generacije prometa.

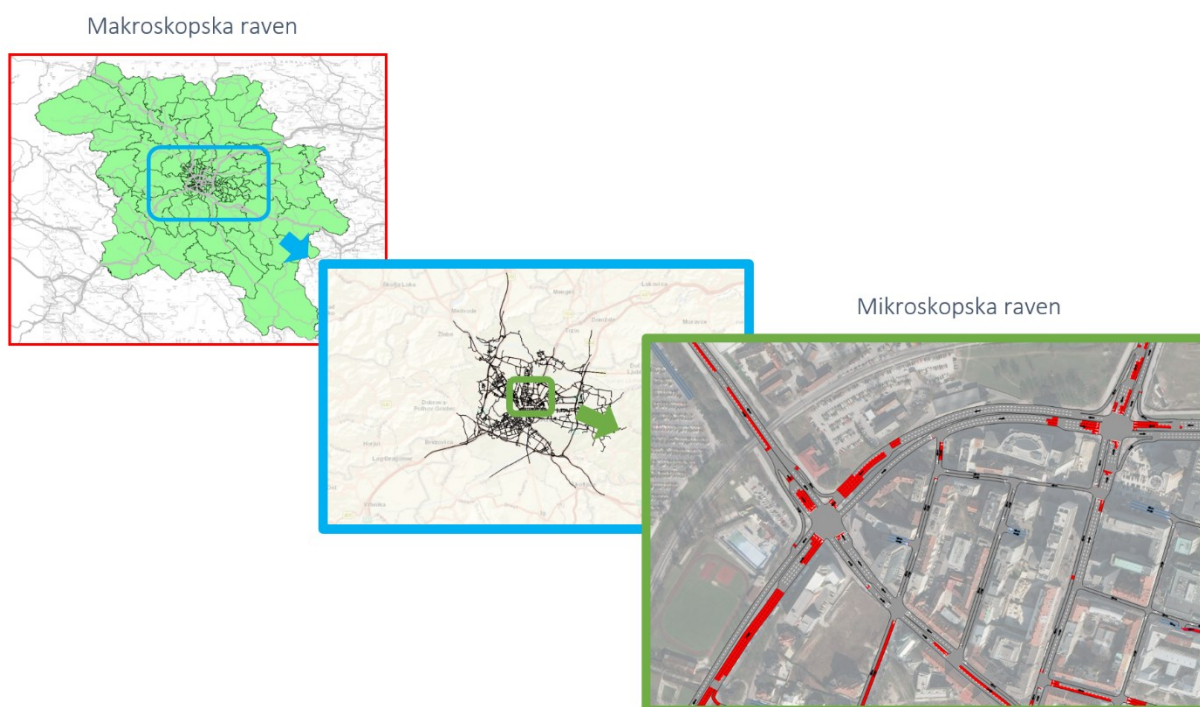
V nalogi sem se osredotočil na začetne korake določanja prometnih tokov, kjer se poskuša določiti parametre, ki vplivajo na generacijo potovanj in izračun števila potovanj zaradi neke dejavnosti. Odločil sem se preučiti orodja oziroma metode, ki se uporabljajo za določitev generacije prometa. Na podlagi tega sem poizkusil ustvariti orodje, ki čim bolj upošteva dejanske potovalne navade prebivalcev v Sloveniji. Pri delu sem se ukvarjal z izračuni na ravni prometnega modela in posameznih lokacij, s čimer sem želel zaobjeti večino področij izdelovanja prometnih študij, ki zahtevajo podatke o generaciji prometa.

Namen izdelave orodja za generacijo prometa glede na dejavnost je pridobiti vhodne podatke za pomoč pri izdelavi prometnih modelov kakor tudi določevanja novih prometnih tokov v primeru gradnje objektov. Novogradnje ali preureditve obstoječih objektov za nove dejavnosti so pogoste, zato se prav tako pogosto pojavljajo vprašanja o prometni infrastrukturi, ki jo takšne spremembe zahtevajo. Brez okvirnih ocen vpliva novih dejavnosti na promet, se lahko kot posledica pojavi slabo prilagojeno prometno omrežje, ki ne zmore zagotavljati ustreznega nivoja uslug.

Določitev generacije potovanj na podlagi lastnosti dejavnosti je pogosto uporabno tudi pri analizi prometa v obstoječem stanju. Teoretično je mogoče prešteti ves promet nekega območja na samem terenu, vendar je to v realnosti časovno in ekonomsko neupravičeno. Zaradi tega se pri izdelavi prometnih modelov običajno poslužujemo kombinacije podatkov s terena in različnih orodij s katerimi se poskuša izdelati čim bolj reprezentativne prometne tokove dejanskega stanja. Tudi na področju analize stanja se torej kažejo potrebe po uporabi orodij, s katerimi je mogoče dovolj dobro oceniti generacijo prometa.

1 PREDSTAVITEV TEMATIKE

Tematiko generacije prometa je mogoče obravnavati na različnih nivojih izdelave prometnih modelov. Te lahko obsegajo širša območja za namene izdelave strateških modelov večjih mest ali držav, kot tudi zelo ozka območja do ravni posamezne lokacije, kadar želimo detaljne podatke o prometu na nivoju ulice. Izračun generacije prometa se torej lahko izvede na ravni prometnega modela, ki je makroskopski ali mikroskopski in na ravni posamezne lokacije, pri čimer se metodologija v nekaterih delih razlikuje.



Slika 1: Razlika makro-mikroskopski model

V nalogi je obravnavan izračun generacije potovanj za prometne modele, ki lahko služi za makroskopski ter mikroskopski nivo modeliranja in izračun generacije prometa na posamezni lokaciji, ki je primeren predvsem za mikroskopske modele. V nadaljevanju je zato predstavitev tematike razdeljena na dva dela. V poglavju 1.1 so predstavljeni elementi generacije prometa na ravni prometnega modela, poglavje 1.2 pa zajema področje posameznih lokacij. Oba nivoja sta v nalogi obravnavana zaradi medsebojne povezanosti. V osnovi se namreč pri obeh sprašujemo, kaj generira promet in v kakšnem obsegu.

1.1 Izdelava štiristopenjskih makroskopskih modelov

Sodobni makroskopski prometni modeli so običajno štiristopenjski. Običajno je model sestavljen iz generacije potovanj, distribucije potovanj, izbire prevoznega sredstva in obremenjevanja omrežja. Proces izdelave modela je iterativen, pri čimer se običajno na podlagi rezultatov v izbranem koraku odločamo o prilagoditvi vhodnih podatkov iz predhodnih korakov. Vsak od posameznih korakov vsebuje svoj model, s katerim se poskuša matematično čim bolj opisati procese, ki vplivajo. Modeli vsakega koraka se med seboj lahko razlikujejo glede na vrsto zbranih vhodnih podatkov in njihove obdelave, vendar večinoma sledijo pristopu štirih korakov, na podlagi katerih se izračuna prometne obremenitve na omrežju.

Štiri stopenjski model zahteva pri izdelavi veliko vhodnih podatkov in referenčnih vrednosti za validacijo, če se želimo čim bolj približati realnemu stanju na prometnem omrežju. Med vhodne podatke tipično sodijo širok nabor informacij o prostoru katerega modeliramo, rezultati anket o vzorcih potovanj in rezultati štetij prometa.

Namen izdelave takšnih modelov je ustvariti čim bolj realen prikaz obstoječega stanja prometa na izbranem območju. Na podlagi dovolj reprezentativnega modela je mogoče pripraviti napovedi prometnih tokov za različne prihodnje scenarije. Model je torej lahko koristen za vrednotenje infrastrukturnih kot tudi različnih mehkih ukrepov s področja prometa.



Slika 2: Koraki pri izdelavi štiristopenjskega modela

V nalogi sem se osredotočil predvsem na prvo stopnjo modela torej generacijo potovanj, v nekaterih delih pa zaradi medsebojne odvisnosti tudi na distribucijo potovanj. Na prvi stopnji zahteva model podatke, na podlagi katerih je mogoče določiti produkcije in atrakcije vsake prometne cone. Rezultati tega koraka služijo kot osnova za nadaljnje korake pri izdelavi modela, zato je pomembno, da vhodni podatki čim bolj odražajo dejansko generacijo prometa pa posameznih conah.

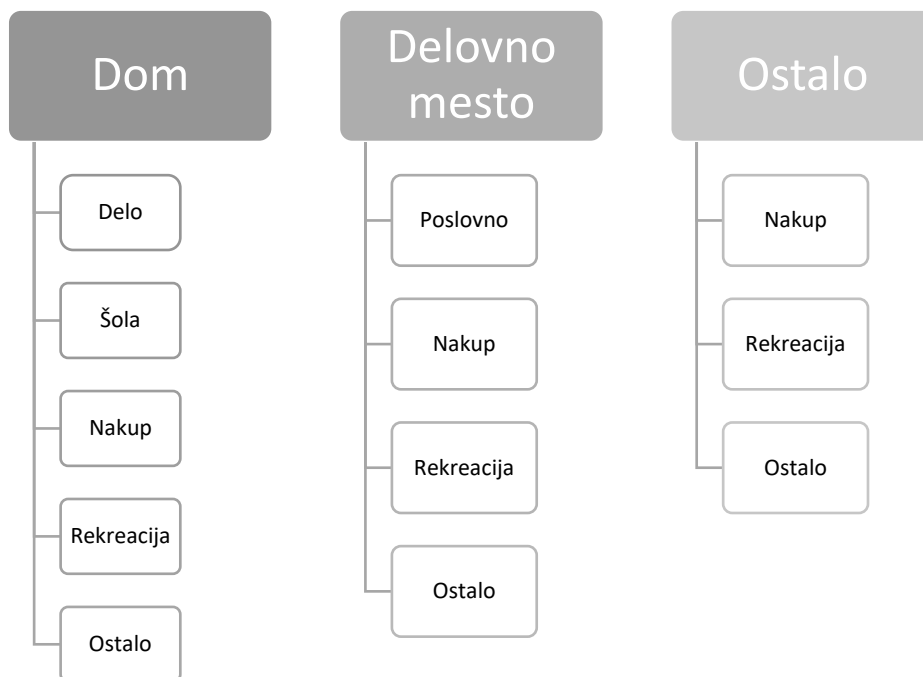
V nadaljevanju tega poglavja so predstavljeni elementi, ki tipično nastopajo pri generaciji potovanj. Predstavljene so različne metode, ki se uporabljajo pri določanju generacije na makroskopskem nivoju.

1.1.1 Potovanja v prometnem modelu

Potovanje je v prometnem modelu definirano kot gibanje osebe od izvirne do ciljne točke z določenim namenom. Potovanja se običajno loči na tista, ki imajo za izvor ali cilj dom oz. bazo (angl. home based trips) in tista brez doma v izvoru ali cilju (angl. non home based trips). Pri takšnih modelih je prisotna predpostavka, da je prvi premik v seriji potovanj vedno od doma ali druge baze, ter zadnji premik vedno

s ciljem doma. Z vidika zasebnega prometa lahko rečemo, da je skupno število potovanj na obravnavnem področju odvisno predvsem od števila prebivalcev in števila potovanj opravljenih s strani vsakega posameznika.

Potovanja je sicer mogoče določevati na podlagi agregiranih podatkov po prometnih conah ali pa tudi po posameznih lokacijah prebivališč in dejavnosti, torej dezagregiranih podatkov. Običajno se generirana potovanja razvršča glede na različne namene, ki imajo različne generacijske faktorje. Na spodnji sliki je prikazana tipična struktura potovanj po namenih.



Slika 3: Tipična kategorizacija namenov potovanj

Večina potovanj temelji na odhodu od doma ali povratku domov. Druga večja kategorija potovanj je iz delovnega mesta do preostalih dejavnosti ter poslovnih voženj in obratno. V kategoriji ostalo so zajeta vsa potovanja, ki nimajo za izvor ali cilj doma ali delovnega mesta. Delež teh potovanj naj bi bil v modelih relativno majhen, saj so za potovanja »ostalo« generacijski faktorji dejansko kombinacija vseh različnih dejavnosti, ki z izbrano kategorizacijo niso bile zajete.

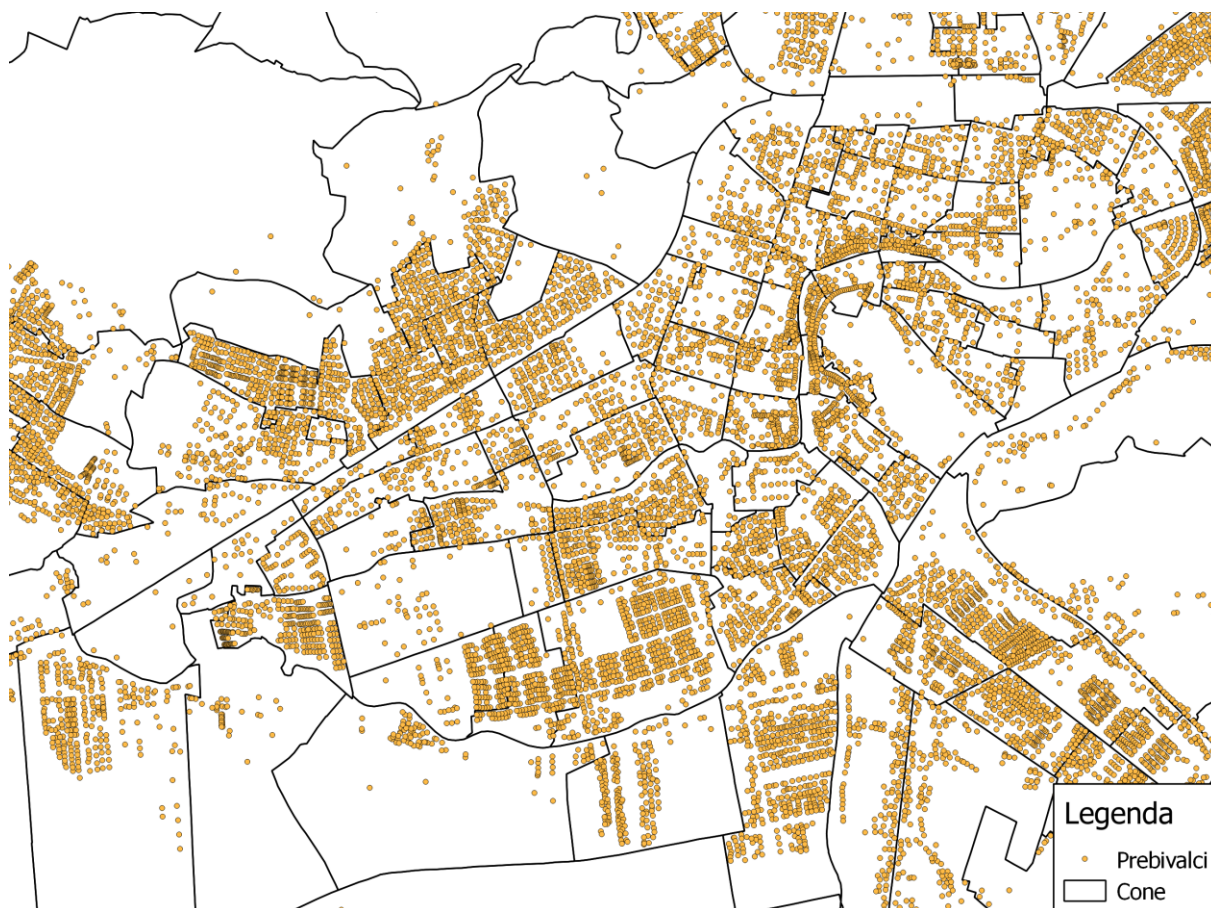
V praksi se največkrat generacijo prometa izračuna na podlagi podatkov o lokacijah prebivališč, delovnih mest in izobraževalnih ustanov, kar predstavlja večji del vsakodnevnih potovanj na delo in v šolo. Preostali nameni potovanj so težje določljivi, zaradi pomanjkanja različnih zbirk podatkov. Vse podatke, ki jih želimo uporabiti v modelu, je namreč potrebno pridobiti na makroskopskem nivoju, za katerega številni podatki, uporabni za model niso vedno na voljo.

Če želimo izdelati prometni model tudi za konične ure, je potrebno imeti dovolj podatkov o urnih razporedih generacije potovanj. Distribucija po urah dneva namreč ključno vpliva na prometne obremenitve modela v izbrani konici. Urni razporedi se s pomočjo anket lahko pridobijo za vsak namen potovanja.

Večina potovanj, ki so generirana v modelih, se zgodi med pari izvornih in ciljnih con, vendar se lahko v primeru, da cone zajemajo širše območje, določijo tudi znotraj conska potovanja. Pri obsežnejših makroskopskih modelih je pogosto velik delež potovanj opravljenih peš znotraj ene cone, saj pešci opravljajo relativno kratke razdalje.

1.1.2 Prometne cone

Prostorski podatki, ki so vsebovani v prometnih modelih, so običajno v prvotni obliki definirani kot posamezne točke v prostoru. Če bi te posamezne točke direktno uporabili za izračune v prometnih modelih, bi imeli opravka z neobvladljivo velikimi OD matrikami, saj bi vsaka točka predstavljala izvor in cilj potovanj. V primeru obravnave mesta s 100.000 prebivališči, bi lahko dobili matriko z 10^{10} celicami. Da se izognemo uporabi tako velikih matrik, se poslužujemo združevanja točkovnih prostorskih podatkov na določenih zaključenih območjih, ki predstavljajo cone prometnega modela. Razlika med conami in posameznimi točkami v prostoru je prikazana na spodnji sliki.



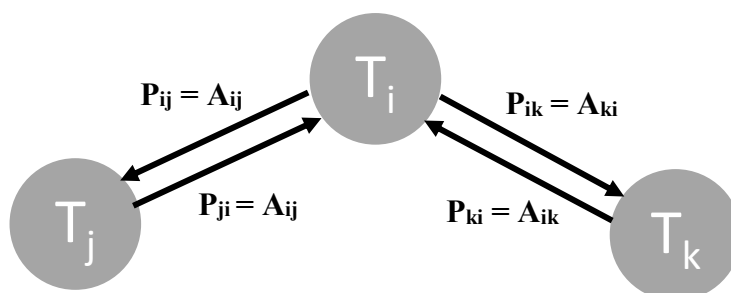
Slika 4: Prikaz točkovnih prostorskih enot in con v katere so točke združene

Cone se določa glede na končni namen uporabe prometnega modela. Za strateške modele se prostorske podatke združuje v cone, ki obsegajo večja območja (npr. občine), pri bolj podrobnih modelih pa se cone deli na območja ki se napajajo na isti del prometnega omrežja.

Določanje mej prometnih con ni strogo določeno, vendar se pri njihovem določanju običajno upošteva smiselno zaokrožene prostorske enote (občine, naselja, mestne četrti, stanovanjske soseske, industrijske cone...) in konfiguracijo prometnega omrežja, na katerega se cone priključujejo.

1.1.3 Produkcija in atrakcija potovanj

Za vsako cono prometnega modela je potrebno določiti, koliko potovanj ustvari sama cona in koliko potovanj privlači iz preostalih con. Določata se torej produkcija in atrakcija cone. Pri večini sodobnih prometnih modelov se produkcije in atrakcije ločijo glede na posamezne namene potovanj.



Slika 5: Produkcije in atrakcije con

$$\sum_i T_i = \sum_i P_i + \sum_i A_i \quad (1)$$

Število potovanj iz cone i je enako vsoti produkcije vseh potovanj P_{ji} in P_{ki} . Število potovanj v cono i je enako vsoti atrakcije vseh potovanj A_{ij} in A_{ik} . Pri tem velja, da je produkcija potovanj iz cone i v cono j enaka atrakciji potovanj cone j iz cone i.

Vsota produkcij in atrakcij mora biti na ravni celotnega modela enaka. Ne more se namreč zgoditi, da bi model vseboval potovanja brez cilja ali pa cilje brez potovanj. V praksi izračunani vrednosti nista vedno povsem enaki, kar se popravlja z uravnoteževanjem produkcije in atrakcije. Ta proces je sicer že del druge stopnje pri izdelavi prometnega modela, kjer se določa distribucija potovanj.

1.1.4 Generacija potovanj z linearno regresijo

Pri izdelavi prometnih modelov obstajajo številni načini določevanja generacije potovanj. Najbolj pogosta metoda generacije potovanj je na podlagi linearne regresije. Pri tej metodi se predpostavlja, da ima število potovanj, ki se opravijo v neki coni, linearno zvezo z lastnostmi obravnavane cone, kot je to v splošnem opisano v enačbi (1).

$$T_j = \sum_i k_i x_i \quad (2)$$

Generacija vseh potovanj j-te cone T_j je odvisna od neodvisnih spremenljivk x_i (prebivalci, delovna mesta, površina objekta...) in odvisnih spremenljivk k_i , imenovanih tudi kot generacijski faktorji.

Odvisne spremenljivke predstavljajo empirične vrednosti pridobljene z uporabo linearne regresije (metoda najmanjših kvadratov) na zbranih podatkih anket ali štetij, neodvisne spremenljivke pa so pridobljene za vsak obravnavan primer posebej.

1.1.5 Generacija potovanj s kategorizacijo

Metoda temelji na predpostavki, da določena skupina ljudi, ki glede na model, spada v isto kategorijo opravi tudi enako število potovanj. V primerjavi z linearno regresijo je pri tej metodi za vsak namen potovanja več različnih kategorij glede na generiran promet. V ostalih lastnostih sta si obe metodi enaki. V enačbi (3) je opisan izračun skupne generacije prometa z uporabo kategorizacije.

$$T_i = \sum_{j} k_j x_i^j \quad (3)$$

T_i je skupna generacija prometa i -te cone v prometnem modelu. k_j predstavlja generacijski faktor j -te kategorije za določen namen potovanja. x_i^j pa je neodvisna spremenljivka (npr. število prebivalcev) i -te cone, ki spada v j -to kategorijo. Skupna generacije izbrane cone je torej vsota vseh kategorij.

Opisana metoda zahteva bistveno več podatkov kot linearna regresija, saj vsebuje podkategorije za vsak namen potovanja. Za potovanje dom-delo je na primer generacijski faktor k lahko različen glede na dohodkovni razred zaposlenega, hkrati pa je lahko drugačna tudi ura odhoda. S tako podrobnim razčlenjevanjem je mogoče pridobiti bolj realen model, vendar je lahko s premalo natančnimi vhodnimi podatki rezultat generacije tudi slabši od preprostejšega modela.

Slabost metode s kategorizacijo je potreba po širokem naboru podatkov o generacijskih faktorjih za vsak posamezen namen potovanja in kategorije prebivalstva znotraj vsakega namena potovanja.. Hkrati pri širokem naboru različnih potovanj potrebujemo tudi veliko lokacijskih podatkov o dejavnostih, prebivalcih in delovnih mestih. Prav zaradi tega sem se odločil, da preizkusim določiti generacijo zgolj s pomočjo podatkov o rabi tal in rezultatov štetij prometa zbranih v okviru naloge. Želel sem preučiti, ali je mogoče razviti uporaben model z nekoliko manj podatki.

Brez določitve generacije za cilje potovanj, ne moremo razviti pravega prometnega modela. Pri izračunu generacije prometa je torej potrebno na podoben način določiti tudi atrakcijo potovanj. Količina produkcij in atrakcij potovanj se mora namreč ujemati, saj dobimo v nasprotnem primeru potovanja brez cilja. Za določitev atrakcij je potrebno ugotoviti koliko prometa generirajo posamezne dejavnosti, ki v prometnem modelu predstavljajo cilje za vsa opravljena potovanja.

1.1.6 Odvisnost generacije potovanj od dostopnosti

Različne študije ugotavljajo, da je velika pomanjkljivost klasičnih štiri stopenjskih modelov neupoštevanje vpliva dostopnosti. Število potovanj, ki so opravljena na območju prometnega modela, namreč ni odvisno samo od lastnosti produkcij in atrakcij posameznih con, temveč tudi od same dostopnosti do ustrezne prometne infrastrukture. Jasno je, da lahko enak tip dejavnosti na bolj odročni lokaciji s slabšimi prometnimi povezavami privlači dosti manj prometa, kot bi ga na nekem gostejše poseljenem območju z dobrimi povezavami. Težje določljivo pa je, kakšni so dejanski faktorji, s

katerimi bi se dalo opisati vpliv dostopnosti v odvisnosti od prometnega omrežja in umestitve dejavnosti v prostoru.

V publikaciji o vidikih dostopnosti, ki sta jo pripravila Scheurer J. in Curtis C. leta 2007, je bilo na podlagi različnih študij prepoznanih 7 različnih pristopov k določanju dostopnosti. Pristopi so v nadaljevanju na kratko opisani z namenom boljše predstave o vseh možnih vidikih, ki lahko vplivajo na dostopnost in posredno določajo tudi atrakcijo posameznih ciljev.

Prostorska oddaljenost

Po tej metodi je dostopnost odvisna od upora na mreži. Na velikost upora med dvema conama vpliva sama razdalja na prometnem omrežju, potovalni čas, izbira prevoznega sredstva in strošek potovanja.

Vplivna območja

Za različne namene potovanj veljajo različne dolžine sprejemljivih potovalnih časov. Na podlagi tega je mogoče določiti, kolikšno je vplivno območje posamezne dejavnosti oziroma kolikšen delež populacije se nahaja v bližini sprejemljivi za izbiro določene poti. Na primer za pot na delo so prebivalci pripravljeni opraviti bistveno daljšo pot, kot za pot v vsakodnevne nakupe.

Gravitacijski pristop

Dostopnost posameznih dejavnosti lahko obravnavamo kot spremenljivo glede na čas in dolžino potovanja. Upošteva se lahko, koliko prispeva vsaka dodatna minuta ali dodaten strošek potovanja k zmanjšanju zaželenosti dostopanja do neke dejavnosti v prostoru.

Vpliv konkurenčnosti

Privlačnost neke dejavnosti je odvisna od števila preostalih enakih dejavnosti v bližini. Uporabljena je predpostavka, da si različne lokacije z isto dejavnostjo konkurirajo, zardi česar lahko prihaja do zmanjšanja atrakcije potovanj.

Časovno-prostorski vpliv

Vsaka oseba ima omejeno število aktivnosti, ki jih lahko opravi danem časovnem okvirju. Posledično je pogost pojav združevanja potovanj za različne namene, oziroma so lahko nekatera potovanja odvisna od drugih. Na primer trgovina, ki se nahaja na poti do delovnih mest je bolj privlačna za nakupe, kot tista, ki je locirana bolj stran od poti na delovno mesto.

Ekonomsko-socialni vpliv

Dostopnost do neke lokacije je lahko različna glede na posreden in neposreden strošek, ki ga potovanje povzroči. Sprejemljiv strošek potovanja se razlikuje glede na skupine prebivalstva. Prebivalci z nižjimi dohodki so na primer pripravljeni opraviti časovno daljše potovanje, če to za njih predstavlja nižji denarni strošek, medtem ko so prebivalci z višjimi dohodki pripravljeni plačati več za skrajšanje potovalnega časa.

Vpliv omrežja

Predpostavljeno je, da prometne omrežje sestavljajo vozlišča s povezavami med njimi. Več povezav kot se stika v posameznem vozlišču, boljša je dostopnost iz vozlišča. Takšen vpliv na dostopnost je najbolj

opazen pri omrežju javnega potniškega prometa, kjer predstavljajo vozlišča točke, v katerih je mogoče prestopati med različnimi linijami.

Sama dostopnost vpliva tudi na distribucijo potovanj na nivoju prometnih con v smislu dolžine potovalnih časov, zato je določanje dostopnosti pomembno tudi za drugi korak v štiri stopenjskem modelu. Dostopnost ima tudi učinek na izbiro prevoznega sredstva za opravljanje poti med conami oziroma njihovimi dejavnostmi. Omenjeni koraki modela sicer niso predmet naloge, zato tudi vpliv dostopnosti s tega vidika ni podrobneje obravnavan.

1.2 Določanje generacije prometa na posameznih lokacijah

Pri večjih novogradnjah se običajno izdela prometna študija, katere cilj je oceniti vpliv bodoče dejavnosti na prometne razmere v bližnji okolici. Za določitev generacije prometa v takšnih študijah ni podanih zahtev glede same metodologije. Prometni načrtovalci zato uporabljajo različne metode, s katerimi izračunajo količino prometa, ki naj bi ga ustvarila nova dejavnost. Ker ni prisotnih nekih standardnih meril, se lahko napovedi prometa od primera do primera močno razlikujejo, kar lahko za sabo prinese načrtovanje neustrezne prometne infrastrukture. Ta je lahko zaradi napačnih ocen predimenzionirana ali pa poddimenzionirana.

V primerjavi z določanjem generacije prometa na ravni prometnih modelov, se lahko na ravni posamezne lokacije posvetimo bolj detajlnim lastnostim posameznih generatorjev prometa (lastnosti nakupovalnega centra, poslovnega objekta ipd.), kar pri večjih prometnih modelih zaradi samega števila objektov in raznolikosti dejavnosti običajno ni smiselno početi. Kljub omenjenim omejitvam je možen pristop k določanju števila potovanj prometnega modela tudi po principu obravnave mikrolokacij, kjer služi kot osnova generacija vsake posamezne dejavnosti v odvisnosti od lastnosti prostora. Ta metoda lahko bistveno izboljša natančnost prometnih modelov predvsem za tovorni promet, kot je to bilo to ugotovljeno v študiji, ki jo je opravil Madar G. (2014) o zbiranju podatkov na mikroskopski ravni za potrebe določanja modelov generacije prometa tovornih vozil.

1.2.1 Odvisnost prometa od rabe tal

Eden od najbolj pogostih načinov določanja prometa je na podlagi rabe tal. Jasno je namreč, da različne rabe tal generirajo različne količine prometa. Praktično vsako orodje za generacijo prometa pri vhodnih podatkih uporablja klasifikacijo glede na rabo tal ali bolj natančne definicije glede na dejavnosti. Bolj podrobno kot so dejavnosti členjene, večje število vzorcev mora vsebovati sam model generacije.

1.2.2 Vpliv urnega razporeda prometa

Urni razpored prihodov in odhodov lahko ključno vpliva na infrastrukturne potrebe neke lokacije. Če je celotni promet tekom dneva dokaj enakomerno razporejen, lahko neka dejavnost izkaže dosti manjše obremenitve infrastrukture, kot dejavnost z izrazitimi konicami in enako količino celodnevnega prometoma.

1.2.3 Zbiranje podatkov

Pri določanju prometa na nivoju posameznih objektov oziroma dejavnosti, se običajno izvajajo štetja prometa. Na podlagi štetja je nato ob dovolj velikem vzorcu mogoče ugotoviti tipične vzorce prometa za posamezne dejavnosti.

Alternativo štetju prometa predstavljajo ankete, ki za posamezno lokacijo težko dovolj natančno ocenijo urno distribucijo, saj so bolj namenjene obravnavi agregiranih con, kjer se uporabljajo povprečne vrednosti. Specifične vrednosti neke izbrane lahko močno odstopajo od povprečnih vrednosti dejavnosti v smislu števila prihodov in odhodov ter izbire prevoznega sredstva. Sami anketiranci namreč težko ocenijo točno uro prihoda in odhoda za neko pot, ki so jo morebiti opravili več dni pred anketo.

2 PREGLED LITERATURE

Za potrebe izdelave lastnega orodja za generacijo prometa sem preučil različno tujo literaturo, ki se nanaša na izbrano tematiko magistrskega dela. Tako sem pridobil vpogled v možne načine določanja generacije in podatke, ki jih različni pristopi zahtevajo. V izbrani literaturi sem se seznanil tudi s teoretičnim ozadjem generacije potovanj. V tem poglavju je pripravljen krajši povzetek različnih člankov in študij ter ugotovitev, do katerih sem prišel na podlagi prebranega.

Modeliranje generacije potovanja in dostopnosti z uporabo logit modelov, Hu S. (2003)

Običajno se pri določanju generacije za štiri stopenjske modele uporabljata metodi linearne regresije in kategorizacije. Pri določanju obeh so potrebni številni socio-ekonomski podatki, ki niso vedno na voljo v željenem obsegu. Metodi imata svoje omejitve zaradi predpostavke linearnosti, zaradi česar so lahko v nekaterih primerih rezultati nesmiselni.

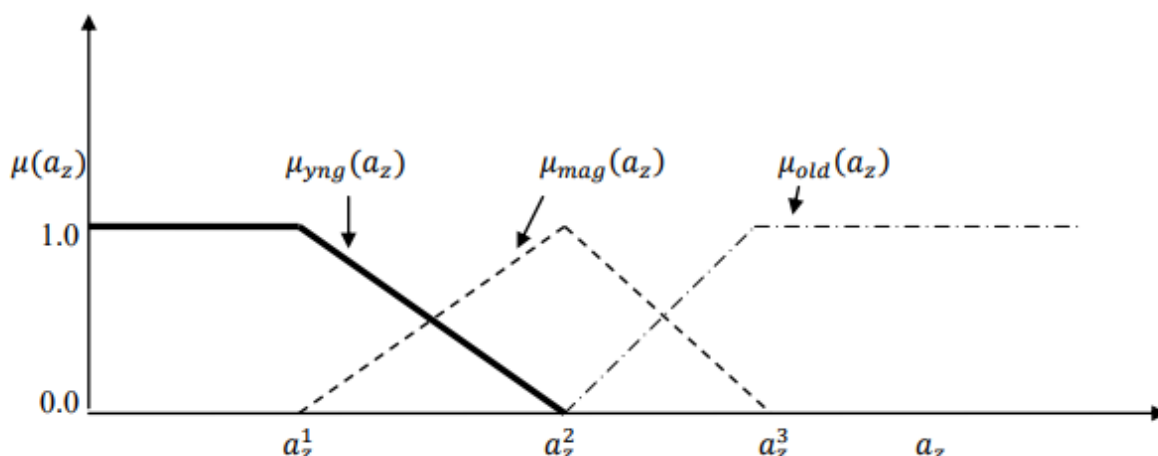
Avtor predstavi metodo generacije potovanj na podlagi logit regresije. Ideja je pogosto uporabljena pri ostalih stopnjah prometnega modela. Logit regresija napove verjetnost neke vrednosti in ne dejanske vrednosti, zato do sedaj pri določanju generacije še ni bila uporabljena.

V študiji je opravljena primerjava generacije potovanj po metodi linearne regresije, logit regresije in analize kategorij.

Uporaba fuzzy logike za modeliranje generacije potovanj, Agarwal A. (2012)

Prvi korak štiristopenjskega modela je v primerjavi z ostalimi dosti bolj odvisen od obnašanja ljudi oziroma njihovega načina odločanja glede potovanj. Posledično je v tem koraku na voljo bistveno manj učinkovitih metod za izdelavo modela, ki bi uspešno posnemal človeško logiko pri generaciji potovanj. Avtor ugotavlja, da je največja slabost obstoječih modelov generacije neupoštevanje faktorja dostopnosti. Za rešitev tega problema je predlagana uporaba fuzzy logike, ki omogoča upoštevanje nepredvidljive in naključne narave človeškega odločanja.

Fuzzy logika deluje po principu, da je vsaka spremenljivka (v tem primeru generacijski faktor) lahko popolnoma točna glede na neko predpostavko, lahko se sploh ne ujema ali pa je nekje vmes. Spremenljivka ima torej faktor med 0 in 1, kar naredi ta način določanje generacije bistveno drugačen od ostalih, pri katerih je trditev vedno binarna, torej 0 ali 1.



Slika 6: Ilustracija upoštevanja distribucije prebivalstva po starosti s fuzzy logiko

Metoda je uporabna v primerih, ko imamo opravka z več spremenljivkami, ki hkrati vplivajo na generacijo prometa. V obravnavani študiji je za primer generacije upoštevan vpliv stopnje motorizacije, višine dohodka in starosti. Opisana metoda je lahko nadgradnja metode generacije potovanj s kategorizacijo.

Zbiranje podatkov na mikroskopski ravni in modeliranje modelov generacije potovanj za tovorna vozila, Madar G. (2014)

Študija poudarja, da na makroskopski ravni ne moremo dovolj natančno zajeti kompleksnih vzorcev potovanj, ki so opravljena za namen blagovnega transporta. V primerjavi s potovanji, ki temeljijo na domu, so namreč poslovne vožnje manj homogene, zato ni priporočljivo uporabljati povsem enake metodologije pri generaciji potovanj. Modeliranje vzorcev potovanj za vse različne tipe poslovnih dejavnosti zahteva zelo širok nabor zbranih podatkov, ki jih je težko pridobiti, saj je pri poslovnih subjektih vrednost časa izgubljenega za izpolnjevanje anket bistveno višja kot pri posameznikih, podatki pa so za nekatere subjekte tudi poslovna skrivnost.

Primerjalna analiza modelov generacije potovanj, Justin S. Chang et al (2014)

V študiji je opravljena primerjava različnih modelov generacije potovanj. Na potovanjih, ki temeljijo z izvorom ali ciljem doma, je bila opravljena analiza šestih različnih modelov: regresijski, Poissonov, logit, metoda s kategorizacijo, metoda z večkratno klasifikacijo. Preverjena je bila korelacija modelov z realnimi podatki. Ugotovljeno je bilo, da se je gledano v celoti najbolj obnesla metoda s kategorizacijo.

Izboljšanje natančnosti modelov povpraševanja, ki temeljijo na potovanjih, Moeckler R. et al (2015)

Običajni štiri stopenjski modeli uporabljajo povprečne vrednosti generacijskih faktorjev glede na reprezentativno strukturo gospodinjstev. V resnici se lahko število potovanj po posameznih gospodinjstvih močno razlikuje, kar pomeni, da je proces generacije potovanj dosti bolj heterogen, kot je v običajnih modelih to predpostavljeno.

Avtorji so preizkusili dve izboljšavi pri določanju generacije potovanj vezanih na dom oziroma gospodinjstvo. Izvedli so ekonometrično analizo 67 milijonov gospodinjstev v ZDA. Definirali so tudi generacijo potovanj na mikroskopskem nivoju, torej na nivoju posameznega gospodinjstva. S tem so želeli bolje zajeti heterogenost med prebivalci in njihovimi potovalnimi navadami. Pri izdelavi prometnih modelov predlagajo generacijo potovanj na ravni vsakega gospodinjstva namesto uporabe povprečja agregiranih podatkov vseh gospodinjstev po prometnih conah. Ugotavljajo namreč, da lahko z generacijo potovanj na mikroskopskem nivoju zajamemo več spremenljivk, ki vplivajo na število opravljenih poti (npr. dohodek, motorizacija, vrsta zaposlitve, izobrazba..)

Atraksijski faktorji nakupovalnih centrov, Kikuchi S. et al (2004)

Študija preučuje razlike med makroskopskim in mikroskopskim nivojem določanja generacijskih faktorjev. Model izdelan v študiji se osredotoča na promet v nakupovalnih središčih. Ugotovljeno je bilo, da mikroskopska generacija atrakcij in produkcij daje boljše rezultate kot makroskopska. Celotna generacija prometa nakupovalnega središča je bila določena glede na produkcije in atrakcije med posameznimi trgovinami znotraj središča, kjer se upošteva veriženje potovanj med trgovinami. Takšen pristop je dal bolj realne rezultate od upoštevanja nakupovalnega središča kot celote. Predlagani model generacije prometa odpravlja nekatere pomanjkljivosti priročnika ITE Trip Generation Manual in je predstavljen kot alternativa na področju napovedi prometa za trgovske dejavnosti.

Glavne ugotovitve iz pregleda literature

Iz pregleda literature je jasno, da zahteva izračun generacije veliko vhodnih podatkov, če želimo pridobiti dovolj zanesljive rezultate. Pri določanju generacije na ravni prometnega modela je pogosto izpostavljena pomembnost, da so podatki o generaciji dovolj natančni. Te so namreč osnova za vse nadaljnje korake pri izdelavi modela in zato močno vplivajo na končno zanesljivost rezultatov prometnih obremenitev. V primeru uporabe netočnih podatkov generacije potovanj ne moremo pričakovati zanesljivih rezultatov, ki so izračunani v vseh nadaljnjih fazah prometnega modela.

Veliko poudarka je na bolj realnem posnemanju procesov odločanja pri potovanjih. Modeliranje takšnih procesov, ki vključujejo človeško komponento, je zahtevno. Pojavljajo se številne nove metode za določanje generacije prometa, ki pa niso vedno predstavljene v luči praktične uporabe pri izdelavi modela. Nekatere metode povzemajo logiko iz ostalih korakov štiri stopenjskega modela, kar nakazuje na dejstvo, da je prva stopnja modela manj raziskana in izpopolnjena kot ostale.

Opažena je težnja k dezagregaciji podatkov prometnih con na raven posamezne enote, naj si bo to gospodinjstva, podjetja ali ustanove. Razlog je v širšem naboru spremenljivk, ki jih je mogoče aplicirati na posamezno enoto in s tem zajeti heterogenost izbire in števila potovanj. Makroskopsko modeliranje prometa začneja obsegati vedno več parametrov, ki so do sedaj bili predvsem domena mikroskopskega modeliranja. Iz tega lahko sklepam, da je v nalogi smiselno obravnavati generacijo prometa tako na makroskopskem kot mikroskopskem nivoju.

3 PREGLED METOD ZA DOLOČANJE GENERACIJE PROMETA NA RAVNI POSAMEZNE LOKACIJE

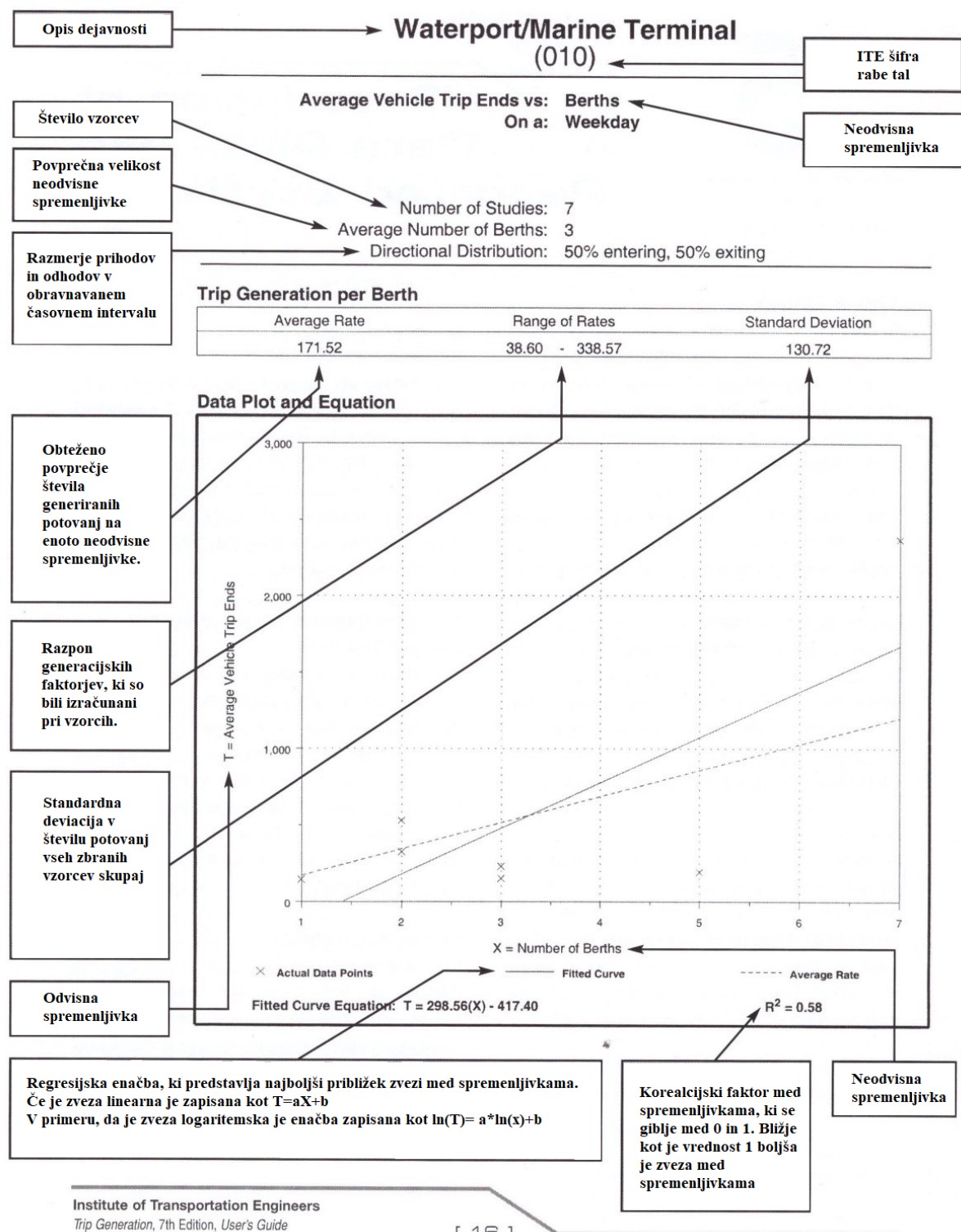
3.1 ITE Trip generation manual

ITE trip generation manual je priročnik za določanje generacije potovanj, ki ga je razvilo ameriško združenje ITE (Institute of Transportation Engineers). Priročnik je v uporabi že od leta 1976 in je sedaj že v svoji deseti izdaji. Priročnik koristijo številni prometni načrtovalci po svetu, njegova uporaba pa je dokaj razširjena tudi v Sloveniji. Pogosto se priročnik uporablja v primerih prometnih študij za manjša območja, ko za napoved prometa ni na voljo drugih podatkov in je potrebno v sklopu prometne študije oceniti prometne tokove.

Po tej metodi je mogoče izračunati napoved prihodov in odhodov osebnih ter tovornih v jutranji in popoldanski konici ter vsoto vseh potovanj v dnevu. Za vsako štetje, ki služi kot podatek o generaciji posamezne dejavnosti, je določena konična ura same generacije in konična ura okoliških cest. Pri nekaterih dejavnostih je namreč mogoče, da omenjeni konici ne sovpadata. V tem primeru se glede na potrebe projekta oziroma študije presodi, katera ura je merodajna. Priročnik podaja tudi razmerje prihodov in odhodov v konicah, kar je pomembno za določanje prometnih obremenitev na bližnjih cestah. Avtorji priročnika ugotavljajo, da se konice na gosteje poseljenih območjih občasno zamaknejo tudi izven klasičnih ur med 6:00-8:00 in 15:00-18:00.

Število potovanj je odvisno od različnih parametrov, ki so izbrani v odvisnosti od specifik dejavnosti. Najbolj pogost parameter je bruto tlorisna površina, ki spada med bolj uporabne parametre, saj jo lahko določimo praktično za vsako lokacijo oz. tip objekta. Pogosto se namreč prometne študije izdelujejo še pred izdelavo detajlnih načrtov za novogradnjo, zato je takrat površina objekta eden redkih podatkov, ki je na voljo. Podatki zbrani v sklopu priročnika izhajajo iz štetij, ki so jih opravila različna podjetja, državne ustanove in druge organizacije. Sam ITE sicer ne izvaja štetij, vendar jih zgolj zbira in statistično obdeluje.

Figure V-I: Sample Data Page



Slika 7: Primer zbranih podatkov prikazan na grafu s komentarji posameznih elementov

Sami faktorji, ki so specifični za vsako dejavnost, so pridobljeni na podlagi štetij prometa v bližini objektov. Praviloma je izvedenih več štetij na različnih lokacijah za enak tip dejavnosti. Faktor

generacije potovanj a je izračunan na podlagi obteženega povprečja vseh štetij, kot je to opisano v enačbi (3).

$$a = \frac{\sum \text{prihodi} + \sum \text{odhodi}}{\sum \text{št. enot}} \quad (3)$$

Faktor generacije nam pove, kolikšno število odhodov in prihodov lahko pričakujemo na posamezno enoto izbrane neodvisne spremenljivke (površina, št. zaposlenih ...).

Zbrani podatki so nato združeni v graf (Slika 7: Primer zbranih podatkov prikazan na grafu s komentarji posameznih elementov), na katerem je z regresijsko funkcijo prikazana linearna zveza med številom potovanj in izbranim parametrom (bruto tlorisna površina, število zaposlenih...). Določen je tudi korelacijski koeficient R^2 , ki se giblje med 0 in 1 in opisuje ujemanje med izbranimi spremenljivkama. Bližje kot je koeficient vrednosti 1, boljše je ujemanje.

Za vsako rabo tal dobimo regresijsko enačbo, ki opisuje odnos med neodvisno spremenljivko X in generacijo potovanj T . Faktor a predstavlja odvisno spremenljivko (generacijski faktor), b pa predstavlja konstanto, ki najbolj ustreza izbranemu vzorcu podatkov. Enačba je ponekod podana v linearni obliki (4), drugje pa v logaritmčni (5).

$$T = aX + b \quad (4)$$

$$\ln(T) = a\ln(X) + b \quad (5)$$

Že iz same oblike enačb je razvidno, da ima ta način določanja generacije nekatere omejitve. V primeru, da je vrednost neodvisne spremenljivke zelo majhna, bi po enačbi zaradi konstante b dobili relativno visoko generacijo prometa glede na vhodne parametre.

3.1.1 Primer izračuna generacije potovanj po priročniku

Za izračun so izbrani pisarniški prostori s površino 1000 m². Pisarna je za rabo tal klasificirana s številko 710. Upoštevana je generacija za splošne pisarniške prostore.

Za to dejavnost veljajo naslednje regresijske enačbe:

$$T(\text{dnevno}) = 0,119X \quad (6)$$

$$T(\text{jutranja konica}) = 0,017X \quad (7)$$

$$T(\text{popoldanska konica}) = 0,016X \quad (8)$$

Pri izbrani površini imamo torej na dnevni ravni 119 potovanj od tega 17 v jutranji in 16 v popoldanski konici. V priročniku je določeno tudi razmerje prihodov in odhodov za izbrano dejavnost, kot je to prikazano v spodnji preglednici.

Preglednica 1: Razpored potovanj za primer pisarniške dejavnosti glede na priročnik ITE

	Dnevni promet	Jutranja konica	Popoldanska konica
Število potovanj	119	17	16
Delež prihodov [%]	50	88	17
Delež odhodov [%]	50	12	83

Iz rezultatov je razvidno, da se v obeh konicah skupaj generira približno 28 % dnevnega prometa. Več kot dve tretjini potovanj sta torej pri pisarniških dejavnostih opravljeni izven obdobja prihoda in odhoda na delo.

3.1.2 Prednosti

- Zelo širok nabor dejavnosti za katere je moč določiti generacijo potovanj. V podatkovni zbirki so podane vrednosti za več kot 150 različnih rab tal. ITE trip generation manual je najbolj bogata zbirka števnih podatkov o prometu glede na dejavnosti.
- Za določitev generacije se lahko upoštevajo različni parametri oziroma neodvisne spremenljivke. To omogoča lažjo določitev prometa v primerih načrtovanih gradenj, kjer je dostikrat na voljo zelo omejen nabor vhodnih podatkov.
- Možnost določanja deleža spotoma opravljenih (angl. pass by) potovanj. To so potovanja, ki jih potniki opravijo na poti med prvotnim izvorom in ciljem. Takšen primer je ustavitev na bencinski črpalki med potjo iz službe proti domu.
- Omogoča hiter in preprost izračun predvidene generacije prometa, zato je uporaba primerna za hitro oceno vplivov.

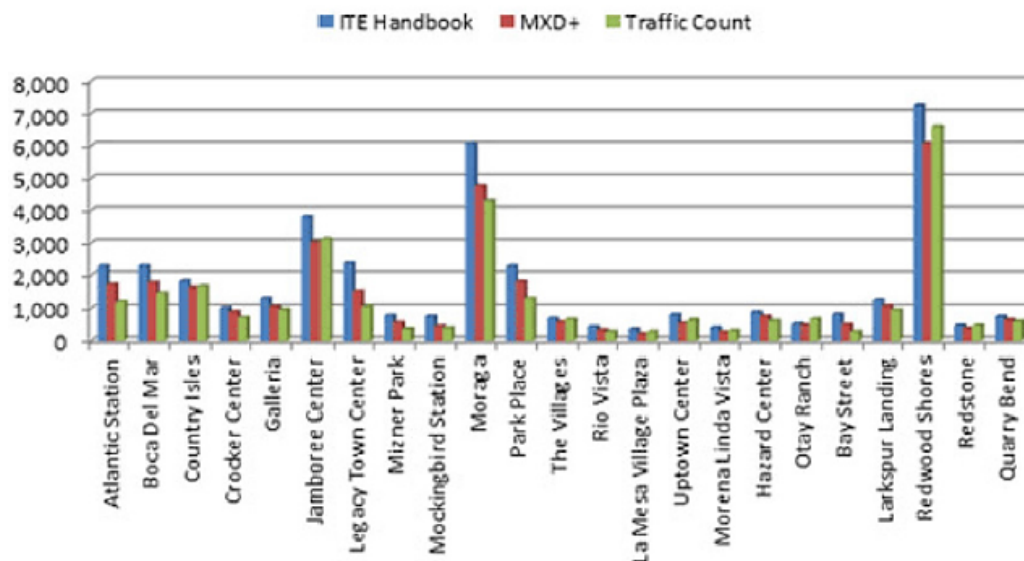
3.1.3 Slabosti

- Ni urnih razporeditev prihodov in odhodov. Določena je samo celodnevna generacija in konična generacija v jutranjem in popoldanskem času glede na konice bližnjih cest.
- Zbirajo se samo podatki o prometu osebnih in tovornih vozil. Posledično ni mogoče določiti dejanske produkcije in atrakcije posamezne dejavnosti. Na mestnih območjih je zato lahko izračunana bistveno drugačna prometna obremenitev od dejanske, saj ni upoštevan delež uporabnikov preostalih prevoznih sredstev.
- Narejena na podlagi študij izvedenih v ameriških predmestjih predvsem za samostoječe objekte (ni nujno relevantna za Slovenijo).
- Ker so podatki za posamezne dejavnosti zbrani iz različnih virov, so možna odstopanja pri natančnosti podatkov. Dejavnosti so namreč določene na podlagi rabe tal, ki je pripisana izbranem območju. Izdelovalci priročnika priznavajo, da je ponekod parameter površine nezanesljiv zaradi nejasnega pojmovanja površine namenjene določenim rabi.

- Za nekatere dejavnosti je izvedenih premalo štetij za določitev povprečne generacije (ponekod sta opravljeni samo dve štetji). Zbrani števniki podatki so iz zelo širokega časovnega obdobja, saj so nekateri bili zabeleženi že v šestdesetih letih. Starejše podatke sicer v priročniku prilagodijo glede na novejšo, vendar so to zgolj ocene.
- Metoda ni primerna za validacijo prometnih modelov
- Štetja zbrana v priročniku so iz množice virov, ki vsebujejo različna obdobja štetij. Sama metodologija zbiranja podatkov na terenu ni vedno konsistentna. V komentarjih priročnika je zato zapisano, da je pri uporabi podatkov o generaciji potrebna lastna presoja glede na specifično situacijo.
- Linearna funkcija, ki na podlagi neodvisne spremenljivke določa število prihodov in odhodov, je merodajna zgolj v razponu spremenljivke pri opravljenih štetjih. Če bi na primer pri trgovskem objektu, katerega površina je bistveno večja od objektov prešteti v priročniku, želeli določiti generacijo prometa, bi lahko dobljeni rezultati prikazali nerealno sliko. Dejstvo je namreč, da povezava med neodvisno spremenljivko in generacijo prometa ni nujno linearna.

Ameriško združenje načrtovalcev APA je v letu 2013 objavilo publikacijo *Getting trip generation right*, s katero so želeli izpostaviti nekatere pomanjkljivosti priročnika. Ugotovili so predvsem pomanjkljivosti pri generaciji prometa na območjih mešane rabe (predvsem v mestnih središčih), kjer je možno na podlagi priročnika izračunati bistveno višje število potovanj kot je to v realnosti. Razlogi so v potovanjih med bližnjimi dejavnostmi, ki ne generirajo motornega prometa.

V publikaciji ugotavljajo, da zgolj upoštevanje priročnika, kar počne večina prometnih načrtovalcev, spodbuja razvoj razpršene pozidave oziroma favorizira prostostoječe objekte brez mešane rabe. Zaradi v prejšnjem odstavku omenjenih ugotovitev, lahko generacija prometa izračunana po priročniku prikaže, da bi umestitev neke dejavnosti v gosteje poseljeno območje preveč poslabšala razmere v prometu. Priročnik namreč ne zajema bistveno drugačnih potovalnih navad v mestnih središčih (in jih zaradi podatkov na katerih temelji tudi ne more), saj je v teh zabeležena samo generacija prometa osebnih vozil. Gosteje poseljena območja ima običajno veliko krajših potovanj, ki ne zahtevajo uporabe osebnega vozila, kar zmanjšuje predvidene prometne obremenitve. Ugotavljajo tudi, da priročnik zaradi upoštevanja zgolj motornih vozil prikazuje nerealne potrebe po novi prometni infrastrukturi.



Grafikon 1: Primerjava priročnika ITE s štetjem prometa in prilagojeno metodo MXD

Na zgornjem grafikonu so prikazana odstopanja pri napovedi generacije prometa glede na dejansko stanje. V publikaciji so primerjali rezultate priročnika ITE, prilagojene metode ITE z upoštevanjem mešane rabe in rezultate štetij prometa na samih lokacijah. V primerjavo so vključena različna območja z mešano rabo. Iz grafikona je razvidno, da rezultati po priročniku ITE v vseh primerih največ odstopajo od dejanskega štetja. Metoda očitno ne ustreza povsem za napoved generacije na območjih z mešano rabo.

3.2 EPA MXD metoda

Metoda EPA MXD je delo prometnih strokovnjakov ameriške agencije EPA (environmental protection agency). Orodje izdelano po omenjeni metodi skuša odpraviti pomanjkljivosti priročnika ITE na področju obravnavanja območij mešane rabe. Ugotovljeno je namreč bilo, da ITE, še posebej na območjih gostejše poselitve, daje previsoke prometne obremenitve, saj zanemarja potovanja med bližnjimi dejavnostmi brez uporabe avtomobila.

Orodje je namenjeno predvsem generaciji prometa na območjih mešane rabe. Za potrebe izdelave so v sodelovanju s prometnimi strokovnjaki ITE preučili šest ameriških metropolitanskih regij. Zbrali so podatke o potovalnih navadah gospodinjstev in GIS podatkovne baze, na podlagi česar so izračunali povezavo med generacijo potovanj in rabo tal.

Po metodi EPA MXD je mogoče izračunati generacijo prometa za različna prevozna sredstva (avto, peš, javni prevoz) in hkrati upošteva notranja potovanja, ki se zgodijo zaradi atrakcije med posameznimi dejavnostmi znotraj obravnavanega območja. Orodje sodi že nekoliko bolj v področje generacije prometa na makroskopskem nivoju, saj je v njem mogoče obravnavati večje prostorske enote, ki bi lahko predstavljale tudi zaključena območja prometnih con.

MXD Travel App Inputs	Import Scenarios	Clear Input Cells	Existing	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Select Project County (or nearest location)	Multnomah County, Oregon							
Land Use Characteristics								
Employees in Region	200.000		200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
Employees in Study Area								
LN Employees in Study Area	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Employment Density	0		0	0	0	0	0	0
% Change in Employment Density			0%	0%	0%	0%	0%	0.00
New Employees in Study Area								
Population in Study Area								
JobPop	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LN JobPop	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Area (acres)								
Area (square miles)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LN Area (square miles)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Activity Density	0		0	0	0	0	0	0
LN Activity Density	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Developed Land Area Mix (Sq Ft)								
Residential Land Area Amount (sq ft)								
Commercial Land Area (sq ft)								
Industrial Land Area (sq ft)								
Public/Institutional Land Area (sq ft)								
Total Land Area (sq ft)	0		0	0	0	0	0	0
Land Use Mix (Entropy)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LN Land Use Mix (Entropy)	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Residential Unit Mix								
Single Family Residential (du)								
Townhouse Residential (du)								
Multi-Family Residential (du)								
Mobile Home Residential (du)								
Total Residential Amount (du)	0		0	0	0	0	0	0
Proportion of Detached Housing	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%

Slika 8: Nabor možnih vhodnih podatkov za izračune po metodi EPA MXD

Samo orodje je na voljo v obliki Excel preglednic v katere se vnašajo vhodni podatki, ki so morebiti na voljo za neko študijo. Nabor možnih vhodnih podatkov je prikazan na zgornji sliki. Za sam izračun generacije prometa je potrebno vnesti podatke o rabi površin, umestitvi objektov v prostoru in demografske podatke. Z orodjem je mogoče opraviti še številne druge izračune glede vpliva na okolje, parkirne kapacitete in varnost v prometu, kar ni predmet obravnave te naloge. Na spodnji sliki je prikazan nabor rezultatov, ki jih je mogoče pridobiti za področje generacije potovanj.

2	Trip Generation Calculations	Existing
3		Description
183	Trip Generation Summary (Daily Trips)	
184	Walk Trips - Internal	0
185	Walk Trips - External	0
186	Walk Trips - Total	0
187	Transit Trips - External	0
188	Transit Trips - Total	0
189	Vehicle Trips - Internal	0
190	Vehicle Trips - External	0
191	Vehicle Trips - Total	0
192	Vehicle Trips direct from ITE - Total	0
193	Difference between 7D and ITE	0
194	Percent Difference between 7D and ITE	0%
195	VMT - Internal	0
196	VMT - External	0
197	VMT - Total	0

Slika 9: Seznam rezultatov generacije potovanj po metodi EPA MXD

Z orodjem lahko izvedemo izračune za število potovanj opravljenih peš, z javnim prevozom ali z avtomobilom. Število potovanj se loči na notranja in zunanja.

3.2.1 Prednosti

Orodje omogoča dobro oceno generacije potovanj za širša območja mešane rabe. Izračuni so detajlni in prikazujejo generacijo potovanj za različne tipe rabe (stanovanjska, industrijska, trgovska..). Za vsak tip so narejeni izračuni notranjih in zunanjih potovanj po prevoznih sredstvih.

Pri izračunih se lahko upošteva širok nabor vhodnih podatkov za posamezne dejavnosti, kot tudi za celotno območje. Na voljo so tudi grobi izračuni vpliva prometnega omrežja na število opravljenih potovanj in izbiro prevoznega sredstva.

Orodje je primerno za izdelavo različnih študij vpliva pozidave nekega širšega območja na prometne razmere v mestu. Pri izračunih je mogoče vrednotiti tudi različne scenarije in primerjati njihov vpliv ne samo s prometnega temveč tudi z varnostnega in okoljskega vidika.

3.2.2 Slabosti

Metoda je mišljena predvsem za napoved generacije za širša območja z različnimi dejavnostmi. Za osnovno generacijo posamezne dejavnosti izhaja iz priročnika ITE, zato v primeru uporabe orodja na območju samostojnih objektov z eno samo dejavnostjo daje enake rezultate.

Metoda ni primerna za hitro oceno generacije potovanj, saj zahteva veliko vhodnih podatkov za izračun, ki v zgodnjih fazah projektov niso nujno na voljo. Uporaba orodja ni namenjena za potrebe izračuna vplivov posameznega objekta oziroma dejavnosti.

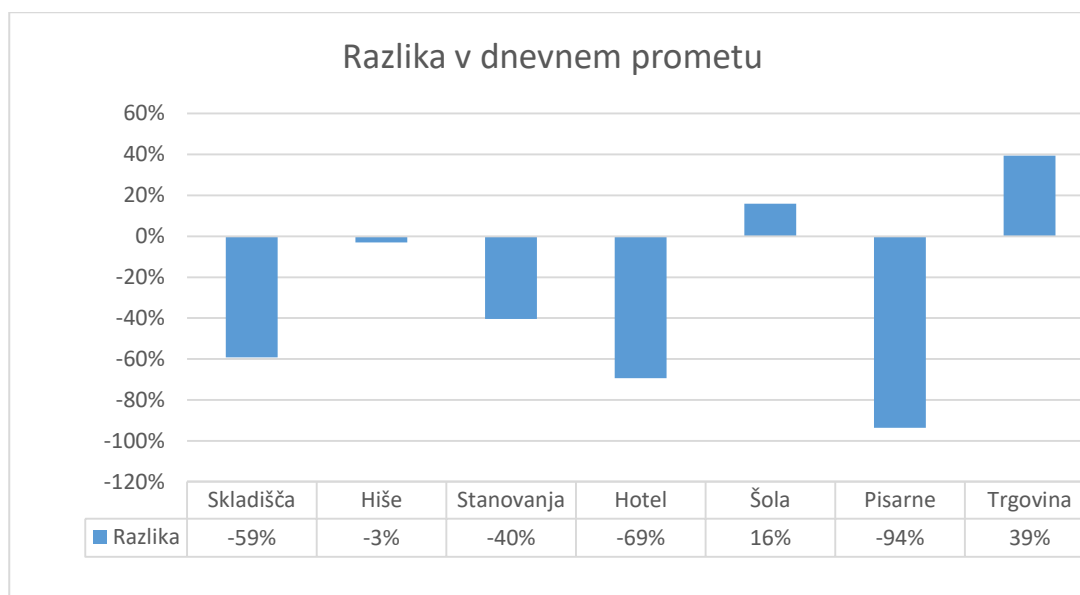
Podatki o generiranem prometu so na voljo samo na celodnevni ravni, saj modeli, ki stojijo za izračuni, ne vsebujejo urnih razporedov prihodov in odhodov.

3.3 Spack Consulting Trip Generation

Ameriško podjetje, ki deluje na področju prometnega načrtovanja, ima zbranih več kot 10.000 ur štetja prometa na območju različnih dejavnosti. Vsa štetja so bila izvedena v ZDA. Podatki so na voljo brezplačno in se sproti posodablajo. Metodologija generacije potovanj je enaka tisti iz priročnika ITE, s tem, da so na voljo podatki v 15 minutnih intervalih.

Zbirko podatkov omenjenega podjetja sem v pregled obstoječih orodij vključil predvsem zaradi primerjave s priročnikom ITE. Obe zbirki podatkov je mogoče dobro primerjati, saj uporabljata enako metodologijo, štetja pa so v vseh primerih opravljena na območju ZDA.

3.3.1 Primerjava z rezultati priročnika ITE



Grafikon 2: Razlika v dnevnem prometu med podatki ITE in Spack Consulting

Primerjava rezultatov generacije potovanj med priročnikom ITE in Spack Consulting kaže na dejstvo, da je v realnosti raztros podatkov o prometu lahko zelo velik. Generacija prometa je zaradi človeške narave stohastičen proces, zato se zbirka manjšega vzorca štetij lahko močno razlikuje od teoretičnih vrednosti.

Za večino primerjanih dejavnosti je sicer pri štetjih, ki so jih opravili pri Spack Consulting prometa manj, zato bi lahko sklepali, da priročnik ITE splošno gledano upošteva višjo stopnjo generacije, kakor se je to izkazalo že v primerjavi opravljeni s strani združenja APA omenjeni v predhodnem poglavju.

3.3.2 Prednosti

Prednost je predvsem v številčnejših podatkih za posamezne dejavnosti, kar zagotavlja večjo zanesljivost napovedi generacije. Z večjim vzorcem lahko namreč izločimo vplive naključnih oziroma nepredvidenih dogodkov, ki bi morda vplivali na rezultate posameznega štetja.

3.3.3 Slabosti

- Ni urnih razporeditev (privzema prometne konice iz okolice)
- Upošteva se samo avtomobile (ni izbire prometnega sredstva, ni podatkov o dejanski generaciji)
- Narejena na podlagi študij izvedenih v ameriških predmestjih (ni nujno relevantna za Slovenijo)
- Za nekatere dejavnosti je izvedenih premalo štetij za določitev povprečne generacije

3.4 Ver_Bau

Ver_bau je nemško orodje za napoved generacije prometa, ki ga je razvil dr. Dietmar Bosserhoff, strokovnjak s področja prometnega načrtovanja. Orodje se uporablja predvsem na območju Srednje Evrope. V Nemčiji, Avstriji in Švici ga uporabljajo tako prometni načrtovalci kot različne ustanove, zato v tem okolju omenjena metoda napovedi generacije prometa dokaj priznana. Orodje Ver_Bau

temelji na metodi, ki je bila razvita s strani družbe HSVV (Agencija za promet v deželi Hessen) v letu 1998. Vsi zbrani podatki se sproti posodablajo z novimi štetji iz različnih virov, sam HSVV pa ne objavlja več novih publikacij. V letu 2007 je bilo orodje Ver_Bau posodobljeno v skladu z metodo, ki jo je razvila organizacija FGSV (Družba za raziskavo cest in transporta).

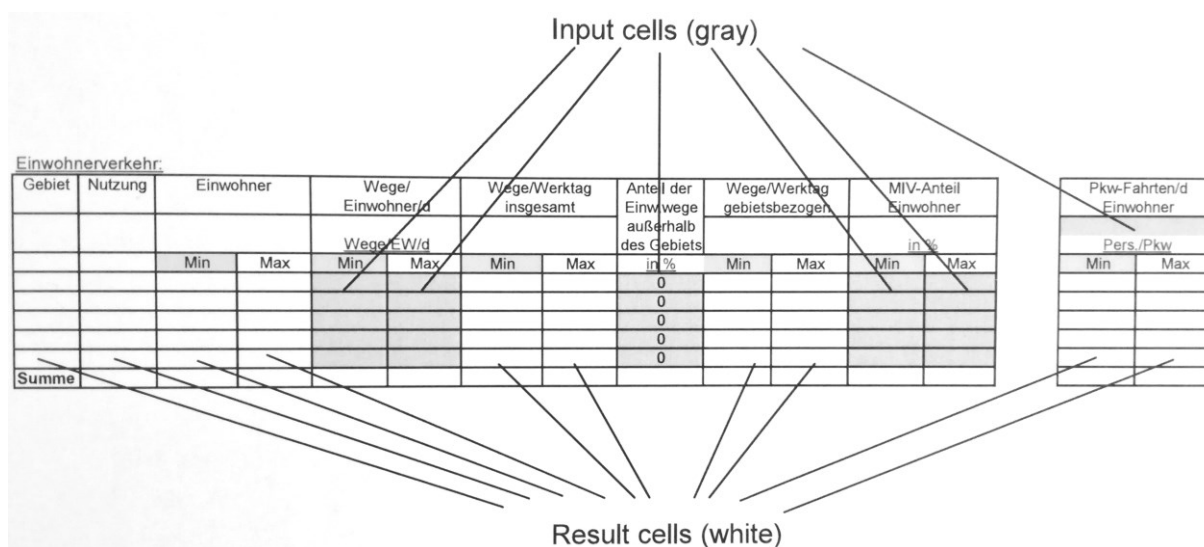
Iz obeh metod za določanje generacije prometa so izbrani elementi, ki skupaj dajejo najbolj natančne in razdelane rezultate in omogočajo uporabo čim več vhodnih podatkov. V spodnji preglednici so prikazane nekatere razlike obeh metod.

Preglednica 2: Razlike med metodama FGSV in HSVV

Metoda FGSV	Metoda HSVV
Podatki o generaciji prometa zasebnih voženj in poslovnih voženj osebnih vozil posebej	Podatki o generaciji prometa osebnih vozil so združeni
Malo vhodnih parametrov	Veliko vhodnih parametrov
20 krivulj z urnimi razporedi prometa	1480 krivulj z urnimi razporedi prometa
Rezultati generacije ločijo motoriziran promet, pešce in kolesarje ter uporabnike javnega prometa	Rezultati generacije dajejo zgolj podatke o motornem prometu

Poleg obeh omenjenih metod se podatki o generaciji prometa zbirajo tudi iz številnih drugih virov. Na ta način je orodje ves čas aktualno in zagotavlja realne rezultate. Za Nemčijo, Avstrijo in Švico so s pomočjo različnih virov nekateri podatki prilagojeni glede na lokalno okolje, zaradi česar so lahko rezultati za te države še bližje dejanskemu stanju.

Samo orodje je narejeno v Excelu in omogoča preprost vnos vhodnih podatkov in takojšen izpis rezultatov v tabelah. Rezultati so podani v minimalnih in maksimalnih pričakovanih vrednostih. Uporabnik nato na podlagi kritične presoje vhodnih podatkov in drugih informacij o izbrani lokaciji izbere vrednost znotraj razpona rezultatov.



Slika 10: Vnos in izpis podatkov orodja Ver_Bau

Orodje za izračun zahteva vnos povprečnega števila potovanj na prebivalca, delež prihodov z namenom izven obravnavane dejavnosti, stopnjo motorizacije in povprečno zasedenost vozila. V rezultatih so podane vrednosti o skupnem številu poti na delovni dan ter številu produkcij in atrakcij obravnavane dejavnosti.

3.4.1 Prednosti

- Več kot 1500 krivulj urnih razporedov prihodov in odhodov glede na dejavnost. Poleg teh krivulj je vključenih še veliko dodatnih števnih podatkov, ki prispevajo k večji zanesljivosti rezultatov. Podatki se redno posodablajo.
- Vsebuje metode za določanje generacije prometa na območju mešane rabe. V primeru trgovskih dejavnosti na primer upošteva vplive medsebojne konkurence in prehajanja kupcev med sosednjimi trgovinami.
- Mogoče je določiti generacijo osebnih vozil, tovornih vozil in nemotoriziranega prometa. Za določanje medsebojnih deležev po prevoznih sredstvih so potrebni dodatni vhodni podatki, če jih seveda uporabnik ima na voljo.
- V orodju lahko opravljamo izračune z različnim številom vhodnih podatkov. Generacijo prometa lahko določimo na podlagi zgolj enega podatka (npr. površina objekta) kadar želimo pridobiti hitro oceno. V primeru, da je na voljo širši nabor informacij o izbrani dejavnosti, pa lahko z orodjem opravimo bistveno bolj natančen izračun. Upoštevati se da stopnjo motorizacije območja, vpliv okoliških objektov in še nekatere druge dejavnike, ki posredno vplivajo na količino in strukturo prometa.
- Na podlagi osnovnih vhodnih podatkov se da izračunati tudi nekatere druge parametre, ki niso nujno prometni. Lahko se na primer določi število zaposlenih, kupcev, prebivalcev ipd. glede na površino izbranega objekta.
- V izračunih je lahko vključena tudi analiza zasedenost parkirišč. Enostavno se da določiti, kolikšne so potrebne parkirne kapacitete ob dani generaciji prometa motornih vozil.

3.4.2 Slabosti

- Orodje je s števničnimi podatki prilagojeno zgolj nekaterim državam. Če bi želeli rezultate prilagoditi lokalnim razmeram, bi bilo potrebno imeti dostop do samih števnih podatkov, kar v danem primeru ni mogoče. Prilagoditve so možne predvsem preko različnih vhodnih parametrov pri bolj natančnih izračunih, za potrebe preprostega določevanja generacije pa to ni možno.
- Podatki o urni distribuciji prometa so na voljo samo za motorna vozila. Za pešce in kolesarje se izračuna samo dnevna generacija. Posledično ima orodje omejene možnosti za uporabo pri določanju potrebnih kapacitet infrastrukture, ki ni vezana izključno na motorni promet.

- Razpon med maksimalnimi in minimalnimi vrednostmi v rezultatih je lahko velik. V primeru določanja generacije prometa v stanovanjski soseski sem na primer zaznal več kot 50 % razliko med minimalno in maksimalno napovedjo števila vozil. Uporabnik mora na koncu sam presoditi kakšne rezultate bo upošteval za izdelavo napovedi količine prometa.

4 PREGLED METOD ZA DOLOČANJE GENERACIJE PROMETA V PROMETNIH MODELIH

Pri izračunu generacije prometa na ravni prometnih modelov ni zaslediti namenskih orodij, ki bi že vsebovala vse potrebno za izračun produkcij in atrakcij con. Na voljo ni orodij s katerimi bi bilo mogoče izvesti izračun generacije prometa zgolj z vnosom osnovnih socio-ekonomskih podatkov in brez potrebe po vzpostavljanju samega modela za izračun. Obstajajo sicer programi za izdelavo prometnih modelov, vendar zahtevajo lastno izbiro metode za izračun 1. stopnje modela torej generacije prometa. Na podlagi pregleda literature na izbrano temo bom predstavil nekaj poglobitvenih metod za izračun generacije prometa.

Modeli za izračun generacije potovanj se delijo na tri nivoje: Strateški, taktični in operativni. Pri strateških modelih se obravnava večja območja in prometne težnje med njimi. Taktični modeli vsebujejo bolj podrobne podatke o produkciji in atrakciji ožjih območij in so primerni za izračun prometnih tokov na ravni mestnih četrti in manjših občin. Operativni modeli se uporabljajo za detajlno določanje prometa posameznih ulic, križišč in objektov ter predstavljajo najboljši približek dejanskemu odvijanju prometa. Klasifikacijski modeli se običajno uporabljajo za izračune na strateški in taktični ravni, zato so uporabljeni predvsem znotraj makroskopskih modelov, medtem ko lahko regresijski modeli služijo tudi za uporabo na operativni ravni, kar pomeni, da je njihova raba primerna tudi na mikroskopskem nivoju.

Enačbe za modele, ki so predstavljeni v nadaljevanju, so povzete iz študije Justin S. Chang, Dongjae Jung, Jaekyung Kim & Taeseok Kang (2014), v kateri je bila izvedena tudi primerjalna analiza in ocena ustreznosti modelov.

4.1 Regresijski modeli

Regresija uporablja zvezo med generacijskimi faktorji (odvisnimi spremenljivkami) in različnimi neodvisnimi spremenljivkami, ki predstavljajo predvsem socio-ekonomske vhodne podatke za vsako cono prometnega modela.

Regresijski modeli zahtevajo točno določitev vseh parametrov generacije prometa in ne upoštevajo različnih verjetnosti ali statističnih razporedov. Upoštevajo se torej fiksne predpostavke o potovalnih vzorcih.

Linearna regresija

Z uporabo linearne regresije se preučuje odnos med odvisnimi in neodvisnimi spremenljivkami, ki vplivajo na generacijo prometa, pri čemer velja, da je zveza med njimi vedno linearna.

Metoda temelji na štirih predpostavkah:

- Vsi parametri modela generacije morajo biti enolično določljivi
- Enačbe linearne regresije so med seboj neodvisne (različni generacijski faktorji so med seboj neodvisni)
- Podatki zbranih neodvisnih spremenljivk niso stohastični

- Motnja ε_0 , ki predstavlja konstanti del pri enačbi linearne regresije je normalno razporejena, konstantna in neodvisna od drugih ε

$$q_n^* = \beta^T x_n + \varepsilon_n, n = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

Zgornja enačba opisuje izračun količine generiranega prometa q_n za n -to cono modela. x_n predstavlja vektor neodvisnih spremenljivk (npr. število prebivalcev), β je vektor generacijskih faktorjev, ε_n pa predstavlja naključno motnjo v številu potovanj in je konstanta n -te cone.

Tobit model

Model zbrane podatke obravnava kot kombinacijo diskretne in zvezne distribucije. Običajni regresijski modeli niso zmožni upoštevati razlike med rezultati z limito 0 in zveznimi. Model je uporaben za primere, ko imamo do določene vrednosti enakomerno naraščanje števila generiranih potovanj, nad določeno vrednostjo pa bi na primer imeli konstantno število potovanj.

$$\begin{aligned} q_n &= \beta^T x_n + \varepsilon_n, n = 1, 2, \dots, N \\ q_n &= 0, \text{ če je } q_n^* \leq 0 \\ q_n &= q_n^*, \text{ če je } q_n^* > 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Za tobit model velja podobna enačba kot pri linearni regresiji. Razlika je le v tem, da izračunane vrednosti ne morejo biti manjše od 0, kar je pri linearni regresiji teoretično možno.

Naključne motnje ε_n v tobit modelu ni mogoče določiti s parcialnim odvodom enačbe za q_n^* , saj se uporablja izpeljano enačbo q_n , ki ni zvezna. Izračun se zato izvede s pomočjo naslednje enačbe.

$$\varepsilon_n = \beta \phi\left(\frac{\beta^T x_n}{\sigma}\right) \quad (11)$$

V enačbi predstavlja ϕ funkcijo normalne kumulativne distribucije, σ pa standardno deviacijo.

Poissonov model

Temelji na predpostavki, da so generacijski faktorji, s katerimi matematično posnemamo potovalne navade, v resnici diskretne narave. Poissonov model podaja verjetnost nekega generacijskega faktorja oziroma verjetnost, da se neko potovanje zgodi.

Model odpravlja težave regresijskih metod z najmanjšimi kvadrati, ki ne morejo pravilno upoštevati generacijskih faktorjev, ki bi potencialno predstavljali zelo majhen delež potovanj posameznega gospodinjstva.

$$P(q_n = q_n^*) = \left(\frac{e^{-\lambda_n} \lambda_n^{q_n}}{q_n!} \right), n = 1, 2, \dots, N \quad \lambda_n = \beta^T x_n \quad (12)$$

P predstavlja verjetnost, da se bo zgodilo določeno potovanje.

Težava Poissonovega modela je, da imajo rezultati lahko zelo veliko disperzijo, kar pomeni, da bi pri izračunih generacije prometa dobili velik raztros v številu potovanj.

Logit model

Model upošteva proces odločanja, ki nastopa pri sami generaciji potovanj za različne namene. Ko je za neko gospodinjstvo verjetnost izbire poti nad določeno mejno vrednostjo, lahko po modelu sklepamo, da se bo izvedel določen tip potovanja.

Generacijski faktorji so v logit modelu definirani kot skupina alternativ. Potovanja, ki so si po namenu podobna, predstavljajo medsebojno alternativo.

$$\begin{aligned} q_n = 0 & \text{ če je } q_n^* \leq \theta_0 \\ q_n = 1 & \text{ če je } \theta_0 < q_n^* \leq \theta_1 \\ & \vdots \\ q_n = k & \text{ če je } \theta_{k-1} < q_n^* \leq \theta_k \end{aligned} \quad (13)$$

θ predstavlja mejno vrednost števila potovanj. S temi vrednostmi se definira območja v katerih se generacija potovanj izračuna po izbrani formuli q_n , ki ima enako obliko kot tista pri linearni regresiji. Vsako od definiranih območij ima torej svojo enačbo z različnimi generacijskimi faktorji.

Verjetnost, da bo izvedenih k potovanj n -tega gospodinjstva je podana z naslednjo enačbo.

$$P(q_n=k) = F(\theta_k - q_n^*) - F(\theta_{k-1} - q_n^*) \quad (14)$$

F predstavlja funkcijo kumulativne distribucije ε_n .

4.2 Klasifikacijski modeli

Ta vrsta modelov loči generatorje prometa, običajno so to gospodinjstva in delovna mesta, po različnih kategorijah. Temelji na predpostavki, da se vzorci potovanja razlikujejo po posameznih skupinah generatorjev prometa. Pri gospodinjstvih bi na primer lahko ustvarili več dohodkovnih skupin z različnimi generacijskimi faktorji, če bi iz statistike ugotovili, da višina dohodka vpliva na število in vrsto potovanj.

Model analize kategorij

Model spada med najbolj razširjene metode določanja generacije. Če vzamemo za primer gospodinjstva kot generator prometa, so ta klasificirana glede na lastnosti, ki imajo korelacijo z izbiro in številom potovanj. Te lastnosti so na primer višina dohodka, število avtomobilov, starost ipd.

Odvise spremenljivke oz. generacijski faktorji se običajno razporedijo v več razredov. Neodvisne spremenljivke, ki so nato potrebne za sam izračun števila potovanj, se morajo zbrati glede na prej določene razrede.

$$\bar{q}_h^* = \frac{Q_h}{H_h} \quad (15)$$

Povprečno število potovanj $\bar{q}_h^*$ je definirano kot razmerje med številom vseh potovanj določene skupine gospodinjstev in skupnega števila članov teh gospodinjstev. Za vsak tip gospodinjstva se torej izračuna povprečno število potovanj na osebo.

Model multiple klasifikacije

Običajen model klasifikacije ima dve slabosti: osnova za določitev generacijskih faktorjev ne temelji na statistični obravnavi, sami izračuni generacijskih faktorjev pa so opravljeni ločeno za vsak razred klasifikacije. Namen vpeljave multiple klasifikacije je odprava prej omenjenih slabosti.

Na podlagi statističnega pristopa enosmerna ANOVA se določi nabor neodvisnih spremenljivk in njihovo območje uporabe. ANOVA je kratica za analizo variance, ki je podobna t-testu za neodvisne vzorce, s to razliko, da ANOVA primerja med seboj več skupin. Sama shema klasifikacije se določi z obojesmerna ANOVA analizo med izbranimi neodvisnimi spremenljivkami in generacijskimi faktorji. Pri obojesmerni analizi se ugotavlja zveza med neodvisno spremenljivko in naborom generacijskih faktorjev.

Slabost metode je, da se mora pri ANOVA analizi izvesti veliko število poskusov, da dobimo končni sistem klasifikacije, pri čemer ni vedno jasno ali je zadnji dobljeni rezultat resnično najustreznejši. Pri metodi se tudi izgubi zveza med neodvisnimi spremenljivkami preko posameznih razredov klasifikacije.

5 METODOLOGIJA ZA IZDELAVO LASTNEGA ORODJA

Odločil sem se za izdelavo orodja, ki lahko služi za uporabo pri izračunu generacije prometa tako na ravni prometnih modelov kot na posamezni izbrani lokaciji. Posledično je orodje razdeljeno na dva dela, ki si delita nekatere podatke (urna distribucija, faktorji zasedenosti, potovalne navade po regijah...), ostale podatke pa uporabljata ločeno. Pristop k določanju generacije prometa temelji na preučeni literaturi in obstoječih orodjih ter upošteva omejitve glede količine in vrste podatkov, ki so bili v sklopu naloge zbrani ali pridobljeni (števni podatki prometa, poizvedbe po ustanovah, anketa o potovalnih navadah PNZ, register nepremičnin).

5.1 Metodologija izdelave na ravni prometnega modela

Za potrebe izračuna potovanj za prometne modele sem izbral določanje generacije z linearno regresijo ter kategorizacijo pri posameznih namenih potovanj glede na socio-ekonomske podatke, kateri so mi bili na voljo. Bolj naprednih metod, ki lahko upoštevajo večjo variacijo generacije potovanj v odvisnosti od prebivalstva, zaradi omejenih podatkov nisem vključeval v model.

Glede na obstoječe statistične podatke, ki so na voljo na območju Slovenije, sem poskusil zajeti vpliv lege v prostoru. Iz preučene literature je namreč jasno, da lokacija vpliva na povprečno število potovanj. Na število potovanj posredno preko lokacije vpliva struktura prebivalstva (starost, aktivnost) v coni in dohodki.

Potovanja sem želel glede na podatke, ki so mi bili dostopni, čim bolj razčleniti. Na ta način je namreč mogoče kritično oceniti potovanja za vsako cono že glede na preproste prostorske podatke. Če bi na primer neka cona privlačila veliko potovanj z namenom nakup, ne da bi cona dejansko imela večje prodajne površine, bi lahko to vrsto potovanj ustrezno prilagodil brez spreminjanja ostalih potovanj. V primeru, da so potovanja v nakup združena z ostalimi potovanji, to ni mogoče.

5.2 Metodologija izdelave na ravni posamezne lokacije

Pri mikroskopski generaciji prometa sem se osredotočil bolj na urni raspored prometa in specifične posameznih dejavnosti. Vse uporabljene vrednosti so izračunane na podlagi obteženega povprečja zbranih števnih in drugih statističnih podatkov. Glede na omejen obseg zbranih podatkov se pri obdelavi nisem posluževal naprednejših statističnih metod, katere bi prišle v poštev pri obsežnejši podatkovni zbirki štetij in anket.

Orodje je na ravni posamezne lokacije namenjeno za primere, ko ni dostopa do vseh podatkov v širši okolici, ki lahko vplivajo na promet in je količino podatkov o dejavnosti za katero se izvaja napoved prometa omejena.

Menim, da je pomembno pri generaciji prometa upoštevati rasporeditev prometa tekom celega dneva. Neka dejavnost namreč zaradi specifičnega urnega rasporeda prihodov in odhodov ne vpliva nujno na prometne razmere okoliških cest v koničnih urah, tudi če v celotnem dnevu skupaj ustvari veliko prometa.

Pri napovedi prometa sem želel zajeti vsa potovanja in ne samo motorni promet, ki se uporablja pri večini že obstoječih orodij. Glavna prednost upoštevanja skupnega števila prihodov in odhodov je možnost spreminjanja izbire prevoznega sredstva v različnih študijah variant. Za mesto središče bi lahko na primer ocenili, da se bo v skladu s spremenjeno prometno politiko izbira prevoznega sredstva za nek predlagan generator prometa spremenil v prid nemotoriziranim prevoznim sredstvom.

V orodje sem želel vključiti tudi napoved izbire prevoznega sredstva v odvisnosti od oddaljenosti obravnavanega objekta z različnimi prevoznimi sredstvi. V različnih študijah je bilo namreč ugotovljeno, da se z večanjem oddaljenosti povečuje delež rabe avtomobila in zmanjšuje delež rabe javnega prevoza, kolesarjenja in pešačenja.

Kot je upoštevano že v sklopu izdelave orodja na makroskopski ravni, je smiselno tudi v izračunih na ravni posamezne lokacije vključiti vpliv regije na število generiranih potovanj.

6 PRIDOBIVANJE PODATKOV

Na področju prometnega planiranja predstavlja pridobivanje oz. izbor podatkov o prometu osnovo za večino nadaljnjih korakov pri procesih kot so izdelava prometnih modelov, napoved rasti prometa, izdelava prometnih študij. Prometne podatke je mogoče pridobiti na dva načina, z izvedbo meritev na terenu ali pa na sintetičen način s pomočjo ocenjevanja prometnih tokov preko različnih metod, ki upoštevajo lastnosti obravnavanega območja (dejavnosti, prometno omrežje, socio-ekonomski podatki). Čeprav predstavlja izvajanje meritev na terenu najboljši približek določitve prometnih tokov v danem trenutku na izbranem mestu, samo po sebi ne koristi pri napovedi prometa, hkrati pa imajo terenske meritve tudi svoje ekonomske omejitve.

6.1 Izvajanje meritev na terenu

Na terenu sem meritve izvajal s pomočjo videokamere za štetje prometa. Kamera se s pomočjo teleskopske palice dvigne na ustrezno višino, kar omogoča boljši pregled nad prometom v okolici. Oprema za štetje prometa vsebuje še kontrolno enoto, ki je povezana s kamero in shranjuje podatke ter zagotavlja napajanje. Kamere sem postavljал večinoma ob javno razsvetljavo, ki omogoča varno pritrditev teleskopske palice. Teleskopska palica dvigne kamero na ustrezno višino, kar zagotavlja dober pregled na odvijanju prometa.



Slika 11: Kamera za štetje prometa

V sklopu meritev na terenu sem izvedel skupno 40 meritev na skupno 30 lokacijah. S kamerami je bilo posnetih več kot 600 ur prometa. Na samih lokacijah so kamere običajno snemale med 6:00 in 22:00 uro, v preostalem času snemanje nisem smatral kot smiselno, saj so generalno gledano prometni tokovi v nočnem času zelo majhni in niso merodajni za načrtovanje prometne infrastrukture.

Štetja sem izvajal v mesecu maju na delovne dneve med torkom in četrtkom, ki predstavljajo najbolj merodajne delovne dni. Izbran mesec štetja je glede na števne podatke avtomatskih števec, ki so na

voljo s strani DRSI, med bolj merodajnimi v letu. Mesec maj namreč po količini prometa predstavlja podobni velikostni red kot povprečni letni dnevni promet.

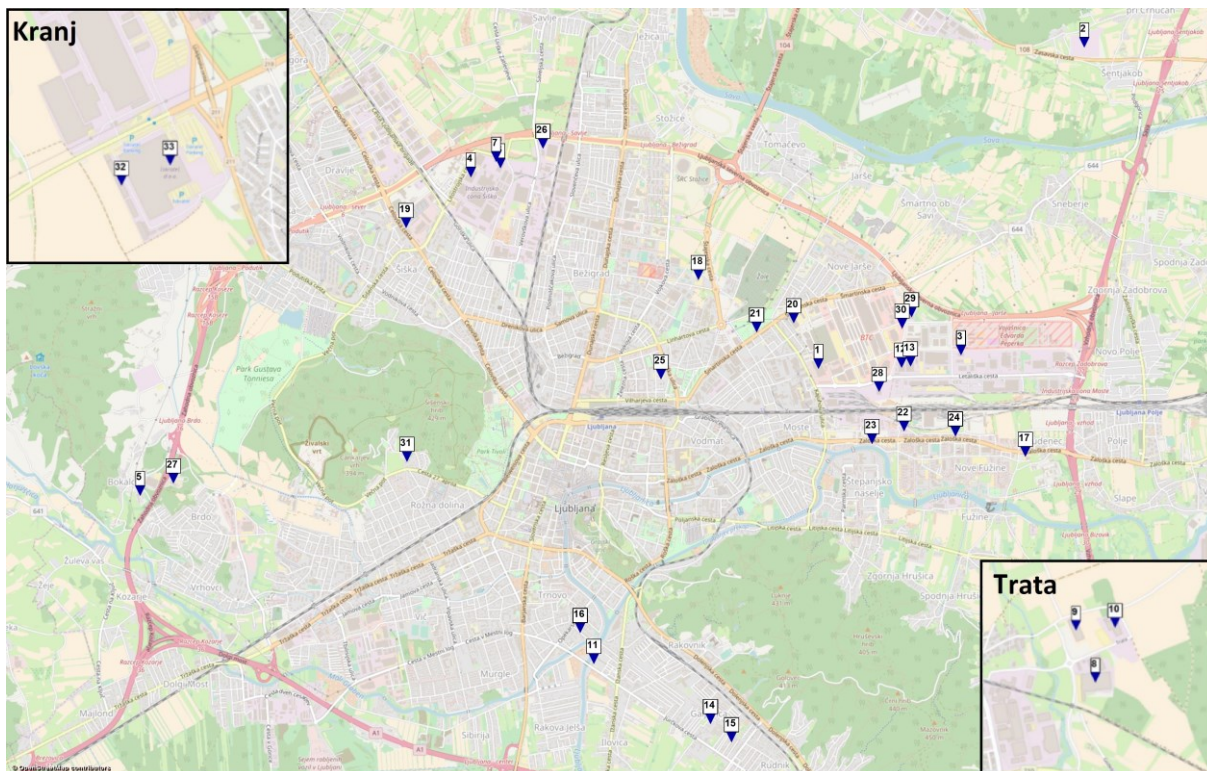
Obravnaval sem predvsem za objekte, ki se pogosto gradijo oziroma so dokaj množično prisotni. Zaradi časovnih in stroškovnih omejitev se namreč ni bilo smiselno osredotočati na generacijo prometa vseh možnih objektov oziroma dejavnosti. V nalogi gre bolj za prikaz koncepta, ki bi se v prihodnje lahko uporabil za morebitno bolj obsežne zbirke podatkov o štetjih prometa.

Preglednica 3: Seznam števnih mest

Zap st.	Ime
1	Bauhaus trgovina
2	Belinka proizvodnja
3	Distribucijski center Laško
4	DM skladišče
5	Dom upokojencev Brdo
6	DSU pisarne javne uprave
7	File Trata proizvodnja
8	Gostilna Livada
9	Habjan transport
10	Hella proizvodnja
11	Hiše Jurčkova cesta
12	Hiše Mala Čolnarska ulica
13	Hofer trgovina Kranjčeva
14	McDonalds drive in Šiška
15	Mercator Šmartinska cesta
16	Olma kemična proizvodnja
17	OMV črpalka Zaloška cesta

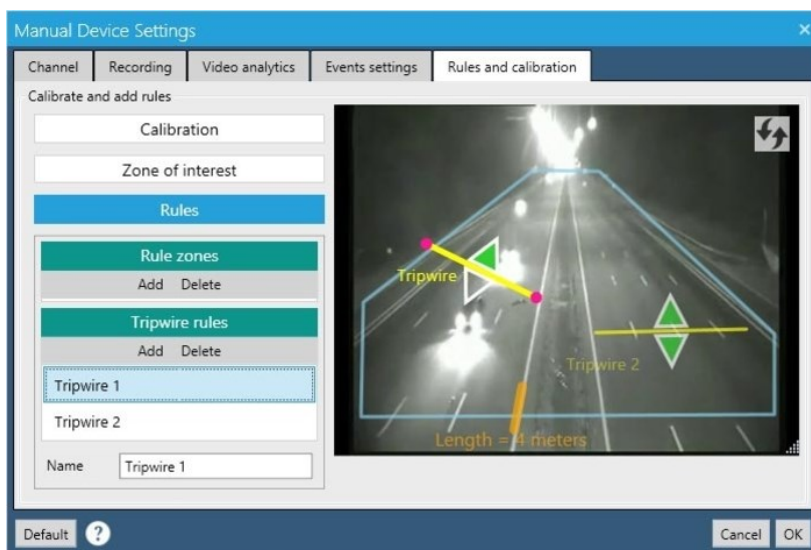
Zap st.	Ime
18	OŠ Bežigrad
19	Petrol črpalka Šmartinska cesta
20	Porsche Verovškova avtosalon
21	Gostišče Portal
22	Hotel Sheraton
23	Skladišče Kompas
24	Stanovanja Jurčkova cesta
25	Studio Moderna pisarne
26	Toyota Leskoškova avtosalon
27	Vrtec Rožna dolina
28	Yulon proizvodnja
29	LTH trata proizvodnja
30	Plaza Hotel
31	Iskra tehnološki park
32	Iskra proizvodnja
33	Hofer trgovina Fužine

Na spodnji sliki so prikazane lokacije dejavnosti za katere sem izvedel štetje. Večina se jih nahaja v Ljubljanski regiji, saj je to omogočalo najenostavnejše premeščanje kamer med števni mesti. Hkrati pa je dejstvo, da so štetja prometa bila izvedena v isti regiji pomaga pri nadaljnji obdelavi podatkov. Pri uporabi podatkov za izdelavo orodja se namreč upoštevajo tudi vplivi regije oziroma razlik med njimi z vidika potovalnih navad.



Slika 12: Lokacije števnih mest

Zbrane videoposnetke sem obdelal na dva načina. Najprej sem preizkusil programsko orodje Camlytics, ki s pomočjo virtualnih zank beleži prehode objektov na posnetku. Prednost te metode je hitrost pridobivanja podatkov o prometu, saj so števniki podatki 16 urnega štetja lahko obdelani v manj kot eni uri. Za uporabo programa morajo sicer biti izpolnjeni ustrezni pogoji pri postavitvi kamere. Program namreč ne ločuje med posameznimi prevoznimi sredstvi, zato je uporaba smiselna le na površinah, ki so namenjene zgolj določenemu tipu prevoznega sredstva. Primerno je na primer za pešpoti in dovozne rampe za osebna vozila.



Slika 13: Prikaz programskega orodja Camlytics za avtomatsko štetje prometa

Na lokacijah, ki niso imele ustreznih pogojev za uporabo programskega orodja sem štetja opravil ročno. Štetje je na ta način precej dolgotrajno, vendar zagotavlja skoraj popolno natančnost beleženja prometa ne glede na konfiguracijo opazovanega objekta in postavitve video kamere. Rezultate teh štetij sem ročno vnesel v Excel preglednice in s tem zagotovil možnosti za nadaljnjo digitalno obdelavo podatkov.

6.2 Podatki o podjetjih in ustanovah

Za nekatera podjetja in ustanove sem uspel pridobiti urne razporeditve prihodov in odhodov, ki beležijo podatke o strankah ali pa zaposlenih. Izbranim večjim podjetjem v Sloveniji sem poslal poizvedbo z obrazcem, ki je prikazan na spodnji sliki. S te strani je sicer bilo pridobljenih relativno malo vzorcev, saj večina podjetij zaradi varstva osebnih podatkov zahtevanih informacij ne želi deliti.

Opis dejavnosti		Zaposleni		Obiskovalci		Dostavna-tovorna vozila	
Bruto tlorisna površina objekta		Prihod	Odhod	Prihod	Odhod	Prihod	Odhod
Število zaposlenih							
Dnevno število obiskovalcev							

Ura	Prihod	Odhod	Prihod	Odhod	Prihod	Odhod
0:00						
1:00						
2:00						
3:00						
4:00						
5:00						
6:00						
7:00						
8:00						
9:00						
10:00						
11:00						
12:00						
13:00						
14:00						
15:00						
16:00						
17:00						
18:00						
19:00						
20:00						
21:00						
22:00						
23:00						

Slika 14: Obrazec za vnos podatkov o prometu za posamezno dejavnost

Z ogledi na terenu in s poizvedbami na spletni strani GURS sem določil karakteristike objektov, za katere s strani podjetij in ustanov nisem pridobil ustreznih podatkov. Karakteristike se lahko upoštevajo kot vhodni parametri za določitev generacije prometa.

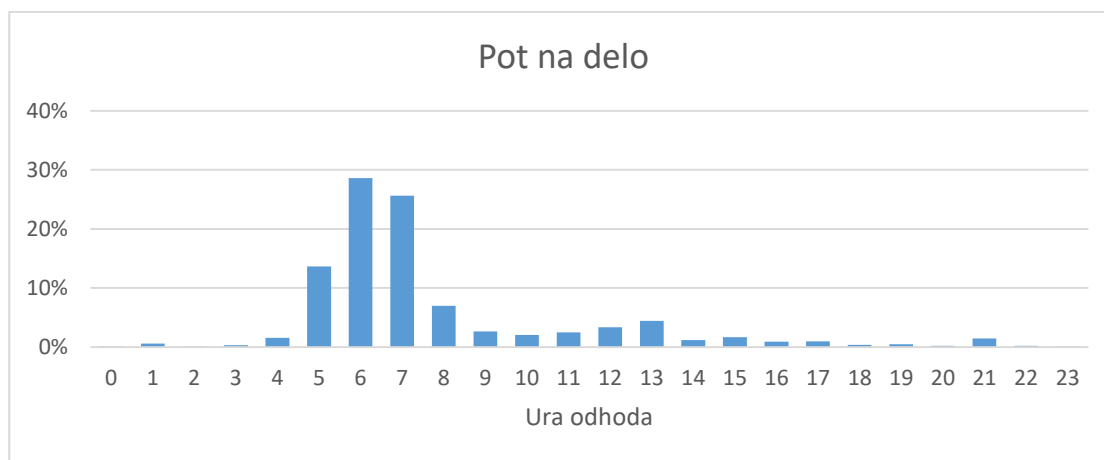
6.3 Anketa o potovalnih navadah

V podjetju PNZ d.o.o. sem pridobil rezultate ankete o potovalnih navadah, ki so jo opravili v letu 2016. Ta vsebuje podatke o številu poti, ki jih prebivalci opravijo na povprečen delovni dan in njihovo porazdelitev tako glede na namen potovanja kot na izbiro prevoznega sredstva.

Anketa služi kot osnova za določanje stopnje zasedenosti vozil, kar v nadaljevanju omogoča preračun podatkov o številu osebnih vozil na število oseb. S podatki o skupnem številu prihodov in odhodov vseh oseb je lažje opraviti primerjave enakih dejavnosti na različnih lokacijah. S pretvorjenimi podatki je namreč mogoče izločiti razlike v izbiri prevoznega sredstva, ki so odvisne od okoliške infrastrukture, vremenskih pogojev in same umestitve določene dejavnosti v prostor. Teh vplivov s štetjem prometa na terenu ni mogoče izločiti.

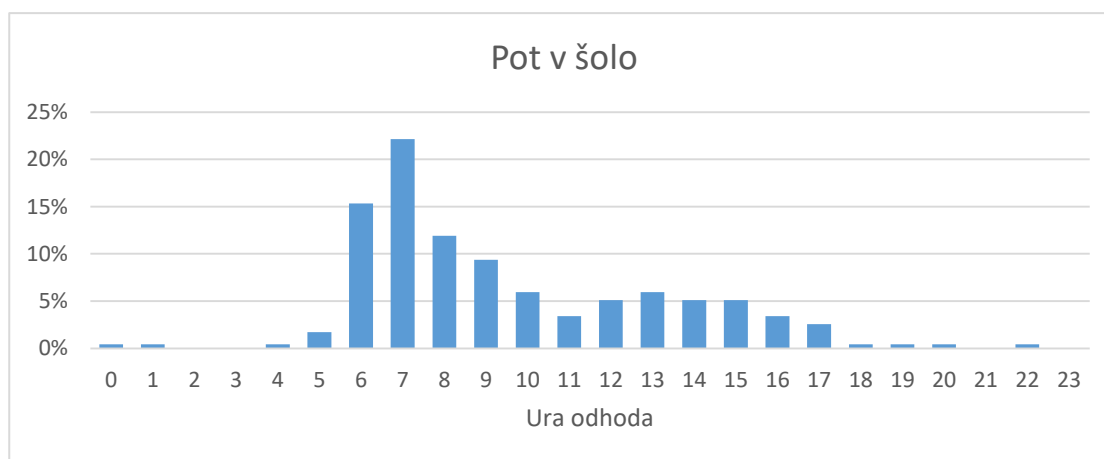
Iz ankete je mogoče razbrati okvirni urni raspored potovanj glede na posamezne namene. Te podatki služijo kot osnova za nadaljnje bolj natančno določanje prihodov in odhodov pri izbranih dejavnostih. Pridobljeni urni rasporedi so uporabni tudi za kontrolo urnih rasporedov dobljenih pri izvajanju štetij na terenu. Lahko se namreč zgodi, da je bil urni raspored za neko dejavnost ob dnevu štetja nemerodajen zaradi morebitnih enkratnih dogodkov v okolici ali pa pri sami dejavnosti.

Pri uporabi zbranih statističnih podatkov je pomanjkljivost ta, da ne vemo koliko časa posamezna dejavnost traja. To pomeni da ne moremo vedno natančno oceniti urnih rasporedov odhodov. Za odhode iz dela je na primer mogoče dokaj dobro določiti urni raspored, saj večina delovnikov traja med 6 in 8 ur, medtem ko za nekatere prostočasne dejavnosti takšne ocene niso mogoče.



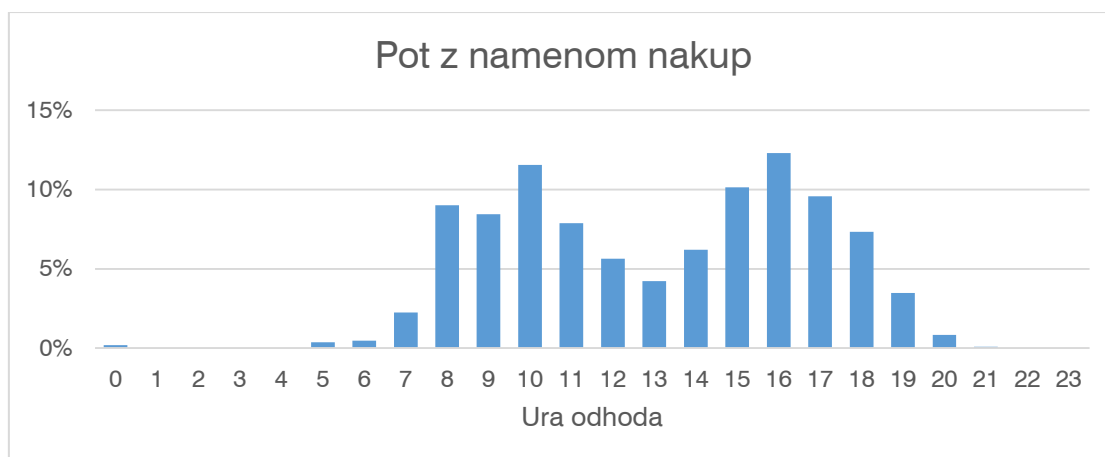
Grafikon 3: Urni raspored odhodov na delo

Glavnina vseh poti na delo se zgodi v jutranjem času. Do 8. ure je namreč opravljenih že več kot polovica vseh poti na delo. Največji urni delež je med 6. in 7. uro. Veliko ljudi se na delo odpravlja v zgodnjih jutranjih urah. Razloga za to sta večja oddaljenost od delovnega mesta in delovnik podjetij v sekundarnem sektorju, ki z izmenami praviloma pričenjajo ob 6. ali 7. uri.



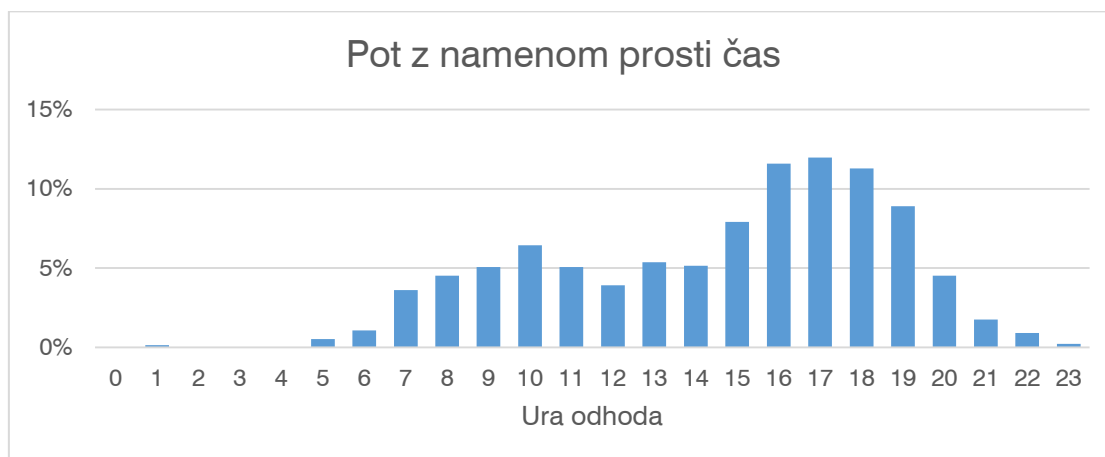
Grafikon 4: Urni raspored odhodov v šolo

V primerjavi z odhodi na delo so odhodi v šolo nekoliko kasneje v jutranjem času. Več kot 20 odstotkov poti v šolo je opravljenih v času sedme ure. V statistiko so vključene tudi visoke šole in univerze, ki doprinejo k manjšem deležu odhodov tekom popoldanskega časa. Podatki kažejo na nezanemarljiv delež poti v šolo izven običajnih ur, ki so med šesto in deveto uro zjutraj.



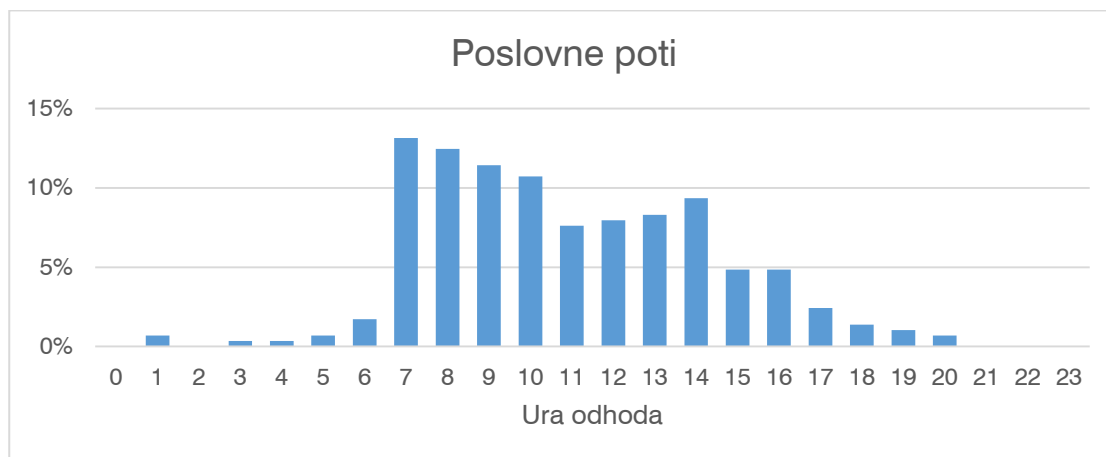
Grafikon 5: Urni razpored odhodov v nakupe

Urni razpored poti v nakupe ima dva izrazita vrha, ki sta prisotna okrog 10. in 16. ure. V dopoldanskem času se generira konica predvsem zaradi delovno neaktivnega prebivalstva, ki jim zaradi gneče v popoldanskem času ustrezajo bolj zgodnje ure. Popoldne opravi pot v nakupe večina delovno aktivnega prebivalstva, ki prej zaradi delovnika te poti ne more opraviti.



Grafikon 6: Urni razpored odhoda na prostočasne dejavnosti

Ljudje se na prostočasne dejavnosti večinoma odpravljajo v popoldanskih urah. Največji delež potovanj je zabeležen v 17. uri. Sicer je prisoten tudi relativno velik delež poti opravljenih v dopoldanskem času, ki dosežejo konico ob 10. uri. Sam urni razpored je predvsem v popoldanskem času dokaj podoben razporedu poti v nakupe kar nakazuje na povezavo med obema namenoma potovanj. Trgovske in prostočasne dejavnosti so namreč pogosto locirane v medsebojni bližini, zato prihaja do združevanja poti za oba namena.



Grafikon 7: Urni razpored odhodov na poslovne poti

Največ poslovnih poti je opravljenih v jutranjem času, torej kmalu po prihodu na delovno mesto. Poslovne vožnje vidno prispevajo k jutranji konici, saj je največji delež teh voženj prisoten med 7. in 8. uro. V popoldanskem času je delež poslovnih voženj zanemarljiv.

6.4 Register nepremičnin

Register nepremičnin Slovenije je baza podatkov, ki vsebuje informacije o vseh nepremičninah v državi. V register je vključena tudi klasifikacija delov posameznih stavb glede na dejavnost. Dejavnosti so razvrščene v skladu s CC-SI klasifikacijo, ki loči med različnimi tipi objektov.

V klasifikaciji so razvrščeni vsi tipi objektov, ki se nahajajo v prostoru. Za potrebe te naloge so bistveni podatki o stanovanjskih in nestanovanjskih objektih. Sama klasifikacija na najvišjem nivoju loči med stavbami in inženirskimi objekti. Stavbe so nato nadaljnjo klasificirane kot je to prikazano v spodnji preglednici.

Preglednica 4: Pregled poimenovanja stavb po CC-SI klasifikaciji

Glavna kategorija	Podkategorija	CC-SI šifra
Stanovanjske stavbe	Enostanovanjske stavbe	111xx
	Večstanovanjske stavbe	112xx
	Stanovanjske stavbe za posebne družbene skupine	113xx
Nestanovanjske stavbe	Gostinske stavbe	121xx
	Poslovne in upravne stavbe	122xx
	Trgovske stavbe in stavbe za storitvene dejavnosti	123xx
	Stavbe za promet in stavbe za izvajanje komunikacij	124xx
	Industrijske stavbe in skladišča	125xx
	Stavbe splošnega družbenega pomena	126xx
	Druge nestanovanjske stavbe	127xx

Vsaka podkategorija tipa stavbe je še bolj natančno klasificirana glede na različne možne variacije, zato ima na koncu vsak tip stavbe pet mestno šifro. Na ta način je razvrščanje enostavnejše in omogoča lažje povezovanje z drugimi podatkovnimi zbirkami. Uporabo registra nepremičnin se lahko izkaže za uporabno predvsem pri določanju generacije prometa pri izdelavi prometnih modelov, ki obsegajo širše območje. Pri izdelavi takšnih modelov zaradi številčnosti namreč ni smiselno, da bi ročno določevali

lastnosti objektov, ki se nahajajo na celotnem obravnavanem območju. Register ima za vsak objekt podane tudi koordinate, zato umestitev v prostorski model in nadaljnja obdelava ni zahtevna.

Zbrane podatke je sicer pri agregiranju na prometne cone smiselno preveriti, saj register vsebuje vse površine za katere je bilo izdano gradbeno dovoljenje. To pomeni, da so lahko med površine vštete tudi nekatere stavbe, ki v resnici še niso dokončane in dejansko ne ustvarjajo prometa.

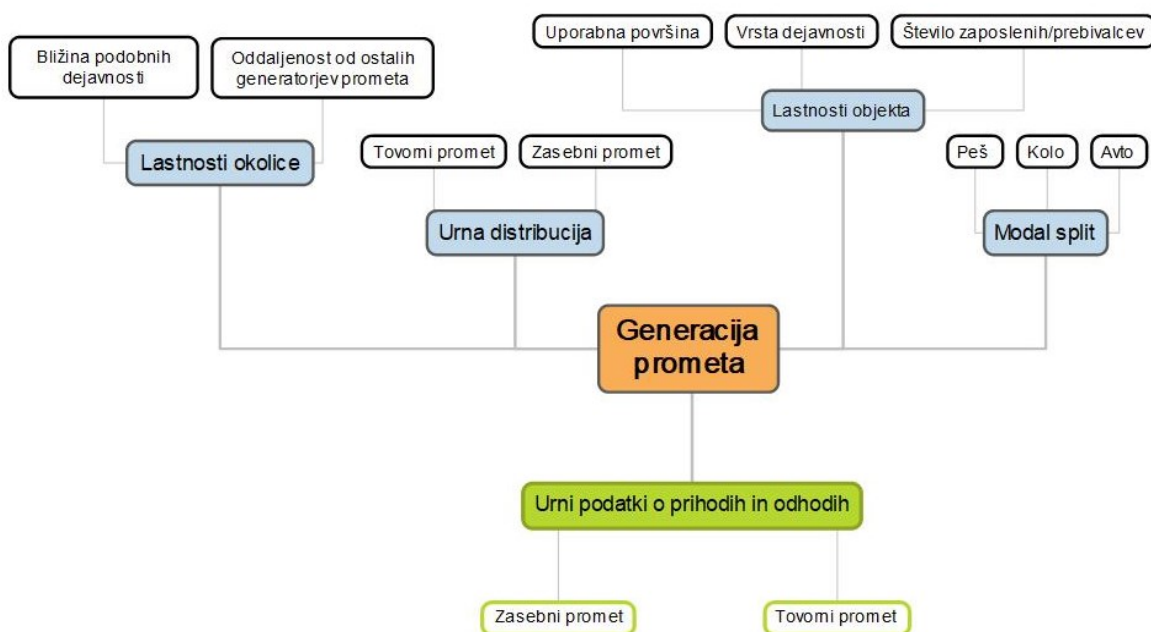
V primeru, ko se za določen namen potovanja upoštevajo dokaj različne površine, je bila izvedena ocena ekvivalenta površin. Kot primer bi navedel površine, ki predstavljajo atrakcijo za delovna mesta v IV. sektorju. Sem spadajo na primer muzeji in knjižnice, ki so po kvadraturi dosti manj privlačni kot pisarne javne uprave ipd.

Za posamezne lokacije, na katerih so bila izvedena štetja prometa, so bili uporabljeni tudi podatki iz portala e-prostor (<http://www.e-prostor.gov.si/>). Tam so na voljo točne informacije o vseh površinah, ki so bile smatrane kot generatorji prometa v času štetja. Na portalu je za vsak objekt zapisan podatek o uporabni površini, ki je namenjena določeni rabi.

7 IZDELAVA LASTNEGA ORODJA

7.1 Orodje na ravni posamezne lokacije

Kot osnova so pri izdelavi služili podatki o urnih razporeditvah odhodov in generacijski faktorji po posameznih dejavnostih. Ta dva podatka nam skupaj združena podata okvirne številke o prihodih in odhodih ter pričakovane konične ure. Vsi ostali podatki, ki so vključeni v orodje, zgolj korigirajo osnovne vrednosti in služijo za prilagajanje specifikam mikrolokacije. Pri izdelavi orodja sem povzel nekatere elemente iz preostalih že obstoječih orodij, o katerih sem že v predhodnih poglavjih napisal prednosti in slabosti, ki jih prinašajo.



Slika 15: Shema delovanja orodja za generacijo prometa na ravni posamezne lokacije

Na zgornji sliki je prikazana shema delovanja izdelanega orodja oziroma podatki, ki jih takšno orodje vsebuje. Ilustriran je obseg vhodnih podatkov in pridobljenih rezultatov na njihovi podlagi.

7.1.1 Lastnosti okolice

Pri lastnostih okolice je zajet vpliv dostopnosti do same dejavnosti. Pomembno je namreč, kolikšno potencialno število obiskovalcev dejavnosti se sploh nahaja znotraj razdalje in časa, ki sta za izbran namen potovanja še sprejemljiva.

Po Sloveniji se povprečno število potovanj, ki jih prebivalec opravi na dnevni ravni, razlikuje, zato je kot vpliv okolice v grobem upoštevana tudi regija v kateri se nahaja obravnavan objekt oziroma generator prometa. Število prihodov in odhodov je v orodju faktorirano z razmerjem med povprečnim številom potovanj v obravnavani regiji in referenčni regiji. Kot referenčna regija je upoštevana osrednjeslovenska, saj vsi zbrani podatki o prometu izhajajo iz nje.

Upoštevan je tudi vpliv podobnih dejavnosti na privlačnost obravnavane. Če se v relativni bližini nahaja primerljiva dejavnost, lahko to pomeni zmanjšanje generacije prometa na obravnavani lokaciji zaradi vpliva konkurence.

7.1.2 Urna distribucija

V podatkovni bazi orodja so zbrane vse urne distribucije, ki so bile določene iz števnih podatkov, poizvedb v podjetjih in drugih virov. Zbrani podatki so klasificirani glede na dejavnosti, pri čemer je za vsako dejavnost izračunana urna distribucija na podlagi obteženega povprečja vseh zbranih podatkov iste dejavnosti. Povprečne vrednosti so obtežene glede na količina preštetega prometa. Štetja z manj prometa imajo torej manjši prispevek h končnim vrednostim generacije. Na ta način se izničijo morebitna odstopanja, ki lahko pri majhnem številu zabeleženih potovanj povzročijo nemerodajne izračune generacijskih faktorjev.

7.1.3 Lastnosti objekta

Pri lastnostih objekta, ki generira promet, se upošteva uporabna površina prostorov. Za vse dejavnosti, ki so zajete v orodju so bili določeni generacijski faktorji v odvisnosti od površine. Omenjena lastnost se je namreč izkazala za najbolj vsestranski način določanja količine prometa. Podatek o površini je namreč na voljo običajno že v zgodnjih fazah načrtovanja objekta, hkrati pa je podatek, ki ga mora imeti vsak objekt s pridobljenim gradbenim dovoljenjem.

7.1.4 Izbira prevoznega sredstva

Izbira prevoznega sredstva je v orodju zajeta tako, da se upošteva vpliv potovalnih navad v lokalnem okolju kot tudi specifika posamezne dejavnosti. Vpliv lokalnega okolja je določen na podlagi podatkov ankete o potovalnih navadah (PNZ, 2016), kjer je bila izbira prevoznega sredstva določena za posamezne regije v Sloveniji. Za vsako dejavnost, ki je zajeta v orodju, je vključena tudi izbira prevoznega sredstva določena pri samih štetjih prometa.

Na izbiro prevoznega sredstva vpliva tudi oddaljenost obravnavane lokacije od gosteje poseljenih območij, zato je v orodju zajet tudi ta vidik. Pri tem je uporabljena predpostavka, da se s samo oddaljenostjo količina generiranega prometa ne spremeni bistveno, temveč se zgodi prerazporeditev med posameznimi prevoznimi sredstvi. Za vsako prevozno sredstvo je izračunana verjetnost, da se pri neki dolžini potovanja pot opravi peš, s kolesom, avtom ali javnim prevozom. Verjetnosti so izračunane z uporabo razporeda dolžine potovanj iz ankete. Z večanjem časovne oddaljenosti se povečuje izbira po prevoznih sredstvih v prid avtomobila.

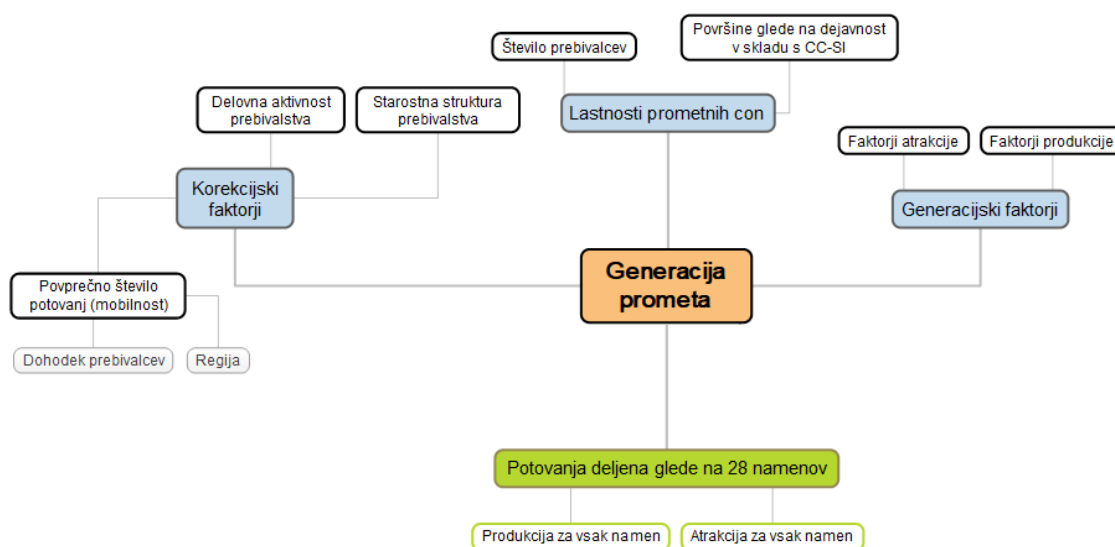
Končen izračun je namenjen okvirni oceni razporeda prihodov med prevoznimi sredstvi, saj se je potrebno zavedati, da na izbiro prevoznega sredstva vplivajo še številni drugi faktorji (vreme, stanje okoliške infrastrukture, konfiguracija terena...), ki jih je težko ovrednotiti.

7.2 Orodje na ravni prometnega modela

Izdelano orodje je primerno za izračun generacije v prometnih modelih. Uporaba je smiselna za modele, ki v prvem koraku zahtevajo izračun generacije potovanj. Za preostale modele, ki generacije prometa ne vključujejo v prvem koraku, pa lahko orodje služi kot referenčna vrednost, s katero se preverja produkcije in atrakcije.

Vsa potovanja so v orodju razdeljena na 26 različnih namenov, katerih generacijski faktorji so določeni s pomočjo Ankete o potovalnih navadah (PNZ, 2016). V tej je zabeležen delež posamezne skupine prebivalcev, ki opravi na vsakodnevni ravni vsako od 28 kategoriziranih poti.

Zahtevani vhodni podatki za izračun generiranih potovanj temeljijo na številu prebivalcev in površinah glede na posamezne dejavnosti. V osnovi sta za generacijo prometa pri izbrani metodi potrebna zgolj prej omenjena podatka, vendar je za točnejše rezultate priporočljivo upoštevati tudi nekatere korekcijske faktorje, kateri so podrobneje opisani v nadaljevanju.



Slika 16: Shema delovanja orodja na ravni prometnega modela

V orodju se vsaki prometni coni pripišejo lastnosti glede števila prebivalcev in površin glede na različne dejavnosti, ki se nahajajo znotraj cone. Nato se za vsakega od 28 namenov potovanj glede na generacijske faktorje določi atrakcijo in produkcijo cone za posamezen namen potovanja. Na ta način se pridobi celotno število potovanj, ki se zgodijo v posamezni prometni coni. To služi kot osnova za nadaljnje korake pri izdelavi prometnega modela, kjer se ta celota razporedi glede na prevozna sredstva in prometne cone med katerimi se potovanja zgodijo.

V spodnji preglednici so obrazloženi vsi nameni potovanj, kjer je podrobneje opisana tudi struktura prebivalstva, ki opravlja določene poti. S preglednico je pojasnjeno tudi kaj natančno vsak od obravnavanih parov potovanj zajema.

Preglednica 5: Opis potovanj po namenih

Št. poti	Izvor-cilj	Opis
1	Dom-Delo	Pot vseh prebivalcev, ki imajo zaposlitev na delovno mesto.
2	Dom-Šola	Pot šolarjev in staršev od doma v šolo.
3	Dom-Nakup	Pot vseh prebivalcev od doma v nakupe.
4	Dom-Poslovno	Pot zaposlenih od doma na cilj, ki je poslovne narave.
5	Dom-Opravitki	Pot od doma po opravkih (banka, urad, ambulanta...)
6	Dom-Rekreacija/Zabava	Pot od doma na rekreacijo (športne dvorane, fitnes...) ali z namenom zabave (bar, restavracija, prireditve...)
7	Dom-Obisk	Pot od doma na obisk k prijateljem, sorodnikom.
8	Dom-Ostalo	Vse poti od doma katerih cilj na splošno ni dovolj pogost, da bi bil posebej kategoriziran.
9	Delo-Dom	Vračanje iz delovnega mesta domov.
10	Delo-Poslovno	Pot zaposlenih iz delovnega mesta na cilj s poslovnim namenom.
11	Delo-Nakup	Pot zaposlenih iz delovnega mesta v nakupe.
12	Delo-Šola	Pot staršev iz delovnega mesta v šolo po otroke.
13	Delo-Rekreacija/Zabava	Pot zaposlenih iz delovnega mesta na rekreacijo (športne dvorane, fitnes...) ali družabne dejavnosti (bar, restavracija, prireditve...)
14	Delo-Ostalo	Pot zaposlenih iz delovnega mesta na cilj, ki ni dovolj pogost, da bi bil posebej kategoriziran.
15	Delo-Opravitki	Pot zaposlenih iz delovnega mesta po opravkih (banka, urad, ambulanta...)
16	Šola-Dom	Pot šolarjev in staršev iz šole proti domu.
17	Šola-Ostalo	Pot šolarjev in staršev iz šole na cilj, ki ni dovolj pogost, da bi bil posebej kategoriziran.
18	Šola-Delo	Pot staršev iz šole na delovno mesto.
19	Šola-Šola	Pot staršev, ki imajo več otrok med dvema izobraževalnima ustanovama npr. vrtec-šola.
20	Nakup-Ostalo	Pot iz trgovine na cilj, ki ni dovolj pogost, da bi bil posebej kategoriziran.
21	Nakup-Dom	Pot iz trgovine domov.
22	Rekreacija/Zabava-Dom	Pot iz rekreacije (športne dvorane, fitnes...) ali družabne dejavnosti (bar, restavracija, prireditve...) proti domu.
23	Rekreacija/Zabava-Ostalo	Pot iz rekreacije (športne dvorane, fitnes...) ali družabne dejavnosti (bar, restavracija, prireditve...) na cilj, ki ni dovolj pogost, da bi bil posebej kategoriziran.
24	Poslovno-Poslovno	Poslovna pot med enim in drugim poslovnim ciljem.
25	Poslovno-Dom	Pot iz poslovnega obiska proti domu.
26	Opravitki-Dom	Pot iz opravkov (banka, urad, ambulanta...) proti domu.
27	Opravitki-Ostalo	Pot iz opravkov (banka, urad, ambulanta...) na cilj, ki ni dovolj pogost, da bi bil posebej kategoriziran.
28	Ostalo-Ostalo	Pot za katero niti izbor, niti cilj nista dovolj pogosta, da bi bila kategorizirana.

Izračun produkcij in atrakcij

Vsi izračunani parametri generacije so določeni glede na slovensko povprečje, zato so pri vsakem namenu potovanja dodani še korekcijski faktorji, s katerimi je mogoče prilagoditi faktorje produkcije in atrakcije glede na lokalne razmere. Korekcijski faktorji so odvisni predvsem od stopnje delovne aktivnosti, starosti prebivalstva in njegove mobilnosti.

Spodnja preglednica prikazuje generacijske faktorje, attribute produkcije in atrakcije ter korekcijske faktorje. Vsak od 28 namenov potovanj ima različne prej omenjene parametre.

Preglednica 6: Faktorji in atributi produkcije potovanj glede na namen poti

	Produkcija potovanj							
		Produksijski faktor						
Št. poti	Opis poti	Zaposleni	Šolarji	Upokojenci	Ostali	Atribut produkcije	Korekcijski atribut	
1	Dom-Delo	0.610	0.171	0.020	0.060	Zaposleni	Delež aktivnih	0.400
2	Dom-Šola	0.171	0.470	0.066	0.234	Šolarji, starši	Delež starih pod 24	0.234
3	Dom-Nakup	0.104	0.084	0.339	0.288	Prebivalci 14+	Mobilnost	2.97
4	Dom-Poslovno	0.042	0.007	0.022	0.020	Prebivalci 14+	Delež aktivnih	0.400
5	Dom-Opravki	0.103	0.094	0.246	0.188	Prebivalci 14+	Mobilnost	2.97
6	Dom-Rekreacija/Zabava	0.084	0.124	0.231	0.131	Prebivalci 14+	Mobilnost	2.97
7	Dom-Obisk	0.052	0.060	0.125	0.123	Prebivalci 14+	Mobilnost	2.97
8	Dom-Ostalo	0.058	0.074	0.022	0.083	Prebivalci 14+		
9	Delo-Dom	0.373	0.131	0.009	0.037	Površine delovnih mest		
10	Delo-Poslovno	0.053	0.010	0.000	0.006	Površine delovnih mest		
11	Delo-Nakup	0.099	0.010	0.004	0.011	Površine delovnih mest		
12	Delo-Šola	0.068	0.000	0.004	0.003	Površine delovnih mest		
13	Delo-Rekreacija/Zabava	0.042	0.017	0.005	0.000	Površine delovnih mest		
14	Delo-Ostalo	0.029	0.003	0.000	0.000	Površine delovnih mest		
15	Delo-Opravki	0.052	0.007	0.002	0.003	Površine delovnih mest		
16	Šola-Dom	0.114	0.352	0.052	0.188	Površine šol		
17	Šola-Ostalo	0.084	0.252	0.066	0.154	Površine šol		
18	Šola-Delo	0.107	0.007	0.002	0.000	Površine šol		
19	Šola-Šola	0.054	0.044	0.038	0.080	Površine šol		
20	Nakup-Ostalo	0.100	0.060	0.280	0.231	Prodajne površine		
21	Nakup-Dom	0.195	0.138	0.195	0.228	Prodajne površine		
22	Rekreacija/Zabava-Dom	0.104	0.131	0.100	0.105	Površine zabava/rekreacija, delovna mesta III sektor		
23	Rekreacija/Zabava-Ostalo	0.063	0.107	0.161	0.085	Površine zabava/rekreacija, delovna mesta III sektor		
24	Poslovno-Poslovno	0.078	0.017	0.000	0.009	Površine delovnih mest		
25	Poslovno-Dom	0.059	0.010	0.018	0.020	Površine delovnih mest		
26	Opravki-Dom	0.146	0.094	0.206	0.205	Delovna mesta III in IV sektor		
27	Opravki-Ostalo	0.095	0.101	0.201	0.142	Delovna mesta III in IV sektor		
28	Ostalo-Ostalo	0.233	0.416	0.238	0.282	Prebivalci, delovna mesta		

Produksijski faktorji potovanj, ki imajo za izvor dom temeljijo na številu in strukturi prebivalcev, produksijski faktorji ostalih potovanj pa na površinah posameznih dejavnosti. Vsak produksijski faktor oz. generacijski faktor je izračunan na podlagi povprečnega števila potovanj, ki jih posamezna skupina prebivalstva opravi za določen namen. Izračun je prikazan z naslednjo enačbo.

$$g_{ik} = \frac{T_{ik}}{N_k} \quad (9)$$

V enačbi g_{ik} predstavlja generacijski faktor k-te skupine prebivalstva za i-ti namen potovanja. T_{ik} je vsota vseh potovanj, ki jih je k-te skupina opravila za i-ti namen, N_k pa predstavlja število vseh prebivalcev k-te skupine. Število prebivalcev po posameznih skupinah in skupno število potovanj po namenih je pridobljeno iz rezultatov ankete po gospodinjstvih (PNZ, 2016).

Korekcijski faktorji so določeni samo za potovanja od doma, kjer so na voljo podatki o strukturi, mobilnosti in aktivnosti prebivalstva. Za odhode, na primer iz dela, teh faktorjev ni smiselno upoštevati, saj je že samo število oseb na delu določeno glede na produkcijo poti dom-delo, pri kateri se upošteva korekcijski faktor delovno aktivnih.

$$P_j = \sum_{i=1}^{24} g_i p_i \frac{k_i}{k_0} \quad (9)$$

Produkcija j-te cone P_j je vsota produkcij potovanj za vsakega od 28 namenov. Produkcija je odvisna od odvisne spremenljivke p_i , ki predstavlja količino atributa, ki generira potovanja (prebivalci, površine..) in neodvisne spremenljivke, generacijskega faktorja g_i , s katerim se faktorira atribut produkcije. Z razmerjem korekcijskih atributov, se prilagodi produkcijo potovanj glede na lokalne socio-ekonomske razmere, pri čemer je k_i atribut cone, k_0 pa predstavlja slovensko povprečje vrednosti.

Preglednica 7: Faktorji in atributi atrakcije potovanj glede na namen poti

Atrakcija potovanj								
Št. poti	Opis poti	Atraksijski faktor				Atribut atrakcije	Korekcijski atribut	
		Zaposleni	Šolarji	Upokojenci	Ostali			
1	Dom-Delo	0.610	0.171	0.020	0.060	Površine delovnih mest		
2	Dom-Šola	0.171	0.470	0.066	0.234	Površine šol		
3	Dom-Nakup	0.104	0.084	0.339	0.288	Prodajne površine		
4	Dom-Poslovno	0.042	0.007	0.022	0.020	Površine delovnih mest		
5	Dom-Opravi	0.103	0.094	0.246	0.188	Delovna mesta III in IV sektor		
6	Dom-Rekreacija/Zabava	0.084	0.124	0.231	0.131	Površine zabava/rekreacija, delovna mesta III sektor		
7	Dom-Obisk	0.052	0.060	0.125	0.123	Prebivalci		
8	Dom-Ostalo	0.058	0.074	0.022	0.083	Prebivalci, delovna mesta		
9	Delo-Dom	0.373	0.131	0.009	0.037	Prebivalci 14+	Delež aktivnih	0.400
10	Delo-Poslovno	0.053	0.010	0.000	0.006	Površine delovnih mest		
11	Delo-Nakup	0.099	0.010	0.004	0.011	Prodajne površine		
12	Delo-Šola	0.068	0.000	0.004	0.003	Površine šol		
13	Delo-Rekreacija/Zabava	0.042	0.017	0.005	0.000	Površine zabava/rekreacija, delovna mesta III sektor		
14	Delo-Ostalo	0.029	0.003	0.000	0.000	Prebivalci, delovna mesta		
15	Delo-Opravi	0.052	0.007	0.002	0.003	Delovna mesta III in IV sektor		
16	Šola-Dom	0.114	0.352	0.052	0.188	Prebivalci	Delež starih pod 24	0.234
17	Šola-Ostalo	0.084	0.252	0.066	0.154	Prebivalci, delovna mesta		
18	Šola-Delo	0.107	0.007	0.002	0.000	Površine delovnih mest		
19	Šola-Šola	0.054	0.044	0.038	0.080	Površine šol		
20	Nakup-Ostalo	0.100	0.060	0.280	0.231	Prebivalci, delovna mesta		
21	Nakup-Dom	0.195	0.138	0.195	0.228	Prebivalci 14+	Mobilnost	2.97
22	Rekreacija/Zabava-Dom	0.104	0.131	0.100	0.105	Prebivalci	Mobilnost	2.97
23	Rekreacija/Zabava-Ostalo	0.063	0.107	0.161	0.085	Prebivalci, delovna mesta		
24	Poslovno-Poslovno	0.078	0.017	0.000	0.009	Površine delovnih mest		
25	Poslovno-Dom	0.059	0.010	0.018	0.020	Prebivalci 14+	Delež aktivnih	0.400
26	Opravi-Dom	0.146	0.094	0.206	0.205	Prebivalci 14+	Mobilnost	2.97
27	Opravi-Ostalo	0.095	0.101	0.201	0.142	Prebivalci, delovna mesta		
28	Ostalo-Ostalo	0.233	0.416	0.238	0.282	Prebivalci, delovna mesta		

Atrakcijski faktorji so izračunani na podoben način kot produkcijski. Razlika je v tem, da se pri atrakciji določa število potovanj katerih cilj je izbrana prometna cona, pri produkciji pa število potovanj katerih izvor je izbrana prometna cona.

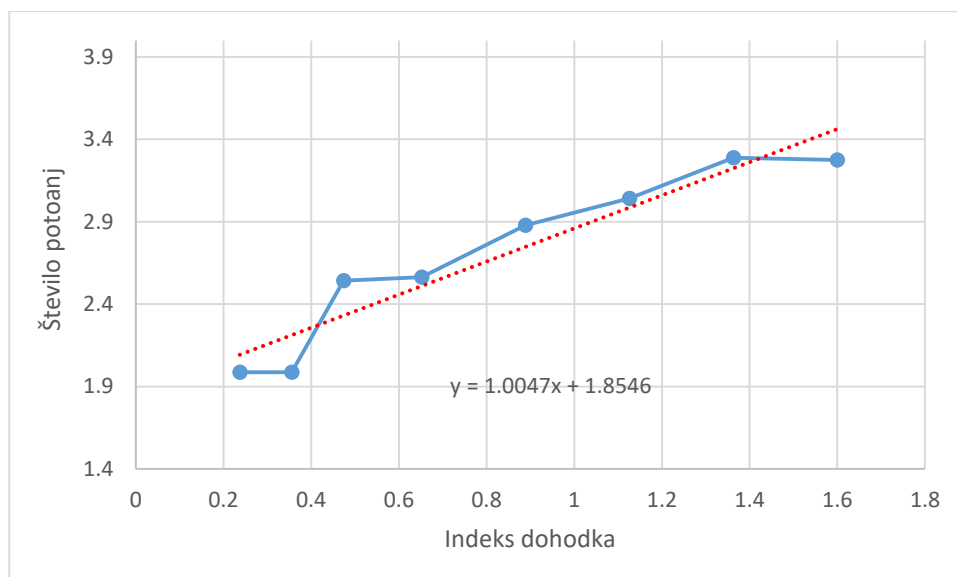
$$A_j = \sum_{i=1}^{24} g_i a_i \frac{k_i}{k_0} \quad (10)$$

Atrakcija j-te cone P_j je vsota atrakcij potovanj za vsakega od 28 namenov. Atrakcija je odvisna od odvisne spremenljivke a_i , ki predstavlja količino atributa, ki privablja potovanja (prebivalci, površine..) in neodvisne spremenljivke, generacijskega faktorja g_i , s katerim se faktorira atribut atrakcije.

Korekcijski faktorji so pri atrakcijah prisotni zgolj za potovanja, ki imajo kot cilj dom, saj za ta cilj poznamo strukturo prebivalstva. Za preostala potovanja z obstoječimi podatki namreč ni mogoče določiti strukture prebivalstva, ki opravlja določeno pot. Na primer za pot dom-delo ni mogoče vedeti iz katerih con in v kolikšnem številu prihajajo osebe na delo v obravnavano cono, zato tudi ne moremo oceniti njihove strukture. Ta podatek je na voljo šele po izračunu distribucije potovanj v prometnem modelu.

V principu mora biti število atrakcij in produkcij posamezne cone enako, vendar se pri dejanskem izračunu vrednosti lahko nekoliko razlikujejo. Razlogi so lahko v različnih zbirkah socio-ekonomskih podatkov, ki pri nadaljnji uporabi prikažejo odstopanja v številu potovanj.

Upoštevanje vpliva višine dohodka na mobilnost



Grafikon 8: Zveza med številom potovanja in višino dohodka

Na zgornjem grafikonu so prikazani rezultati iz vrednotenja iz ankete o potovalnih navadah po gospodinjstvih, kjer so bili na voljo podatki o dohodkih gospodinjstev in povprečnem številu potovanj. Na grafikonu je prikazana ugotovljena zveza med številom potovanj, ki jih posameznik opravi v enem dnevu in indeksom dohodka glede na povprečen dohodek v Sloveniji.

Število potovanj se pri določeni ravni dohodka preneha povečevati in se ustali na približno 3,3 potovanja na dan. Dohodek torej vpliva na število potovanj le v določenem razponu dohodkov, same linearne funkcije pa ne moremo ekstrapolirati, saj bi potem dobili nerealno povečanje števila potovanj na osebo. Osebe z zelo nizkimi dohodki bi potem opravile skoraj nič potovanj, medtem ko bi tiste z visokimi dohodki teoretično opravile tudi več kot 10 dnevnih potovanj.

Vpliv regije na mobilnost

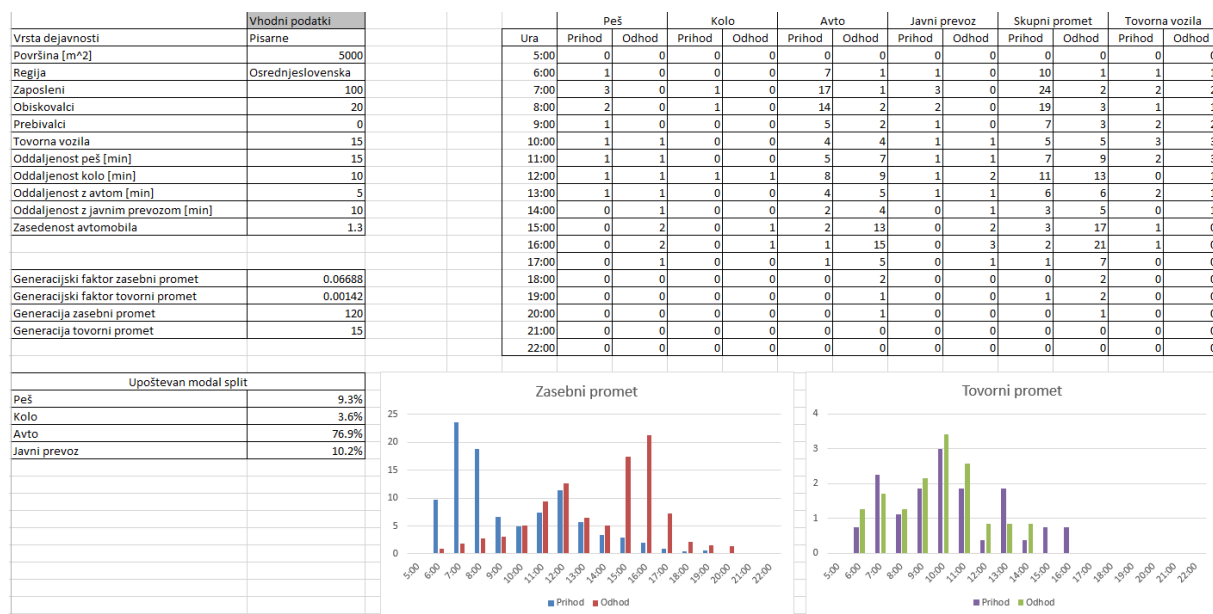
V različnih regijah kakor tudi občinah znotraj njih se potovalne navade prebivalstva lahko razlikujejo. V makroskopskih modelih je zato smiselno upoštevati tudi vpliv lokacije prometne cone na generacijo prometa. V občinah, ki so na primer slabše vpete v prometne sisteme, je v povprečju pričakovati manjše število potovanj, saj je veliko atrakcij slabo dostopnih in jih prebivalci zato izberejo manj pogosto.

Korekcijski faktorji, ki so navedeni v preglednicah produkcij in atrakcij so izračunani glede na podatke pridobljene s strani statističnega urada in ankete o potovalnih navadah ter predstavljajo obteženo povprečje vrednosti na ravni Slovenije. Za posamezne prometne cone so podatki na voljo na ravni občin in regij, kar zadostuje za uporabo pri večjih conah. V primeru con, ki so manjše od občin so privzete lastnosti občine v kateri se nahajajo, lahko pa se uporabijo tudi rezultati anket, ki so morebiti bile izvedene na območju, ki je predmet obdelave.

8 PREDSTAVITEV REZULTATOV

8.1 Generacija prometa na ravni posamezne lokacije

8.1.1 Uporabniški vmesnik za izračun prihodov in odhodov



Slika 17: Izgled uporabniškega vmesnika za izračun prihodov in odhodov

Samo orodje za izračun generacije prometa ter nadaljnje določitve prihodov in odhodov je izdelano v Excelu. Na ta način je zagotovljen enostaven vpogled v same izračune in ohranja vse možnosti za prilagoditev orodja po lastni meri. Za izvedbo izračuna mora uporabnik vnesti podatke, ki so predstavljeni v spodnji preglednici.

Preglednica 8: Faktorji in atributi atrakcije potovanj glede na namen poti

Zahtevan vhodni podatek	Uporaba
Vrsta dejavnosti	Orodje glede na izbrano dejavnost iz podatkovne zbirke prebere ustrezne urne razporede, generacijski faktor in tipična izbira prevoznega sredstva.
Površina	Na podlagi površine se v kombinaciji z generacijskim faktorjem izračuna skupna generacija za zasebni in tovorni promet.
Regija	Glede na izbrano regijo se preberejo podatki o povprečnem številu potovanj in tipični izbiri prevoznega sredstva regije.
Oddaljenost (peš, kolo, avto, javni prevoz)	Za vsako prevozno sredstvo se vnese oddaljenost od bližnjih gosteje poseljenih območij. Glede na vnesene vrednosti se izračuna verjetnost izbire posameznega prevoznega sredstva
Zasedenost avtomobila	Vrednost vpliva na število prihodov in odhodov z avtomobilom.

Uporabnik vnaša in pridobiva vse rezultate na enem samem mestu, medtem ko se sami podatki za izračun nahajajo v drugih zavihkih.

Rezultati so zabeleženi v preglednici in grafično predstavljeni z grafikoni. Preglednica vsebuje število prihodov in odhodov za vsako prevozno sredstvo za zasebno rabo (peš, kolo, avto, javni prevoz) in za tovorna vozila.

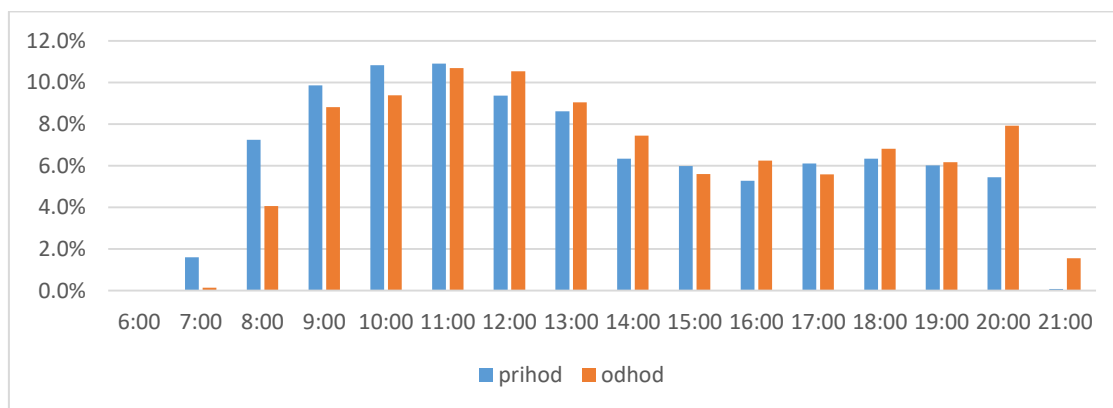
Uporabnik lahko vnese dodatne informacije, ki so mu na voljo, če jih nima pa se upoštevajo vrednosti izračunane na podlagi obstoječe baze podatkov, ki je na voljo v orodju. Med vhodne podatke, ki niso obvezni za izračun spadajo vrednosti o številu prebivalcev, zaposlenih, obiskovalcev in tovornih vozil. Če so te podatki na voljo, nadomestijo vrednosti izračunane z uporabo generacijskih faktorjev, kar lahko prispeva k točnejšem izračunu količini prometa.

8.1.2 Urne razporeditve po izbranih dejavnostih

Na podlagi obdelanih števnih podatkov glede na posamezne dejavnosti, sem pripravil urne porazdelitve prihodov in odhodov. Vrednosti so prikazane v deležu prometa v vsaki uri glede na celoten dan. Kot zasebni promet so v prikazih smatrani vsi odhodi in prihodi oseb ne glede na prevozno sredstvo. Upoštevani so pešci, kolesarji in vozniki avtomobilov vključno s sopotniki, katerih število je ocenjeno na podlagi zasedenosti avtomobila po namenu potovanja. Pri dejavnosti, ki generirajo tudi tovorni promet je ta analiziran ločeno.

V nadaljevanju so prikazani zgolj urni razporedi nekaterih dejavnosti, ki spadajo med bolj pogoste cilje ali izvore potovanj. Poleg izračunanih urnih razporedov so opisane različne ugotovitve glede specifične posameznih dejavnosti. Vsi predstavljeni rezultati prikazujejo urni razpored prihodov in odhodov na povprečni delovni dan.

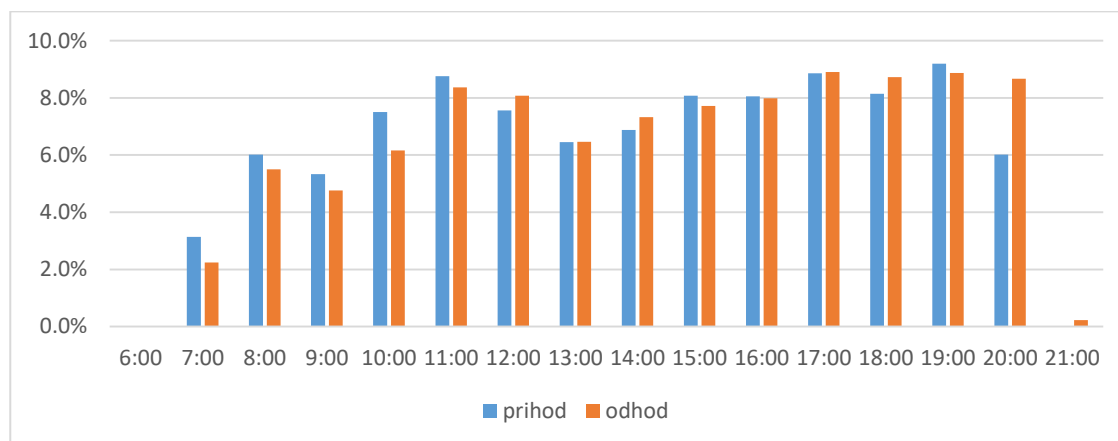
- Nakupovalni center



Grafikon 9: Urni razpored prometa za nakupovalni center

Zbrani rezultati kažejo na dejstvo, da je v dopoldanskem času ustvarjenega več prometa kot v popoldanskem. Konica je dosežena okrog 11. ure. Glavnina prometa se ustvari v času izven običajnih prometnih konic na cestnem omrežju. Največ prihodov in odhodov se namreč zgodi med 11. in 12. uro.

- Trgovina



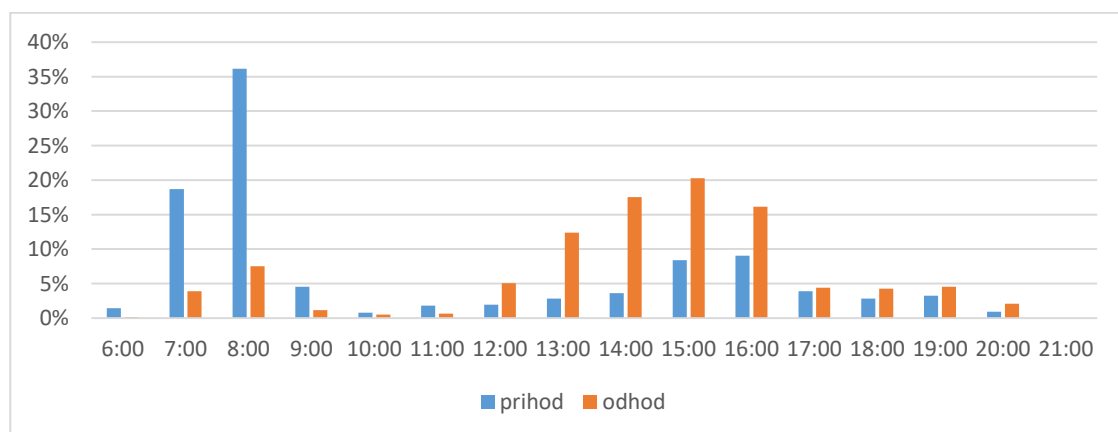
Grafikon 10: Urni raspored prometa za trgovino

V primerjavi z nakupovalnimi centri je promet v trgovinah tekom dneva bolj enakomerno porazdeljen. Trgovska dejavnost je ena od najintenzivnejših generatorjev prometa, če jo primerjamo z ostalimi dejavnostmi glede na površino. Večina trgovin namreč ustvari en prihod na vsake dva kvadratna metra uporabne površine, generacijski faktor torej znaša 0,5 prihoda/m². Pri večini ostalih dejavnosti so te faktorji nekajkrat nižji.

Preglednica 9: Primerjava generacijskih faktorjev med izbranimi dejavnostmi

Dejavnost	Generacijski faktor [prihodi/dan/m ²]
Trgovski center	0,504
Pisarne	0,069
Industrija	0,047

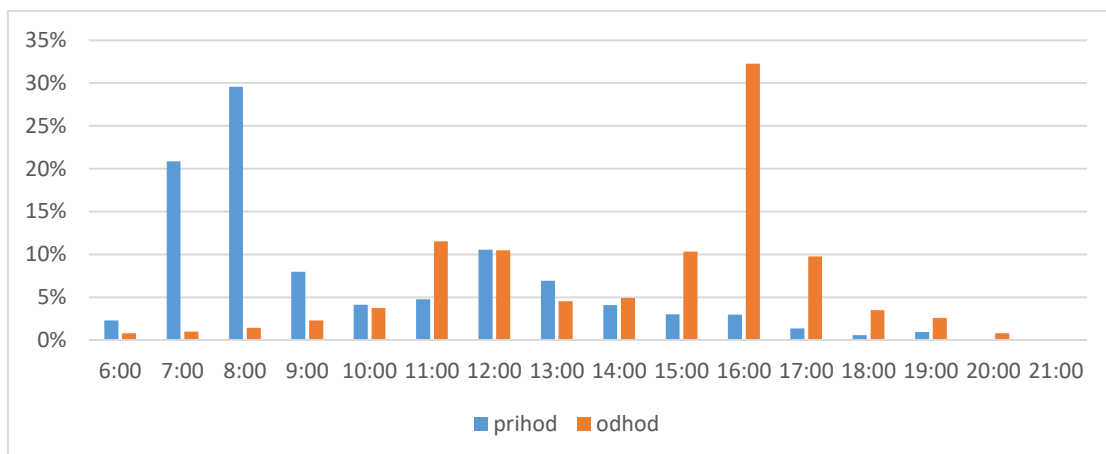
- Šola



Grafikon 11: Urni raspored prometa za osnovne šole

Prihodi v šolo so strnjeni v 7. in 8. uri, medtem ko so odhodi v dopoldanskem času bolj razpršeni. Raspored določa predvsem šolski urnik, ki se v popoldanskem delu razlikuje po dolžini glede na razrede, zaradi česar je raspored odhodov takrat manj zgoščen.

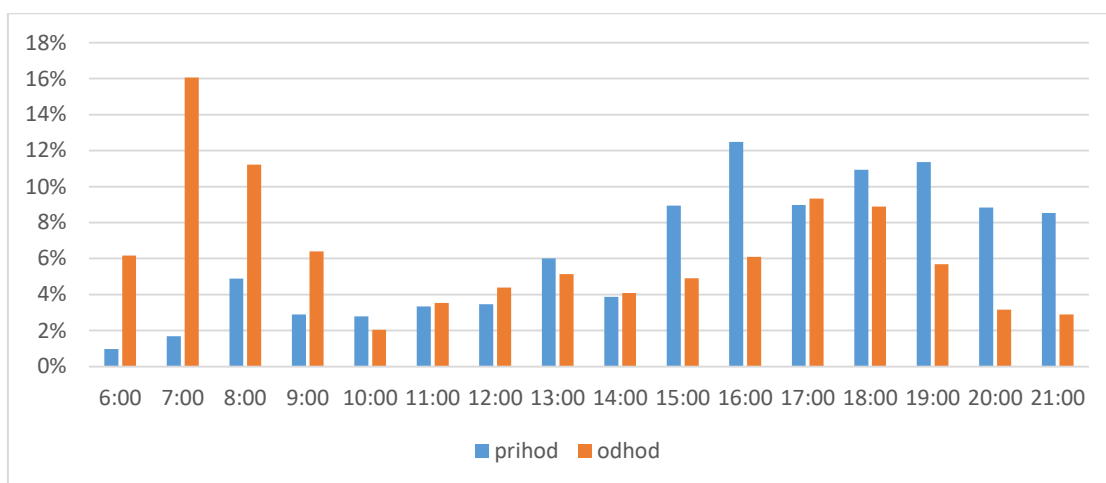
- Pisarniška dejavnost



Grafikon 12: Urni razpored prometa za pisarniško dejavnost

Pri pisarniški dejavnosti sta pričakovano zelo izraziti jutranja in popoldanska konica znotraj katerih se generira večina dnevnega prometa. Tekom dneva je opazen tudi manjši porast prometa v opoldanskem času, ko so prisotni odhodi na malico.

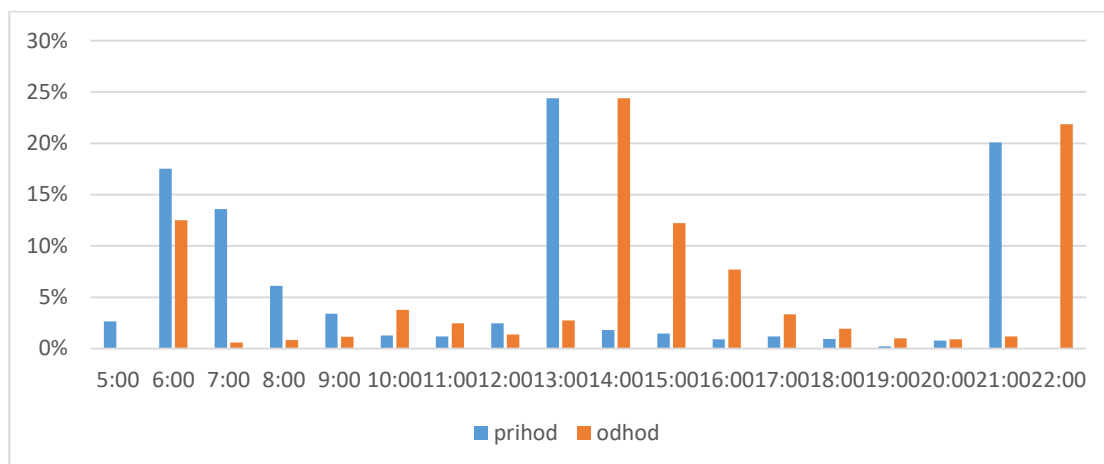
- Stanovanja



Grafikon 13: urni razpored prometa za stanovanja

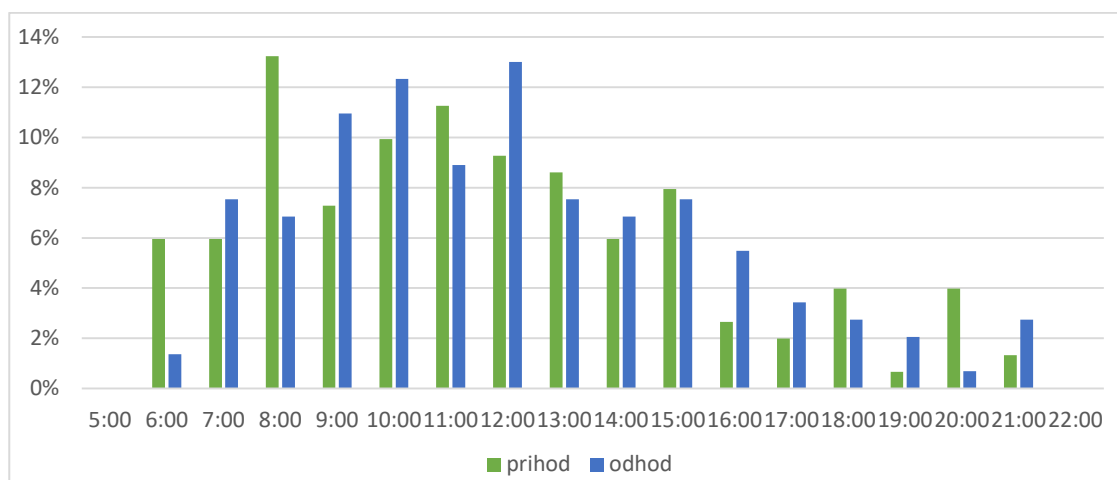
Odhodi so v jutranjem času dokaj zgoščeni in so posredni indikator jutranje konice na prometnem omrežju, saj večina generiranih potovanj v jutranjem času izvira prav na domu. Prihodi nazaj domov so v popoldanskem času dosti bolj razpršeni kot odhodi v jutranjem času.

- Industrijska dejavnost



Grafikon 14: Urni razpored prometa za industrijsko dejavnost

Zasebni promet ima pri industriji zelo izrazite konice, odhodi in prihodi zaposlenih so manj razpršeni kot pri ostalih dejavnostih. Na zgornjem grafu je prikazan urni razpored za industrijo s tremi izmenami pri čimer so prihodi in odhodi jutranje izmene najbolj razpršeni, saj vključujejo tudi vodstvo in pisarniške delavce katerih delovnik je manj strogo določen. V obdobju med izmenami je drugače relativno malo zasebnega prometa.



Grafikon 15: Urni razpored tovarnega prometa za industrijsko dejavnost

Pri industrijski dejavnosti je ustvarjenega dosti več tovarnega prometa na zaposlenega kot pri ostalih dejavnostih. Pri dejavnostih, ki generirajo tovarni promet je značilna konica med 8. in 12. uro, katere razlog je predvsem v delovnikih in dejstvu, da si večina podjetij želi dostave v dopoldanskem času, da imajo nato še v istem dnevu čas obdelati, skladiščiti ali uporabiti dostavljeno blago.

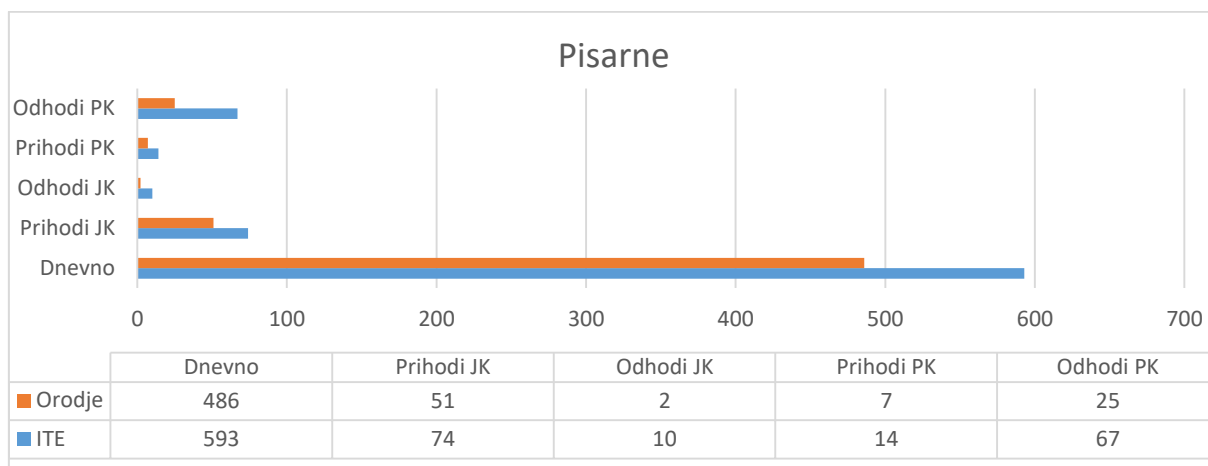
8.1.3 Primerjava generacije prometa z ostalimi orodji

Direktna primerjava za več dejavnosti ni mogoča, saj so v obstoječih orodjih za katere sem uspel pridobiti podatke podane zgolj vrednosti za motorni promet. Sam sem namreč beležil vse prihode in odhode, kar je težko primerjati s prihodi avtomobilov. Če bi primerjal zgolj avtomobile, to spet ne bi dalo ustrezne primerjave, saj ni podatkov o izbiri prevoznega sredstva, ki vpliva na število avtomobilov.

Glede na prej omenjena dejstva je opravljena primerjava z nekaterimi predhodno obravnavanimi orodji, pri čemer je poudarek na razlikah v številu osebnih vozil na dnevni ravni. Primerjava je zgolj okvirna, saj lahko že sama zasedenost avtomobila poda tudi do 20 % višje ali nižje vrednosti.

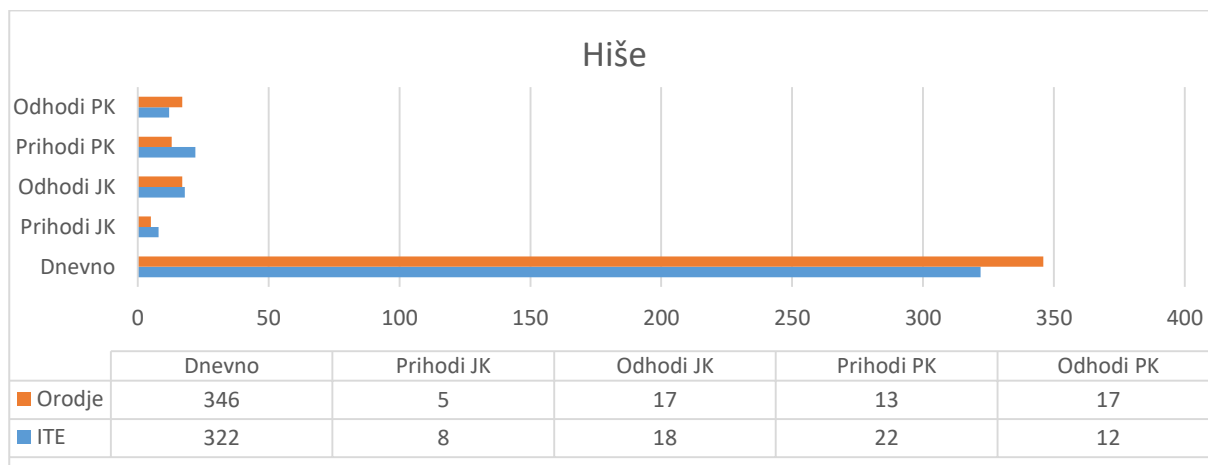
Primerjava z ITE

V naslednjih primerjavah so prikazani rezultati izračunani po priročniku ITE in z uporabo lastnega orodja. Pri lastnem orodju je v odvisnosti od dejavnosti upoštevana ustrezna izbira prevoznega sredstva in povprečna zasedenost vozila. V vseh primerih je upoštevana površina 5000 m², kar omogoča tudi primerjavo med različnimi dejavnostmi. Pri izračunih z lastnim orodjem je za jutranjo konico izbrana 7. ura, za popoldansko pa 15. ura.



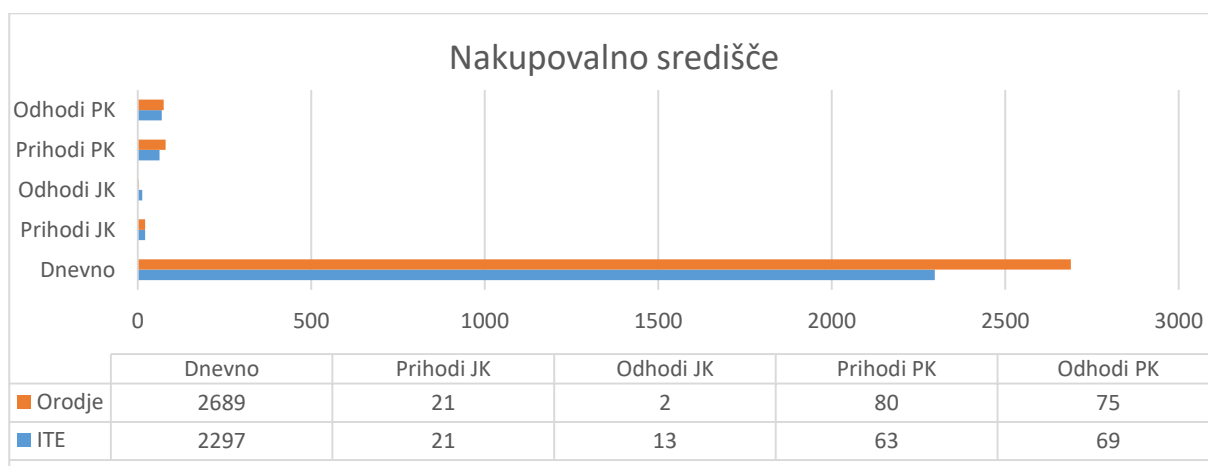
Grafikon 16: Primerjava prometa za pisarniške dejavnosti

Za pisarniške dejavnosti je po metodi ITE napoved prometa na dnevni ravni višja za več kot 20 %. Glede na ameriške razmere, se očitno pri enaki kvadraturi očitno generira več prometa.



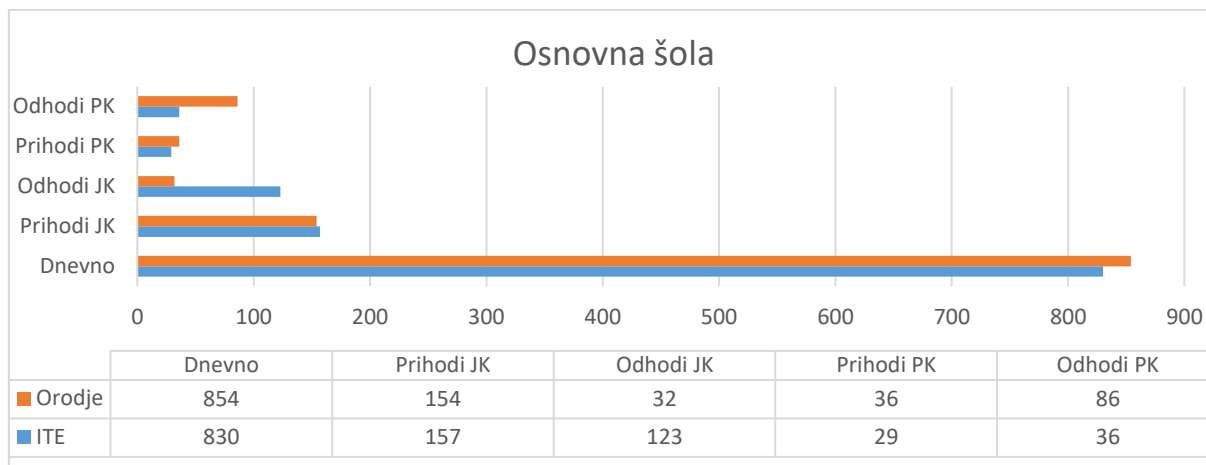
Grafikon 17: Primerjava prometa za soseško hiš

Z lastnim orodjem je bilo na dnevni ravni izračunanih 7 % več potovanj. Razlike se lahko pojavljajo zaradi odstopanj pri meritvi površin ali pa zaradi drugačnega povprečnega števila prebivalcev na gospodinjstvo.



Grafikon 18: Primerjava prometa za nakupovalno središče

Z lastnim orodjem je izračunana generacija prometa za 17 % višja. Razlike se lahko pojavijo predvsem zaradi načina določevanja površin, ki so namenjene za samo nakupovalno središče in same gostote dejavnosti znotraj nakupovalnega središča. Pri obeh metodah je opazno, da se v koničnih urah ustvari dokaj majhen delež celodnevne prometa.



Grafikon 19: Primerjava prometa za osnovno šolo

Pri potovanjih, ki jih generira osnovna šola je upoštevano, da je povprečna zasedenost avtomobila večja kot pri ostalih potovanjih in znaša 1,8, saj se v avtu praviloma vozita starš in otrok. Delež izbire avtomobila kot prevoznega sredstva je 74 % in je manjši kot pri ostalih namenih. Na dnevni ravni so izračunane vrednosti povsem primerljive.

Na dnevni ravni so rezultati po obeh metodah skoraj enaki. Večje razlike se pojavijo le pri nekaterih konicah, saj so te odvisne tudi od koničnih ur na bližnjih cestah. Iz primerjave lahko sklepam, da orodje na mikroskopski ravni daje logične rezultate in je primerno za praktično uporabo pri napovedih.

Primerjava z raziskovalno nalogo Urbanistični normativi za urejanje mirujočega prometa (PTI, 2003)

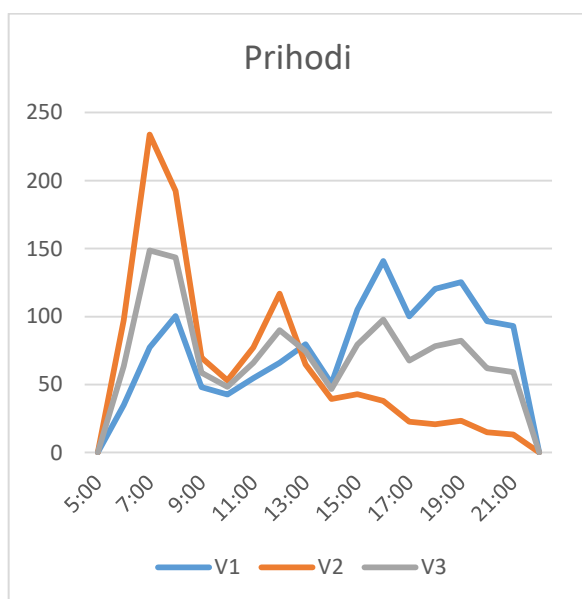
V raziskovalni nalogi so na podlagi anket ter štetij motornega prometa in obiskovalcev na posameznih lokacijah bili določeni generacijski faktorji za nekatere dejavnosti. S pomočjo tega so nato ugotovili kakšno je povpraševanje po parkirnih površinah v odvisnosti od rabe prostora in rezultate uporabili v sklopu predloga za parkirne normative.

Za trgovsko dejavnost je v nalogi predstavljen izračun povpraševanja pridobljen iz štetja obiskovalcev. Trgovina s površino 8660 m² je na dnevni ravni privabila 4147 obiskovalcev in ima generacijski faktor 0,479 prihodov/m². V lastnem orodju sem za trgovsko dejavnost izračunal generacijski faktor 0,504 prihodov/m², kar potrjuje smiselnost rezultatov. 5 % razlika v vrednosti je prisotna zaradi povečanja števila potovanj z namenom nakupa, saj se je v obdobju med 2003 in 2017 povpraševanje zagotovo povečalo.

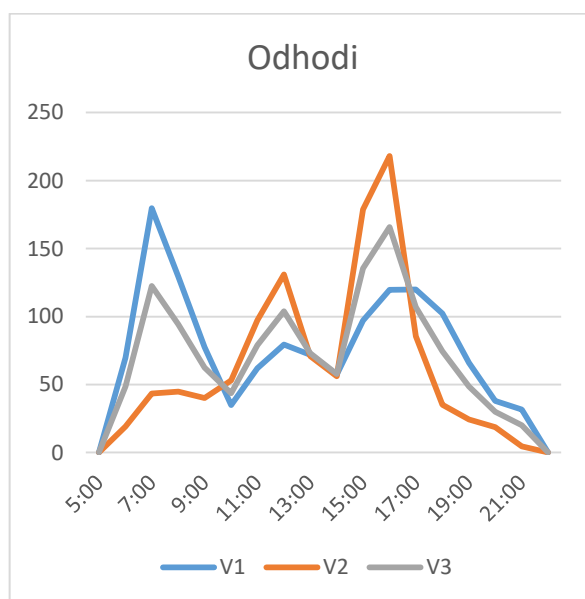
8.1.4 Primer uporabe

Orodje je bilo za napoved generacije prometa že uporabljeno v prometni študiji za potrebe OPPN Parmova v Ljubljani. V sklopu študije so bili opravljeni izračuni števila prihodov in odhodov z osebnimi vozili zaradi na novo predvidenih poslovnih in stanovanjskih površin na območju OPPN. Rezultati napovedanega prometa so bili nato upoštevani v prometnem modelu, ki je služil za analizo prometnih tokov na širšem območju Parmove ulice v prihodnjem stanju.

Kot pomembna prednost modela se je izkazala možnost izračuna urnih razporedov prihodov in odhodov, s pomočjo katerih je bil določen vpliv na promet v času jutranje in popoldanske konice. Za OPPN so bile preverjene različne variante obsega poslovnih in stanovanjskih površin, pri katerih so bile s pomočjo orodja ugotovljene razlike pri vplivu na prometne obremenitve. Ugotovljeno je bilo, da ima velik delež poslovnih površin najbolj neugoden vpliv na obremenitve v času konic. Uravnotežena kombinacija stanovanjskih in poslovnih površin se je izkazala za najbolj ugodno, saj je bil zanjo izračunan najbolj enakomeren urni raspored prometa ter razmerje prihodov in odhodov.



Grafikon 20: Primerjava prihodov po variantah za OPPN



Grafikon 21: Primerjava odhodov po variantah za OPPN

Na zgornjih grafikonih je prikazana primerjava razporeda prihodov in odhodov za tri variante preverjene za predlog OPPN. Pri V1 je upoštevan maksimalen delež stanovanjskih površin, pri V2 maksimalen delež poslovnih površin, pri V3 pa uravnotežena kombinacija.

8.2 Generacija prometa na ravni prometnega modela

8.2.1 Uporabniški vmesnik za izračun produkcij in atrakcij

Vhodni podatki																							Generacija potovanj na delovni dan			
Št. cone	Regija	Občina	Prebivalci	Zaposleni	Šolarji	Upokojeanci	Ostali	DM_total	DM_I	DM_II	DM_III	DM_IV	Delež 65+	Aktivni	Delež 24-	Mobilnost	I sektor [m²]	II sektor [m²]	III sektor [m²]	IV sektor [m²]	Sole [m²]	Prodajalne bave [m²]	Rekreacija/bave [m²]	Produkcija	Atraktivnost	
10010	Osejnj	Ljubljana	342	135	84	63	60	810	0	1	249	560	0.183	0.395	0.245	3.09	266	112	7841	17375	17375	1740	1780	7465	6455	
10020	Osejnj	Ljubljana	590	233	145	108	104	1090	0	2	751	336	0.183	0.395	0.245	3.09	0	162	23683	10443	2469	1461	3576	4891	4824	
10030	Osejnj	Ljubljana	809	320	198	148	143	1409	0	14	312	1083	0.183	0.395	0.245	3.09	54	1270	9834	33632	24128	3637	1999	11539	10231	
10040	Osejnj	Ljubljana	498	197	122	91	88	1699	0	56	1194	450	0.183	0.395	0.245	3.09	0	5072	37636	13964	9421	9747	11631	10132	9216	
10050	Osejnj	Ljubljana	755	298	185	138	133	490	0	0	143	347	0.183	0.395	0.245	3.09	78	0	4513	10769	2932	473	151	3103	3108	
10060	Osejnj	Ljubljana	128	51	31	23	23	1499	0	5	760	734	0.183	0.395	0.245	3.09	326	457	23958	22774	695	6990	4940	5499	5329	
10070	Osejnj	Ljubljana	139	55	34	25	25	746	0	2	637	107	0.183	0.395	0.245	3.09	26	144	20088	3321	0	3675	4897	3214	3061	
10080	Osejnj	Ljubljana	753	297	185	138	133	2332	0	2	1328	902	0.183	0.395	0.245	3.09	511	160	41861	27994	4824	5045	2342	9020	8856	
10090	Osejnj	Ljubljana	1047	414	257	192	185	2357	0	12	2238	106	0.183	0.395	0.245	3.09	431	1141	70552	3295	0	9110	1425	9796	9657	
10100	Osejnj	Ljubljana	178	70	44	33	31	121	0	1	118	1	0.183	0.395	0.245	3.09	159	71	3732	40	0	944	1363	863	838	
10110	Osejnj	Ljubljana	567	224	139	104	100	1398	0	4	302	1092	0.183	0.395	0.245	3.09	31	361	9530	33895	18577	170	84	8956	8133	
10120	Osejnj	Ljubljana	457	180	112	84	81	11401	0	2	1902	9497	0.183	0.395	0.245	3.09	309	157	59965	294808	20586	3709	651	31085	32163	
10130	Osejnj	Ljubljana	1130	446	277	207	199	858	0	91	240	527	0.183	0.395	0.245	3.09	247	8286	7565	16361	7673	1479	524	5891	5696	
10140	Osejnj	Ljubljana	1269	501	311	233	224	301	0	7	98	196	0.183	0.395	0.245	3.09	1252	640	3076	6091	5895	313	960	4292	4149	
10150	Osejnj	Ljubljana	729	288	179	134	129	961	0	4	248	709	0.183	0.395	0.245	3.09	106	399	7823	22006	0	573	679	3344	3620	
10160	Osejnj	Ljubljana	644	254	158	118	114	362	0	2	216	144	0.183	0.395	0.245	3.09	109	169	6812	4484	4484	2720	1814	3654	3376	
10170	Osejnj	Ljubljana	894	353	219	164	158	620	0	2	180	438	0.183	0.395	0.245	3.09	47	188	5665	13610	9017	57	725	5232	4902	
10180	Osejnj	Ljubljana	634	250	155	116	112	295	0	41	150	105	0.183	0.395	0.245	3.09	87	3711	4720	3255	771	514	297	1950	2028	
10190	Osejnj	Ljubljana	1696	670	416	311	299	983	0	105	498	381	0.183	0.395	0.245	3.09	598	9557	15694	11817	5048	2976	1380	6796	6764	
10200	Osejnj	Ljubljana	1347	532	330	247	238	107	0	0	99	8	0.183	0.395	0.245	3.09	112	13	3106	250	0	552	236	2410	2607	
10210	Osejnj	Ljubljana	691	273	169	127	122	636	0	11	325	299	0.183	0.395	0.245	3.09	150	1039	10252	9296	8678	0	4144	5252	4838	
10220	Osejnj	Ljubljana	1975	780	484	362	349	147	0	8	57	81	0.183	0.395	0.245	3.09	635	706	1811	2528	1936	383	647	3912	4110	
10230	Osejnj	Ljubljana	1147	453	281	210	203	9	0	1	7	1	0.183	0.395	0.245	3.09	523	81	211	41	0	81	0	1743	1927	
10240	Osejnj	Ljubljana	2425	958	594	445	428	891	1	37	494	360	0.183	0.395	0.245	3.09	1956	3365	15562	11178	4910	5895	1375	8157	8095	
10250	Osejnj	Ljubljana	2422	957	594	444	428	229	0	1	183	45	0.183	0.395	0.245	3.09	895	51	5774	1410	1187	355	129	4613	4930	
10260	Osejnj	Ljubljana	446	176	109	82	79	1540	0	656	624	260	0.183	0.395	0.245	3.09	115	59910	19669	8062	156	6140	1180	4841	5130	
10270	Osejnj	Ljubljana	1979	782	485	363	349	217	0	11	138	68	0.183	0.395	0.245	3.09	316	1015	4364	2096	2053	2161	636	4438	4555	
10280	Osejnj	Ljubljana	1287	508	315	236	227	573	1	74	227	271	0.183	0.395	0.245	3.09	2066	6768	7151	8410	8410	1246	876	5753	5467	
10290	Osejnj	Ljubljana	0	0	0	0	0	1126	0	630	493	2	0.183	0.395	0.245	3.09	7	57539	15538	75	0	2552	566	2708	2909	
10300	Osejnj	Ljubljana	218	86	53	40	38	1466	0	42	1020	404	0.183	0.395	0.245	3.09	0	3833	32149	12532	0	811	799	4314	4453	
10310	Osejnj	Ljubljana	1509	596	370	277	266	59	0	0	49	10	0.183	0.395	0.245	3.09	1	0	1534	307	307	392	63	2556	2767	
10320	Osejnj	Ljubljana	2376	938	582	436	419	385	0	4	212	169	0.183	0.395	0.245	3.09	8	392	6668	5252	4180	873	849	5825	5944	
10330	Osejnj	Ljubljana	1947	769	477	357	344	593	0	20	533	40	0.183	0.395	0.245	3.09	4	1858	16798	1235	1197	934	856	5083	5304	
10340	Osejnj	Ljubljana	1876	741	460	344	331	867	0	15	539	313	0.183	0.395	0.245	3.09	0	1354	16990	9721	3749	1377	1293	6321	6410	
10350	Osejnj	Ljubljana	308	122	75	56	54	1262	0	60	1065	136	0.183	0.395	0.245	3.09	42	5479	33576	4233	569	2093	2464	4560	4543	
10360	Osejnj	Ljubljana	1110	438	272	204	196	1956	0	143	1507	306	0.183	0.395	0.245	3.09	315	13032	47501	9494	0	4141	3585	7726	7870	
10370	Osejnj	Ljubljana	857	338	210	157	151	441	0	66	338	38	0.183	0.395	0.245	3.09	283	5994	10651	1168	720	2283	882	3035	3070	
10380	Osejnj	Ljubljana	1012	400	248	186	179	978	0	23	948	6	0.183	0.395	0.245	3.09	120	2092	29894	202	202	4930	550	5162	5137	
10390	Osejnj	Ljubljana	526	208	129	96	93	990	0	55	604	331	0.183	0.395	0.245	3.09	11	4992	19029	10279	6645	6982	587	6197	5684	
10400	Osejnj	Ljubljana	712	281	175	131	126	1183	0	18	837	327	0.183	0.395	0.245	3.09	29	1630	26396	10163	437	1436	1188	4585	4710	
10410	Osejnj	Ljubljana	1092	431	268	200	193	201	0	0	193	8	0.183	0.395	0.245	3.09	116	35	6078	252	252	0	324	2293	2457	
10420	Osejnj	Ljubljana	124	49	30	23	22	880	0	391	477	12	0.183	0.395	0.245	3.09	14	35673	15037	370	0	321	1104	2241	2434	
10430	Osejnj	Ljubljana	2441	964	598	448	431	681	1	125	352	203	0.183	0.395	0.245	3.09	1966	11414	11104	6291	4750	2239	940	6931	7036	
10440	Osejnj	Ljubljana	83	33	20	15	15	114	0	1	113	0	0.183	0.395	0.245	3.09	59	118	3554	0	0	1191	397	668	630	
10450	Osejnj	Ljubljana	6	2	1	1	1	13	0	0	12	0	0.183	0.395	0.245	3.09	245	0	392	0	0	283	295	112	98	
10460	Osejnj	Ljubljana	993	392	243	182	175	124	0	11	103	11	0.183	0.395	0.245	3.09	799	975	3238	328	0	846	161	1955	2089	
10470	Osejnj	Ljubljana	1977	781	485	363	349	539	0	20	436	83	0.183	0.395	0.245	3.09	1229	1846	13741	2562	311	2818	1163	5008	5218	
10480	Osejnj	Ljubljana	408	161	100	75	72	441	0	0	273	168	0.183	0.395	0.245	3.09	1360	0	8613	5200	1032	321	1144	2147	2167	
10490	Osejnj	Ljubljana	26	10	6	5	5	103	0	0	83	20	0.183	0.395	0.245	3.09	0	0	2624	615	211	0	0	2393	559	524
10500	Osejnj	Ljubljana	663	262	163	122	117	32	1	0	23	8	0.183	0.395	0.245	3.09	1948	0	715	254	0	82	93	1089	1195	
10510	Osejnj	Ljubljana	635	251	156	116	112	31	1	0	30	0	0.183	0.395	0.245	3.09	1638	0	945	0	0	404	0	1096	1183	
10520	Osejnj	Ljubljana	362	143	89	66	64	116	0																	

Slika 18: Uporabniški vmesnik za izračun generacije prometa na makroskopski ravni

Uporab

zbirkah, ki imajo pri vsakem podatku tudi informacijo o lokaciji v prostoru. Na ta način je zagotovljena enostavna obdelava podatkov iz izvedba izračunov generacije potovanj ne glede na število prometnih con ali njihov prostorski obseg.

V spodnji preglednici je prikazan nabor zahtevanih vhodnih podatkov in viri iz katerih so bili te pridobljeni za potrebe izdelave orodja.

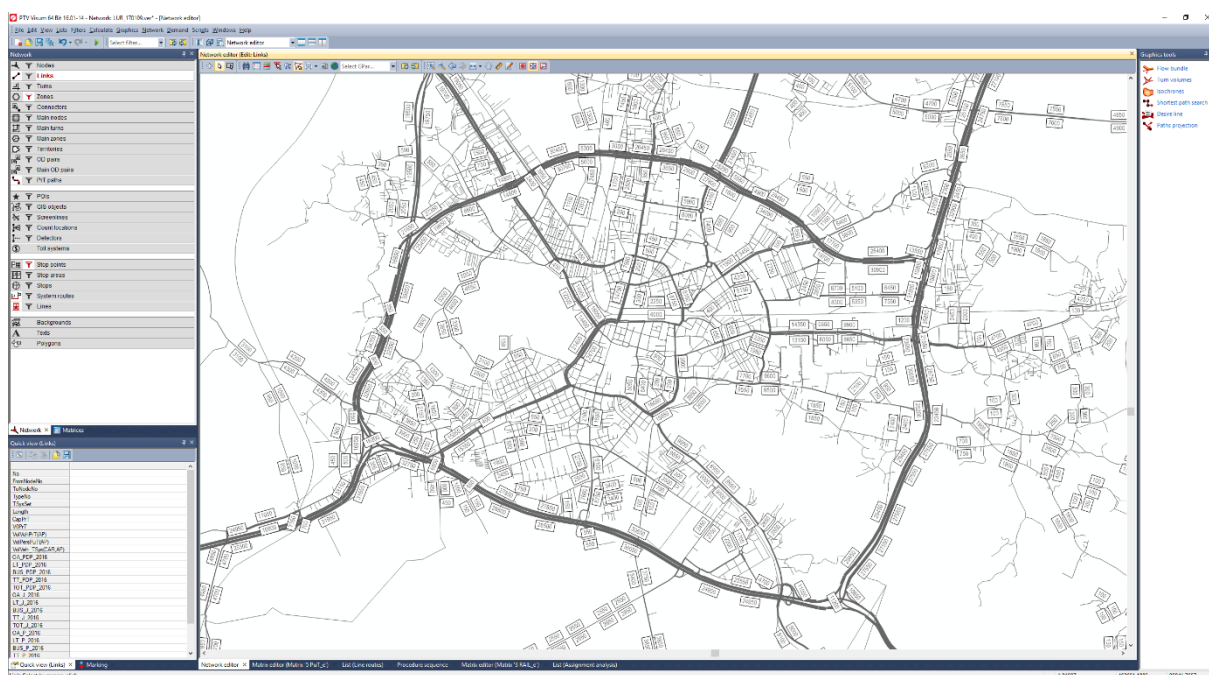
Preglednica 10: Seznam zahtevanih vhodnih podatkov po conah

Vrsta podatka	Vir
Število prebivalcev	Centralni register prebivalstva
Starostna struktura prebivalstva	SURS, podatki po občinah
Dohodkovni indeks	SURS, podatki po občinah
Površine delov stavb po dejavnostih	Register nepremičnin
Občina v kateri se cona nahaja	Register prostorskih enot
Regija v kateri se cona nahaja	Register prostorskih enot

Vsi podatki, ki so naštet v zgornji preglednici, imajo za vsako enoto pripisan podatek o lokaciji v prostoru in so zato ustrezni za agregiranje po conah prometnega modela. Podatkovne baze se vsakoletno posodabljaajo, zato so izračuni izvedeni na podlagi teh baz vedno merodajni za trenutno stanje. Poleg tega so omenjeni podatki na voljo za celotno območje Slovenije, kar omogoča uporabo orodja za izračun generacije potovanj na poljubnih območjih znotraj države.

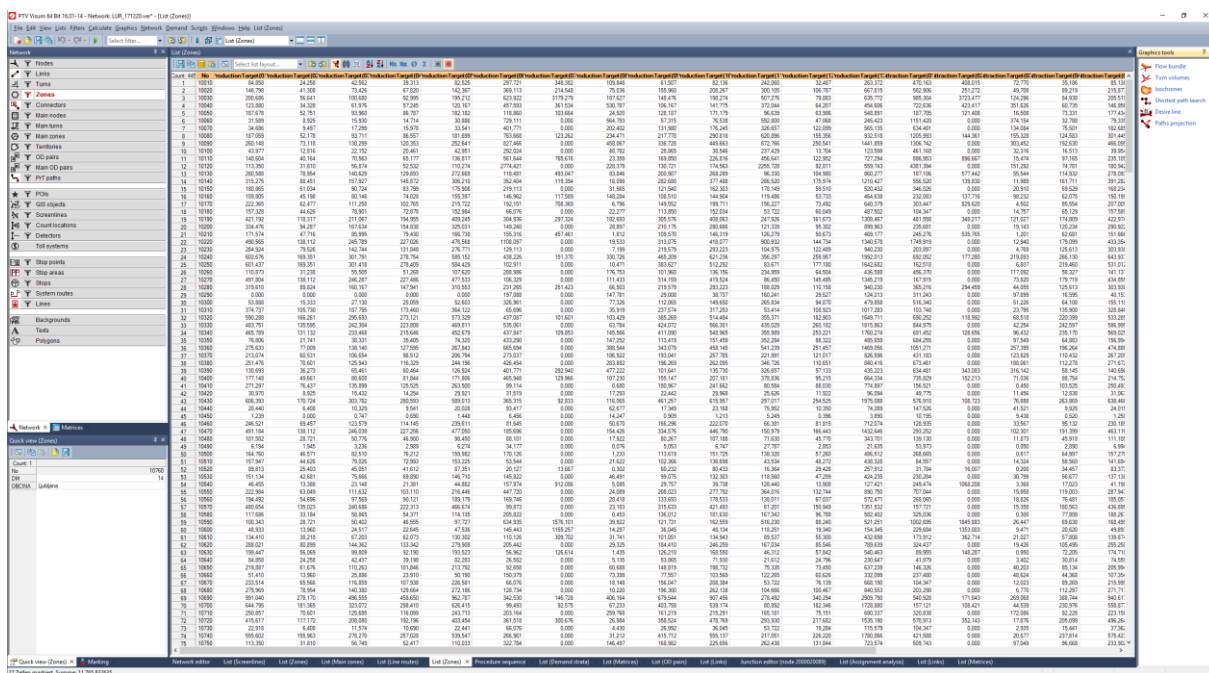
8.2.2 Uporaba generacije prometa v obstoječem prometnem modelu in primerjava rezultatov

Izdelano orodje sem uporabil za pripravo vhodnih podatkov generacije pri štiri stopenjskem modelu. Kot osnovo za primerjavo sem vzel prometni model, ki je bil razvit v podjetju PNZ d.o.o. za namen študije preveritve variant širitve ljubljanskega avtocestnega obročja. V sklopu omenjene študije je bil izdelan prometni model za širše območje osrednje Slovenije in zajema 450 con. Model sem si za namen primerjave izbral prav zaradi dovolj velikega števila con, kar omogoča lažjo primerjavo generiranega prometa na makroskopskem nivoju, saj specifične posameznih mikrolokacij pri takšnem obsegu ne vplivajo bistveno na rezultate.



Slika 19: Prometni model v programu PTV Visum

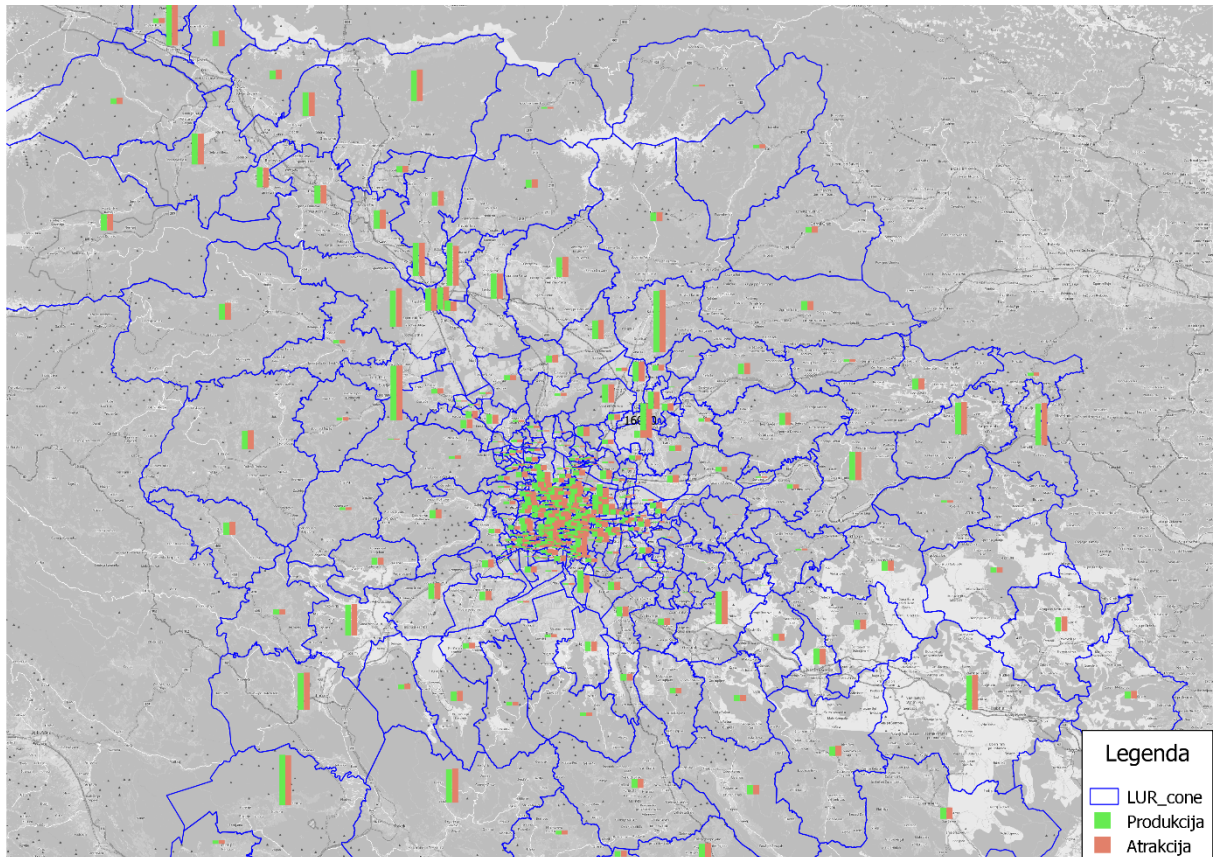
Prometni model širšega območja osrednje Slovenije je bil izdelan v programskem orodju PTV Visum, ki spada med najbolj uveljavljena orodja za prometno modeliranje na makroskopski ravni. V programu se izvedejo vse štiri stopnje prometnega modela, pri čimer sem za potrebe primerjave generacije spreminjal zgolj podatke pri prvi stopnji, torej generaciji prometa. Na spodnji sliki so ilustrirani rezultati generacije prometa v programu.



Slika 20: Rezultati generacije v programu PTV Visum

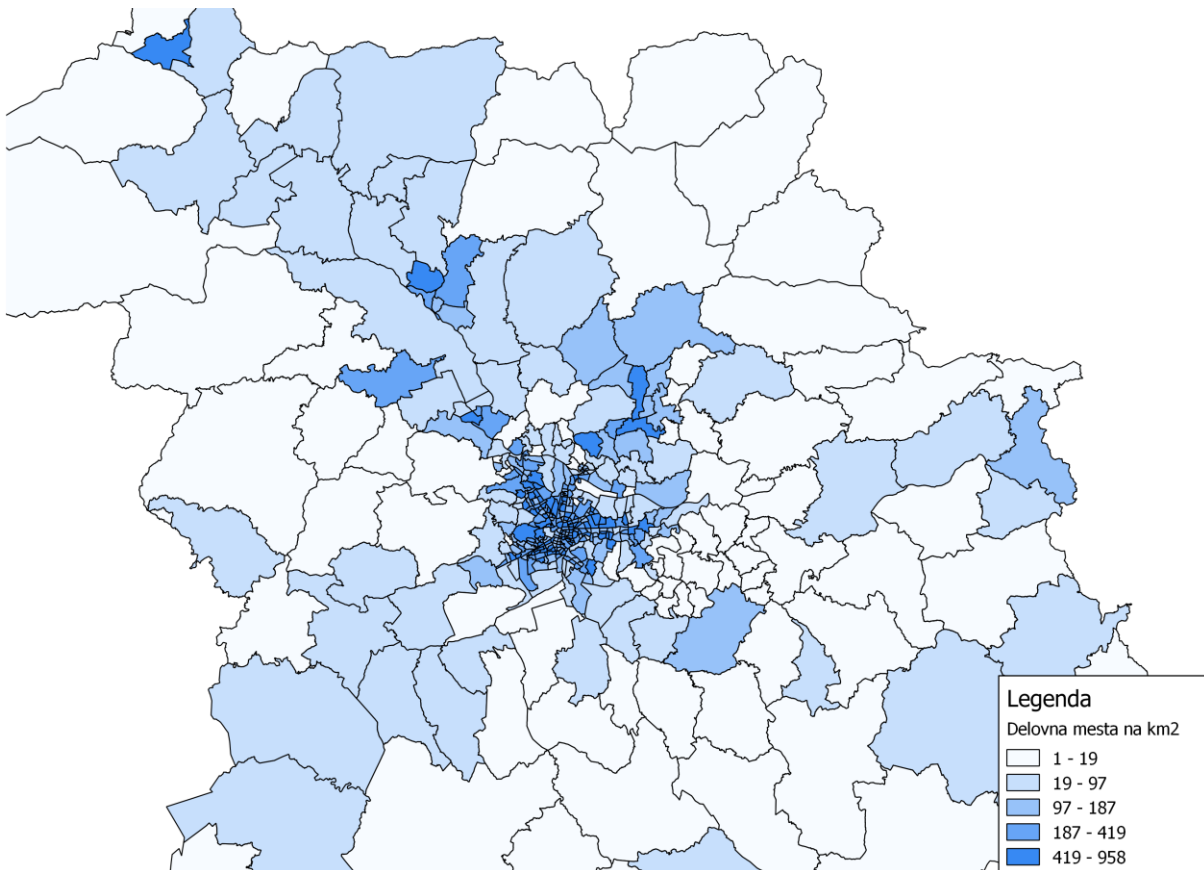
Omenjeni program vsebuje socio-ekonomske podatke po posameznih prometnih conah in generacijske faktorje za različne namene potovanja. Na podlagi tega se izvede izračun produkcij in atrakcij za vsako cono in vsak namen potovanja. Obstoječi podatki za potrebe generacije potovanj so strukturirani tako, da se določi produkcijo in atrakcijo trinajstih namenov potovanja. V nadaljnjih korakih modela se ta potovanja delijo glede na prevozna sredstva ter razporejajo in uravnatežijo med vsemi prometnimi conami modela. Na koncu se na podlagi generiranih matrik, ki predstavljajo medconska potovanja, obremeni omrežje v modelu, kot je to prikazano na zgornji sliki.

Cone obstoječega modela sem za potrebe primerjave uporabljal tudi na lastnem orodju za makroskopsko generacijo prometa. Orodje upošteva lokacije posameznih con in za vsako od njih določi produkcijo in atrakcijo. Rezultat produkcij in atrakcij je za boljšo predstavbo prikazan prostorsko na spodnji sliki. Cone zajemajo različno obsežne prostorske enote, ki so po praviloma občine, na območju ljubljanske regije pa so cone deljene bistveno bolj podrobno.



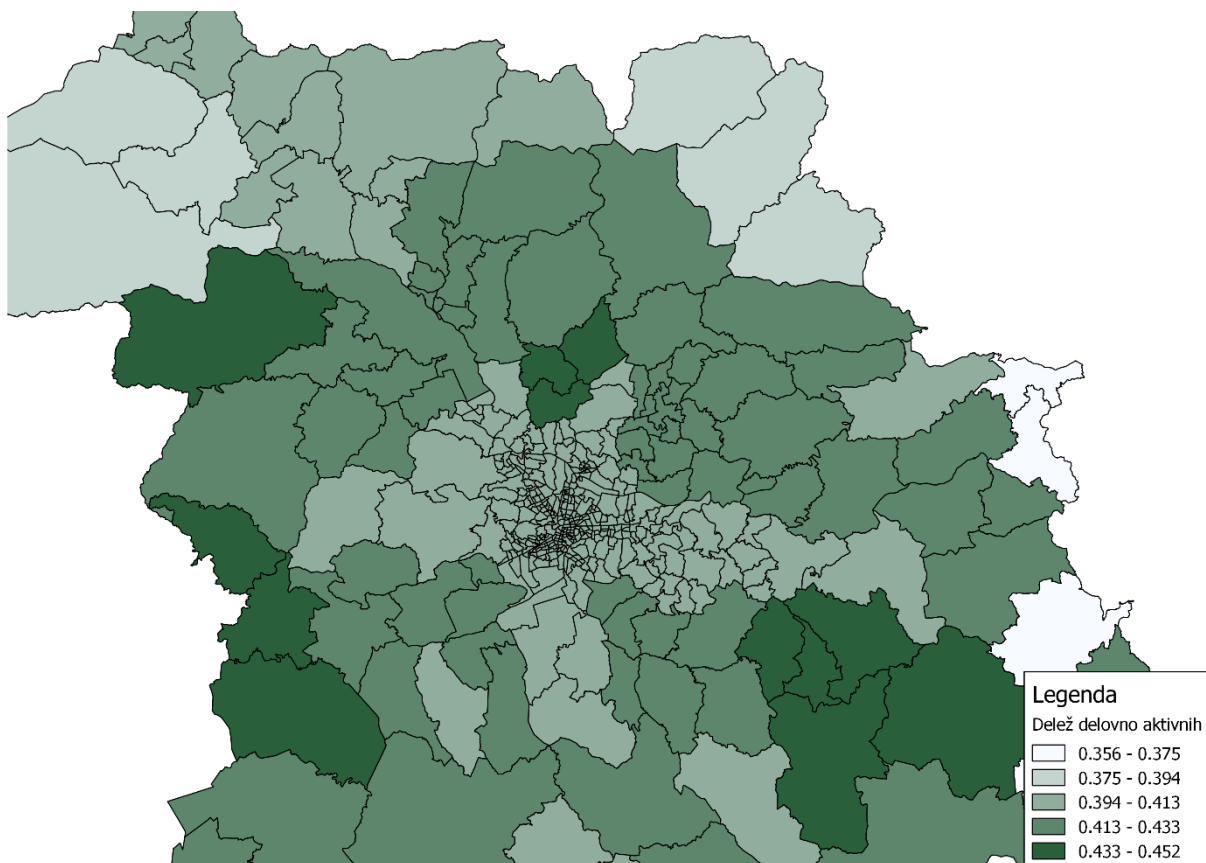
Slika 21: *Produkcije in atrakcije po prometnih conah*

Vsi zbrani podatki po conah so lahko uporabni za številne analize privlačnosti posameznih con. V nadaljevanju so prikazani zgolj nekateri izbrani podatki z namenom predstavitve možnosti uporabe izdelanega orodja. Na spodnji sliki je na primer prikazana gostota delovnih mest po conah, iz katere je mogoče jasno razbrati katere cone privlačijo največ potovanj za delovna in poslovna potovanja. Opazna je močno povečana gostota okrog večjih poselitvenih območji, za katera vemo, da običajno generirajo veliko prometa.



Slika 22: Gostota delovnih mest po conah (vir: SURS in Register nepremičnin)

Conam, v katerih se nahaja manj delovno aktivnega prebivalstva, se v predlaganem modelu zmanjša delež potovanj vezanih na delo. Na ta način se upoštevajo razlike med posameznimi conami glede števila delovnih in poslovnih voženj, ki jih opravijo prebivalci obravnavane cone. Torej več kot ima neka cona nezaposlenih in starejših prebivalcev, manj delovnih potovanj bo generiranih. Za potrebe te naloge so bili pridobljeni podatki o delovni aktivnosti na nivoju občin. Razlike med občinami so prikazane na spodnji sliki.



Slika 23: Delež delovno aktivnega prebivalstva (vir: SURS in Register nepremičnin)

Za boljši pregled nad razlikami med obstoječim modelom generacije in lastnim orodjem, so v spodnji preglednici opisane bistvene lastnosti obeh.

Preglednica 11: Primerjava strukture generacije prometa

	Obstoječi prometni model	Lastno orodje za generacijo prometa
Delitev po namenih potovanj	13 namenov	28 namenov
Struktura prebivalstva	Zaposleni, šolarji (OŠ, SŠ, VŠ)	Delovno aktivni, starostne skupine (do 14 let, 14- 24 let, 24-65 let, 65 + let)
Generatorji prometa	Prebivalci, delovna mesta, vpisna mesta, prodajne površine	Prebivalci, površine glede na sektor zaposlitve, površine za ostale nedelovne dejavnosti
Korekcijski faktorji	Mobilnost po regijah	Delež aktivnih, mobilnost po regijah, delež mladih, povprečni dohodek

Primerjava rezultatov

V nadaljevanju so prikazane razlike v generaciji prometa med obema metodama. Obe metodi vsebujeta identične cone in prostorske podatke, kar zagotavlja primernost ocenjevanja razlik med rezultati produkcij ter atrakcij. Primerjava je opravljena tudi glede na posamezne namene potovanj. Pri tem čemer se primerja 13 namenov obstoječega modela z 28 nameni predlaganega modela. Opravljena je

primerjava agregiranih potovanj ter izbranih namenov potovanj, ki so pri obeh modelih enako klasificirani.

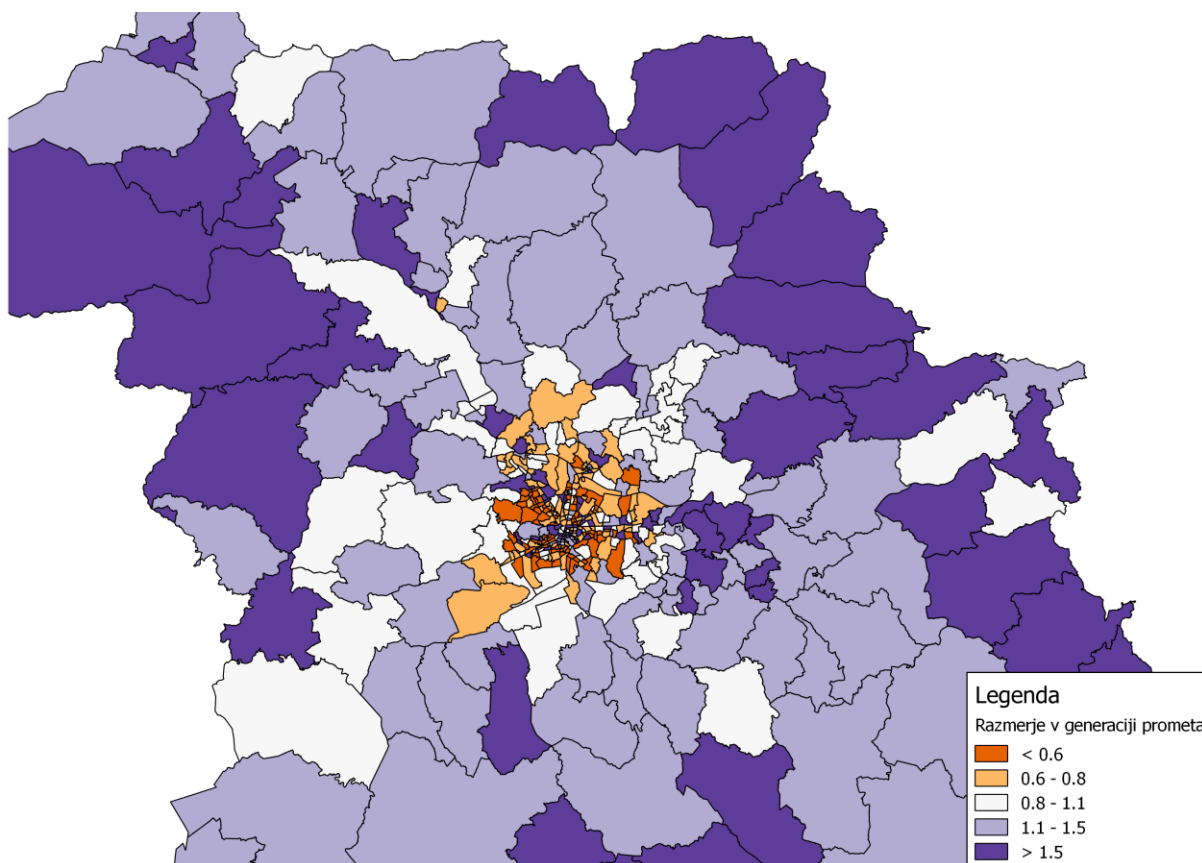
Preglednica 12: Primerjava produkcij in atrakcij obeh modelov po namenih potovanj

Namen potovanja	Število potovanj		
	Obstoječ model	Predlagan model	Razlika
1 dom-delo	205633	244410	19%
2 dom-šola	116387	198278	70%
3 dom-nakup	94982	121625	28%
6 delo-dom	130242	143801	10%
7 šola-dom	95544	138421	45%
8 nakup-dom	143263	126089	-12%
Vsa potovanja skupaj	2241885	2256459	0.7%

Primerjava števila potovanj kaže, da so največje razlike prisotne pri potovanjih vezanih na šolo. Razlog je v dejstvu, da obstoječi model v potovanja s ciljem ali izvorom v šoli ne vključuje vseh skupin prebivalcev. Upoštevani so zgolj šolarji, ne pa tudi osebe, ki predvsem mlajše otroke pogosto pripeljejo v šolo in odrasle, ki se izobražujejo v popoldanskem času. Skupno število vseh namenov potovanj v modelu je sicer enako, razlika je v tem, da obstoječi model potovanja staršev v šolo kategorizira pod ostalo.

Pri potovanjih na delo je v predlaganem modelu rezultat večji zaradi drugačnega upoštevanja generatorjev potovanj. V obstoječem modelu velja predpostavka, da na delo odhajajo zgolj zaposleni, v predlogu pa so zajete tudi preostale osebe, ki v statističnih podatkih niso upoštevane. Na delo odhajajo tudi študenti, dijaki, upokojenci ter osebe, ki so sicer uradno brezposelne.

V celoti gledano je število potovanj pri predlaganem modelu skoraj enako obstoječemu, saj je razlika manjša od enega odstotka. Primerjava izračunanih produkcij in atrakcij kaže, da orodje generira nekoliko višje vrednosti od obstoječega kalibriranega modela. Rezultat produkcije je v celoti gledano povsem enak obstoječemu modelu, rezultat atrakcije pa je višji za 0,65 %. Korelacijski faktor med obema načinoma izračuna generacije je 0.88, kar nakazuje na podobnost pri količini prometa v posameznih conah.



Slika 24: Razmerje v generaciji prometa po conah

Zgornja karta, ki prikazuje razmerje med generiranim prometom z lastnim orodjem in obstoječim modelom, nakazuje na razlikovanje predvsem v dveh tipih prometnih con. Cone z nizko poselitvijo imajo v predlaganem modelu več prometa kot v obstoječem, medtem ko se v nekaterih gosto poseljenih conah generira nekoliko manj prometa. Cone z zmerno gostoto poselitve in praviloma tudi delovnih mest imajo pri obeh modelih podobno količino generiranega prometa. Razlikovanje je mogoče pripisati upoštevanju širšega nabora površin v predlaganem modelu, ki privlačijo potovanja in v obstoječem modelu niso bila zaznana. Ker je skupno število potovanj v obravnavanem območju v obeh modelih enako, je jasno, da prihaja do prerazporeditve potovanj in posledično nekoliko manj generiranega prometa v določenih prometnih conah na mestnih območjih.

Sama razlika sicer ni edini indikator ustreznosti izračunov, saj je za ugotavljanje primernosti podatkov za prometni model smiselno izvesti vse nadaljnje korake štiri stopenjskega modela. Izračuni generacije prometa z lastnim orodjem kažejo, da je pred kalibracijo število generiranih potovanj bližje realnemu stanju kot pri obstoječem modelu. Po kalibraciji je pri obeh načinih generacije mogoče dobiti dovolj reprezentativne rezultate dejanskih prometnih tokov na omrežju. Razlika je v tem, da je predlagan model generacije v osnovi boljši približek realnemu stanju.

Ker ima predlagan model generacije prometa potovanja razdeljena na 28 namenov, je omogočeno bolj natančno preverjanje količine potovanj med posameznimi OD pari, kot tudi oceniti smiselnost količine produkcij in atrakcij same cone.

Prednost predlaganega modela se kaže predvsem v dejstvu, da upošteva kot faktor generacije različne površine, ki so razporejene po conah, medtem ko obstoječ model le deloma. Z upoštevanjem širšega nabora površin objektov se zajame več dejavnosti, ki z upoštevanjem samo zaposlenih in prebivalcev niso nujno zajete. Prednost pri uporabi modela, ki upošteva površine, je tudi v manjši količini ostalih podatkov, ki so potrebni za določitev strukture potovanj vsake cone. Na primer namesto upoštevanja vpisnih mest lahko ta posredno določimo s površinami namenjenimi izobraževanju in tako zajamemo potovanja vezana na šolo. Namesto delovnih mest lahko njihovo število določimo na podlagi površin dejavnosti po sektorjih zaposlovanja, s tem pa zajamemo tudi zaposlene, ki niso nujno zavedeni v podjetjih (npr. študenti, pogodbeni delavci..).

Podatki o površinah so lažje dostopni od lokacije dejanskih delovnih mest, zato je na ta način lažje oceniti razpored delovnih mest v prostoru. Za dejanska delovna mesta obstaja poslovni register Slovenije, v katerem so vključeni vsi zaposleni po podjetjih, vendar iz tega ni mogoče določiti razporeda zaposlenih po lokacijah podružnic podjetij. Slaba stran podatkov o površinah je v negotovosti glede aktivnosti objekta. Iz samega registra nepremičnin namreč ni mogoče sklepati o uporabi objekta.

8.2.3 Validacija rezultatov generacije prometa

Izračune generacije potovanj je potrebno validirati na podlagi primerjave s preostalimi podatki, ki jih je mogoče pridobiti na področju generacije potovanj. Za validacijo prometnih modelov obstaja več metod in parametrov, kot so te opisani v diplomskem delu Kalibracija in validacija prometnih modelov, D. Trošt (2005).

Ker sem se v nalogi osredotočil predvsem na 1. korak pri izdelavi prometnega modela, je v nadaljevanju narejena validacija samo tega koraka in ne celotnega prometnega modela. Validacija je izvedena na deloma dezagregiranem nivoju (prometne cone združene po občinah), kjer se primerja povprečna odstopanja v izbranih parametrih in stopnjo korelacije med modelskimi in dejanskimi vrednostmi. Na agregiranem nivoju (primerjava za osrednjo Slovenijo) pa je izvedena primerjava skupne absolutne in relativne razlike v izbranih parametrih.

Smiselnost opravljenih izračunov je preverjena s podatki, ki so dostopni in relevantni za izračune. Za validacijo so uporabljeni statistični podatki o delovnih mestih, strukturi prebivalstva in ankete o potovalnih navadah. Omenjeni podatki so smatrani kot najboljši opis dejanskega stanja, vendar še posebej pri delovnih mestih ni mogoče izključiti določenih odstopanj.

Vsaka cona v modelu generacije ima pripisano občino znotraj katere se nahaja. Na podlagi tega je izvedena primerjava števila delovnih in strukture prebivalstva po občinah, ki se v celoti nahajajo na območju modela.

Preglednica 13: Primerjava modela s statističnimi podatki po conah

	Model	Statistični podatki	Skupna razlika	Povprečno odstopanje	Korelacijski faktor
Delovna mesta	338.276	345.462	2,1 %	-5,4 %	0,99
Zaposleni	329.312	333.149	1,1 %	-0,9 %	0,99
Prebivalci	807.282	816.432	1,1 %	0,1 %	0,99
Število vseh potovanj	2.242.575	2.277.845	1,6 %	/	/
Število poti dom-delo	244.410	/	/	/	/

Iz zgornje preglednice je razvidno, da so podatki uporabljeni v modelu dobro primerljivi s statističnimi. Od vseh primerjanih podatkov je največje odstopanje prisotno v številu delovnih mest po samih občinah. Pri lokacijah delovnih mest je tudi pri statističnih podatkih lahko prisotna nekoliko večja negotovost, zato 5,4 % odstopanje ni kritično.

Ob upoštevanju dejstva, da prebivalec osrednje Slovenije v povprečju opravi 3 potovanja dnevno in da potujejo vsi prebivalci starejši od 6 let, pridemo do podobnega števila vseh potovanj kot jih je izračunanih v modelu.

Od doma se na delo odpravi približno 75 % zaposlenih, preostali delež pa prihaja na delo iz drugih ciljev. Delež je smiseln, saj določen del zaposlenih pred prihodom na delo pelje otroke v šolo, zaposleni z delovnikom v popoldanskem času imajo pogosto še drug vmesni cilj, nekaj odstotkov pa jih na delo sploh ne odide.

9 ZAKLJUČEK

Določanje števila potovanj, ki so opravljena v nekem časovnem obdobju na izbrani lokaciji, je kompleksen proces. Poglavitni razlog za to je nehomogenost izbire potovanj, ki jih ljudje opravimo. Za čim boljši matematični opis tega procesa je potrebno zbrati dovolj širok nabor podatkov, s katerimi se da, ob pomoči statistične analize, zaznati tipične vzorce potovanj in dejavnike, ki vplivajo nanje.

Z izdelanim orodjem sem poizkusil prikazati metodologijo določanja generacije prometa ter predstaviti nabor podatkov, ki jih potrebujemo za verodostojno napoved prometa na nekem območju zaradi določene dejavnosti. V orodje sem vključil možnosti za izračun generacije prometa na ravni prometnih modelov in na ravni obravnave prometa posameznih lokacij. Uporaba orodja je zato primerna na poljubno velikih območjih obdelave. Izbrana metodologija generacije je primerna glede na obseg podatkovnih baz, ki so trenutno v Sloveniji na voljo za področje prometa.

Med raziskovanjem gradiva na izbrano tematiko sem ugotovil, da so na področju napovedi prometa oziroma njegove generacije najbolj prisotna različna podjetja in ustanove iz ZDA, zato je uporaba njihovih orodij tudi najbolj razširjena. V preostalih razvitih državah, razen z nekaterimi izjemami (Nemčija, Velika Britanija), je težko najti konkretna gradiva ali pa orodja za generacijo prometa. V tem je verjetno tudi razlog, da je večina orodij osredotočena predvsem na generacijo prometa z motornimi vozili, saj je za ZDA značilna prevladujoča avtomobilska kultura zadnjih desetletij.

Primerjava dnevne količine prometa ter prihodov in odhodov v konicah z lastnim orodjem in izračuni po ITE kaže na podobnost rezultatov. Vrednosti se pri večini primerjanih dejavnosti dobro ujemajo, še največ razlik se pojavlja v koničnih vrednostih, ki se sicer spreminjajo glede na konično uro bližnjih cest. V sklopu primerjave nekaterih bolj pogostih dejavnosti, je do največjih odstopanj prišlo pri pisarniški dejavnosti. Ta dejavnost očitno v ZDA generira več prometa z naslova poslovnih voženj.

Glede na izid rezultatov generacije prometa po conah lahko sklepam, da je predlagan model na makroskopskem nivoju primerna alternativa modelu, ki sem ga v nalogi uporabil za primerjavo. Pregled rezultatov je namreč pokazal, da oba modela sledita podobni logiki, razlike pa se pojavljajo predvsem zaradi večje razdelanosti predlaganega modela, nekoliko večje kompleksnosti in uporabe površin glede na dejavnost kot osnove za določanje števila potovanj za nekatere namene.

Izračuni generacije potovanj so v fazi validacije pokazali na dobro ujemanje s statističnimi podatki. Model upošteva strukturo prebivalstva in njihovo število potovanj, ki sta primerljiva s statistiko na ravni posameznih občin in osrednje Slovenije v celoti. Še največ odstopanj se je pokazalo pri številu delovnih mest, za katera je v splošnem težje zagotoviti ustrezno natančnost tudi v smislu lokacije.

Orodje bi bilo mogoče še naprej razvijati v primeru, če bi se na območju Slovenije pričele zbirati morebitne nove kategorije statističnih podatkov uporabnih za področje prometa. Orodje je nastavljeno tako, da omogoča enostavno spreminjanje vhodnih podatkov in je primerno za nadaljnji razvoj. K širšemu področju uporabe mikroskopskega orodja bi zagotovo prispevala dodatna štetja prometa na lokacijah različnih dejavnosti. S tem bi lahko določil generacijo prometa za širši nabor dejavnosti. Pri makroskopskem delu orodja pa bi k nadaljnjemu razvoju pripomogel širši nabor podatkov o potovalnih

navadah prebivalcev, na podlagi česar bi bilo mogoče izvajati bolj obsežne statistične analize, ki sedaj glede na količino podatkov niso vedno smiselne.

Večina obstoječih metod se na mikroskopski ravni osredotoča predvsem na generacijo prihodov in odhodov vozil. Težje je pridobiti podatke o dejanski generaciji prometa, ki jo povzroči neka dejavnost. Dejanska generacija prometa pomeni, da se poleg motornih vozil upoštevajo tudi potovanja pešcev, kolesarjev in uporabnikov javnega potniškega prometa. Pomanjkanje omenjenih podatkov je slabost nekaterih obstoječih orodij, saj se z njimi ne da upoštevati različnih načinov potovanja, ki so odvisni od same mikrolokacije. Brez podatkov o skupni generaciji prometa ni možno preučevati različnih prihodnjih scenarijev, v katerih bi lahko preučili razporede potovanj po prevoznih sredstvih, kar bistveno vpliva na potrebne kapacitete celotne prometne infrastrukture.

Pri načrtovanju generiranega prometa za nove objekte se morajo strokovnjaki v Sloveniji zanašati predvsem na podatke iz tujine, zato se kaže potreba po uvedbi lokalno prilagojenih orodij za napoved prometa. Predlagano orodje je bilo ustvarjeno kot odgovor na pomanjkanje ustreznih podatkov o produkciji in atrakciji potovanj posameznih dejavnosti za uporabo v fazi načrtovanja prometa. Pridobljeni rezultati kažejo na uporabnost pristopa s katerim je bilo orodje izdelano, ne zmorejo pa pokrivati celotnega nabora dejavnosti v prostoru. To namreč zahteva veliko časa in sredstev za izvedbo dodatnih štetij, anket in obdelave podatkov. Z nadaljnjim razvojem orodja bi lahko ustvarili zanesljive izračune napovedi prometa za vse dejavnosti in s tem prispevali k bolj učinkovitemu načrtovanju prometne infrastrukture.

10 VIRI

American Planning Association. 2013. Getting trip generation right.

http://asap.fehrandpeers.com/wp-content/uploads/2016/03/APA_PAS_May2013_GettingTripGenRight-2.pdf

(Pridobljeno 13. 8. 2017.)

Agarwal, A. 2012. Application of fuzzy logic to model trip generation phase of sequential travel demand analysis. Diplomsko delo. Rourkela, National Institute of Technology Rourkela, Department of Civil Engineering (samozaložba A. Agarwal): 42 f.

Bosserhoff, D. 2017. Programm Ver Bau. Osebna komunikacija. (7. 6. 2017.)

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. Raziskovalna naloga. Seoul, Seoul National University, Department of Environmental Planning: 88 f.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/1942787514Y.0000000011>

(Pridobljeno 27. 11. 2017.)

Dodeen, A. 2014. Developing trip generation models utilizing linear regression analysis: Jericho city as a case study. Magistrsko delo. Nablus, An-Najah National University (samozaložba A. Dodeen): 152 f.

Hu, S. 2010. Modelling trip generation/trip accessibility using logit models. Doktorska disertacija. Edinburgh, Napier University, School of Engineering and the Built Environment (samozaložba S. Hu): 315 f.

Institute of Transportation Engineers. 2012. Trip generation manual. 9th edition. Washington, ITE: loč. pag.

Kikuchi, S. et al. 2004. Trip attraction rates of shopping centres in Northern New Castle county, Delaware. Raziskovalna naloga. Newark, university of Delaware, Department of Civil and Environmental Engineering: 66 f.

Madar, G. 2014. Micro-data collection and development of trip generation models of commercial vehicles: An application for Windsor, Ontario. Magistrsko delo. Windsor, University of Windsor, Department of Civil and Environmental Engineering (samozaložba G. Madar): 149 f.

Moeckel, R., Huntsinger, L., Donnelly, R. 2015. Microscopic trip generation: Adding fidelity to trip-based travel demand models. International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management. Cambridge, MA.: loč. pag.

PNZ d.o.o. 2016. Anketa po gospodinjstvih o prometnih navadah. Ljubljana, Ministrstvo za infrastrukturo.

PTI. 2003. Urbanistični normativi za urejanje mirujočega prometa. Ljubljana, Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urbanizem: loč. pag.

Scheurer, J. Curtis, C. 2007. Accessibility measures: Overview and practical implications. Raziskovalna naloga. Perth, Curtin University, Department of Urban and Regional Planning: 53 f.

Spack consulting. 2017. Trip generation data. Osebna komunikacija. (4. 5. 2017.)

Trošt, D. 2005. Kalibracija in validacija prometnih modelov. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba D. Trošt): 79 f.

Vrtic, M., Froehlich, P., Schuessler, N., Axhausen, K., Lohse, D., Schiller, C., Teichert, H. 2006. Two-dimensionally constrained disaggregate trip generation, distribution and mode choice model: Theory and application for a Swiss national model. Transportation Research Part A: Policy and Practice. 41, 9: 857-873.

doi:10.1016/j.tra.2006.10.003 (Pridobljeno 17. 5. 2017.)

Zenina, N., Borisov, A. 2013. Regression analysis for transport trip generation evaluation. Information Technology and Management Science. 16, 1: 89-94.

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: PRIKAZ VHODNIH PODATKOV IN REZULTATOV MODELA GENERACIJE
POTOVANJ

PRILOGA B: POVRŠINE POSAMEZNIH DEJAVNOSTI GLEDE NA KLASIFIKACIJO CC-SI

Vhodni podatki																									Generacija potovanj na delovni dan	
Št. cone	Regija	Občina	Prebivalci	Zaposleni	Šolarji	Upokojenci	Ostali	DM_total	DM_I	DM_II	DM_III	DM_IV	Delež 8-17	Delež 65+	Aktivni	Delež 24-donodka	Index	I	II	III	IV	Sole	Prodajni	Rekreacijski/izobraž.		
10010	Osebn	Ljubljana	342	135	84	63	37	852	0	1	249	602	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,00	266	112	7841	17375	17375	1740	1780	
10020	Osebn	Ljubljana	590	233	145	108	64	1115	0	2	751	362	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	0	162	23683	10443	2469	1461	3576	
10030	Osebn	Ljubljana	809	320	198	148	88	1491	0	14	312	1165	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	54	1270	9834	33632	24128	3637	1999	
10040	Osebn	Ljubljana	498	197	122	91	54	1733	0	56	1194	484	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	0	5072	37636	13964	9421	9747	11631	
10050	Osebn	Ljubljana	755	298	185	138	82	516	0	0	143	373	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	78	0	4513	10769	2932	473	151	
10060	Osebn	Ljubljana	128	51	31	23	14	1554	0	5	760	789	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	326	457	23958	22774	695	6990	4940	
10070	Osebn	Ljubljana	139	55	34	25	15	754	0	2	637	115	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	26	144	20088	3321	0	3675	4897	
10080	Osebn	Ljubljana	753	297	185	138	82	2300	0	2	1328	970	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	511	160	41861	27994	4824	5045	2342	
10090	Osebn	Ljubljana	1047	414	257	192	114	2365	0	12	2238	114	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	431	1141	70552	3295	0	9110	1425	
10100	Osebn	Ljubljana	178	70	44	33	19	121	0	1	118	1	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	159	71	3732	40	0	944	1363	
10110	Osebn	Ljubljana	567	224	139	104	62	1480	0	4	302	1174	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	31	361	9530	33895	18577	170	84	
10120	Osebn	Ljubljana	457	180	112	84	50	12116	0	2	1902	10212	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	309	157	59965	294808	20586	3709	651	
10130	Osebn	Ljubljana	1130	446	277	207	123	898	0	91	240	567	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	247	8286	7565	16361	7673	1479	524	
10140	Osebn	Ljubljana	1269	501	311	233	139	316	0	7	98	211	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	1252	640	3076	6091	5895	313	960	
10150	Osebn	Ljubljana	729	288	179	134	80	1015	0	4	248	762	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	106	399	7823	22006	0	573	679	
10160	Osebn	Ljubljana	644	254	158	118	70	373	0	2	216	155	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	109	169	6812	4484	4484	2720	1814	
10170	Osebn	Ljubljana	894	353	219	164	98	653	0	2	180	471	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	47	188	5665	13610	9017	57	725	
10180	Osebn	Ljubljana	634	250	155	116	69	303	0	41	150	113	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	87	3711	4720	3255	771	514	297	
10190	Osebn	Ljubljana	1696	670	416	311	185	912	0	105	498	309	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	598	9557	15694	8917	5048	2976	1380	
10200	Osebn	Ljubljana	1347	532	330	247	147	107	0	0	99	9	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	112	13	3106	250	0	552	236	
10210	Osebn	Ljubljana	691	273	169	127	75	659	0	11	325	322	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	150	1039	10252	9296	8678	0	4144	
10220	Osebn	Ljubljana	1975	780	484	362	216	153	0	8	57	88	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	635	706	1811	2528	1936	383	647	
10230	Osebn	Ljubljana	1147	453	281	210	125	9	0	1	7	1	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	523	81	211	41	0	81	0	
10240	Osebn	Ljubljana	2425	958	594	445	265	918	1	37	494	387	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	1956	3365	15562	11178	4910	5895	1375	
10250	Osebn	Ljubljana	2422	957	594	444	264	233	0	1	183	469	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	895	51	5774	1410	1187	355	129	
10260	Osebn	Ljubljana	446	176	109	82	49	1560	0	656	624	279	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	115	59910	19669	8062	156	6140		
10270	Osebn	Ljubljana	1979	782	485	363	216	222	0	11	138	73	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	316	1015	4364	2096	2053	2161	656	
10280	Osebn	Ljubljana	1287	508	315	236	141	593	1	74	227	291	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	2066	6768	7151	8410	8410	1246	876	
10290	Osebn	Ljubljana	0	0	0	0	0	1126	0	630	493	3	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	7	57539	15538	75	0	2532	566	
10300	Osebn	Ljubljana	218	86	53	40	24	1496	0	42	1020	434	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	1	0	3833	32149	12532	0	811	
10310	Osebn	Ljubljana	1509	596	370	277	165	59	0	0	49	11	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	4	1354	1534	307	307	392	63	
10320	Osebn	Ljubljana	2376	998	582	436	259	398	0	4	212	182	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	8	392	6668	5252	4180	873	849	
10330	Osebn	Ljubljana	1947	769	477	357	213	596	0	20	533	337	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	4	1858	16798	1235	1197	934	856	
10340	Osebn	Ljubljana	1876	741	460	344	205	891	0	15	539	337	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	4	1354	16990	9721	3749	1377		
10350	Osebn	Ljubljana	308	122	75	56	34	1267	0	60	1065	142	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	42	5479	33576	4094	569	2093		
10360	Osebn	Ljubljana	1110	438	272	204	121	1979	0	143	1507	329	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	315	13032	47501	9494	0	4141		
10370	Osebn	Ljubljana	857	338	210	157	94	444	0	66	338	40	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	283	5994	10651	1168	720	2283	882	
10380	Osebn	Ljubljana	1012	400	248	186	110	978	0	23	948	7	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	120	2092	29894	202	202	4930	550	
10390	Osebn	Ljubljana	526	208	129	96	57	1014	0	55	604	356	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	11	4992	19029	10279	6645	6982	1587	
10400	Osebn	Ljubljana	712	281	175	131	78	1207	0	18	837	352	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	29	1630	26396	10163	437	1436	1188	
10410	Osebn	Ljubljana	1092	431	268	200	119	202	0	0	193	9	0,084	0,183	0,395	0,245	1,126	3,09	116	35	6078	252	252	0	324	
																									1859	
																									2014	

Površine delovnih mest		
	CC klasifikacija	Opis površine
I. sektor	1204	Rastlinjak
	1205	Farma
	1206	Hlev
	1207	Prostor za spravilo pridelka
	1208	Drug kmetijski del stavbe
	1706	Čebelnjak
	1707	Vinska klet, zidanica
II. sektor	1141	Hanger, baza, remiza
	1159	Industrijski del stavbe
	1183	Elektrarna
	1184	Prostori za proizvodnjo izdelkov za gradbeništvo
	1185	Prostori za pridobivanje, predelavo radioaktivnih snovi
	1186	Sežigalnica odpadkov
	1187	Prostori za kemično in petrokemično proizvodnjo
	1191	Hladilnice in specializirana skladišča
	1564	Prostori za izkoriščanje mineralnih surovin
	1694	Prostori za pristanišča
	1696	Prostori za krajevna pristanišča
	1701	Koksarna, plinarna
	1702	Skladišča
III. sektor	1712	Čistilna naprava
	1193	Prostor za razvedrilo
	1200	Veterinarska klinika
	1201	Prostor za nastanitev, nego, zdravstveno in veterinarsko oskrbo
	1663	Hotel, motel
	1664	Bife
	1675	Restavracija, gostilna
	1678	Banka, pošta, zavarovalnica
	1679	Poslovni prostori
	1682	Pokrita tržnica
	1683	Avtosalon
	1684	Prodajalna
	1685	prodajalna polizdelkov
	1686	Kiosk
	1689	Bencinski servis za maloprodajo
	1690	Prostori za storitvene dejavnosti

IV. sektor	1691	Avtopralnica
	1693	Prostori za oskrbo in nego hišnih živali
	1705	Zdravilišče
	3501	Penzion, gostišče
	3503	Bencinski servis za veleprodajo
	1195	Šola, vrtec
	1196	Prostor za znanstvenoraziskovalno delo
	1197	Prostor za izobraževanje in usposabljanje otrok s posebnimi potrebami
	1198	Prostor za zdravstvo
	1199	Klinika, ambulanta
	1214	Prevzgojni dom, zapor, vojašnica, prostor za nastanitev policistov, gasilcev
	1677	Poslovni prostori javne uprave
	1680	Veleposlaništva in konzularna predstavništva
	1700	Gasilski dom
	1703	Muzej, knjižnica
	1704	Prostor za neinstitucionalno izobraževanje

Površine šol	
CC klasifikacija	Opis površine
1195	Šola, vrtec
1197	Prostor za izobraževanje in usposabljanje otrok s posebnimi potrebami

Prodajne površine	
CC klasifikacija	Opis površine
1684	Prodajalna
1686	Kiosk
1689	Bencinski servis za maloprodajo

Površine opravki	
CC klasifikacija	Opis površine
1198	Prostor za zdravstvo
1199	Klinika, ambulanta
1678	Banka, pošta, zavarovalnica
1690	Prostori za storitvene dejavnosti
1693	Prostori za oskrbo in nego hišnih živali

Površine zabava/rekreacija	
CC klasifikacija	Opis površine
1192	Dvorana za družabne prireditve
1193	Prostor za razvedrilo
1202	Športna dvorana
1203	Pokrit prostor za šport in prireditve
1664	Bife
1675	Restavracija, gostilna
1681	Nakupovalni center
3501	Penzion, gostišče