

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Prometna smer

Kandidatka:

Katja Zgonec

Elastičnosti v prometu

Diplomska naloga št.: 3051

Mentor:
doc. dr. Marijan Žura

Somentor:
Tomaž Guzelj

Ljubljana, 27. 2. 2009

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **KATJA ZGONEC** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:
»ELASTIČNOSTI V PROMETU«

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana,

.....

(podpis)

ZAHVALA

Rada bi se zahvalila mentorju doc. dr. Marijanu Žuri in predvsem somentorju Tomažu Guzelju, univ. dipl. inž. grad. za strokovno pomoč in vodenje pri izdelavi diplomske naloge ter vsem sodelovcem na PNZ-ju za vzpodbudo in podporo. Za pomoč se zahvaljujem tudi profesorjem ter asistentom na PTI-ju. Najgloblje se seveda zahvaljujem mojim najbližjim, mami Tatjani, bratu Marku in vsem prijateljem za vso potrpežljivost in moralno podporo med študijem. Nenazadnje pa še Lovru, ki mi je z vzpodbudo in dobro voljo stal ob strani zadnja leta študija.

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	338.47:656(043.2)
Avtor:	Katja Zgonec
Mentor:	doc. dr. Marijan Žura
Somentor:	Tomaž Guzelj, univ. dipl. inž. grad.
Naslov:	Elastičnosti v prometu
Obseg in oprema:	71 str., 10 pregl., 14 sl., 21 en.
Ključne besede:	cena ali strošek potovanja, napoved in rast prometa, potovalni čas, anketa izražene preference

Izvleček:

Elastičnost se običajno uporablja kot merilo, kako se kupci in prodajalci odzivajo na spremembe na tržišču, na katere vplivajo različni dejavniki: cena substitutov in komplementarnih dobrin, preference ter dohodek potrošnika. V transportu pa tudi namen potovanja, časovno obdobje, razpoložljivost časa in prevoznih sredstev. Namen naloge je prikazati, kako je povpraševanje po transportu odvisno od zunanjih pogojev in prometne ponudbe.

V teoretičnem delu je predstavljen povzetek različnih vrst elastičnosti različnih avtorjev, v praktičnem pa je bila večja pozornost namenjena potovalnemu času in bruto domačemu proizvodu (BDP-ju), kot enima izmed najbolj pomembnih dejavnikov, ki vplivata na izbiro poti in količino potovanj.

V prvem delu praktičnega dela so izračunane vrednosti elastičnosti prometnega dela glede na rast BDP, v drugem pa vrednosti elastičnosti prometa glede na potovalni čas za dva različna realna primera v Sloveniji. V tretjem delu praktičnega dela je bila napravljena analiza ankete izražene preference z logit modelom, pri kateri je šlo za ugotavljanje odziva ljudi na spremembo prometne ponudbe. V okviru naloge so bili izračunani parametri modela, ki nam v prihodnje lahko pomagajo pri načrtovanju in napovedovanju potovalnih odločitev.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	338.47:656(043.2)
Author:	Katja Zgonec
Supervisor:	Assist. Prof. Dr. Marijan Žura
Co-Supervisor:	Civil Engineer Tomaž Guzelj
Title:	Elasticities of traffic
Notes:	71 p., 10 tab., 14 fig., 21 eq.
Key Words:	travel expenses, traffic forecast and traffic growth, travel time, stated preference survey

Abstract:

Elasticity is usually the common standard according to which we observe the responses of consumers and sellers to the changes on the market; the latter are influenced by various factors: the price of substitutes and complementary goods, the preferences and consumer's income. However, in transport we also consider the following factors – the reason for travel, time period, how much time there is to spare and vehicles. Thus, in my dissertation I strive to point out just how much the demand for transport depends on external conditions and transport services.

In the theoretical section I have summed up various types of elasticity described by different authors; however, in the practical section of the dissertation the main focus is on the travel time and gross domestic product (GDP) as they tend to be one of the most important factors influencing the decision of which route to take and how many journeys to make.

In the first part of the practical section, with regard to GDP growth the calculated elasticity values of traffic work are given; whereas in the second part, the elasticity values of traffic according to travel time are stated and these based on two different, but real-life cases in Slovenia. In the third part of the practical section the analysis of the stated preference survey is presented for which I have made use of the logit model; in the analysis people's responses to the changes in transport services are reported. All in all, in this dissertation I have set some parameters to design a model which can in the future prove to be efficient in planning and predicting decisions to travel.

KAZALO VSEBINE

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	VII
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION.....	VIII
KAZALO PREGLEDNIC.....	XI
KAZALO SLIK.....	XI
1 UVOD	1
2 ELASTIČNOST.....	2
2.1 Enota elastičnosti.....	3
2.1.1 Dejavniki, ki določajo elastičnost.....	5
2.2 Ponudba in povpraševanje.....	6
2.3 Oblika elastičnosti	7
2.3.1 Ločna elastičnost.....	7
2.3.2 Kvocient skrčenja ali koeficient pojemanja	9
2.3.3 Križna elastičnost povpraševanja	10
3 PROMET IN NAPOVEDI PROMETA	12
3.1 Namen napovedi	12
3.2 Vhodni podatki in predpostavke.....	12
3.3 Modeli napovedovanja	13
3.3.1 4-stopenjski model.....	13
3.3.2 Model napovedi trenda ali makroekonomski model.....	14
3.4 Nezanosljivost napovedi	16
3.5 Elastičnosti v prometu in napovedi prometa	17
4 CENA POTOVANJ.....	18
4.1 Cene na splošno.....	19
4.2 Cene v prometnih modelih.....	19
4.2.1 Vrednost časa	19
4.3 Dejavniki, ki vplivajo na izbiro poti	21
4.3.1 Potovalni čas.....	21
4.3.2 Operativni stroški.....	22
4.3.3 Cestnina	22
5 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA OBČUTLJIVOST CENE	24
5.1.1 Tip spremembe cene.....	24
5.1.2 Tip potovanja in potnika.....	25
5.1.3 Kakovost in cena alternativnih poti, načinov in ciljev potovanj	25
5.1.4 Časovno obdobje.....	26
5.1.5 Velike in dodatne spremembe cen.....	26

6	OCENE ELASTIČNOSTI TRANSPORTA.....	27
6.1	Vrste elastičnosti v prometu.....	34
6.1.1	Obratovalni stroški vozila (plačani v gotovini)	35
6.1.2	Parkirnina.....	35
6.1.3	Stroški ceste in cestnine	37
6.1.4	Poraba goriva glede na ceno goriva.....	38
6.1.5	Število potovanj glede na ceno goriva	39
6.1.6	Potovalni čas	41
6.1.7	Cena vozila in dohodek.....	46
6.1.8	Sprememba izbire prometnega sredstva.....	46
6.1.9	Skupna preglednica različnih elastičnosti	47
7	PRAKTIČNI PRIMERI.....	50
7.1	Elastičnost prometnega dela glede na BDP	50
7.2	Elastičnost količine prometa glede na potovalni čas.....	54
7.2.1	1. primer – Vzhodna avtocesta Ljubljana	54
7.2.2	2. primer – Južna avtocesta Ljubljana	59
7.3	Analiza ankete izražene preference.....	62
7.3.1	Logit analiza ankete izražene preference.....	65
8	ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE.....	68
VIRI	70

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Skupna preglednica različnih elastičnosti.....	48
Preglednica 2: Podatki o bruto domačem proizvodu in opravljenem prometnem delu na državnih cestah Republike Slovenije.....	51
Preglednica 3: Povprečne elastičnosti prometnega dela glede na BDP za obdobje 1998–2007	51
Preglednica 4: Seznam prometnih odsekov v obravnavanem območju	56
Preglednica 5: Podatki o prometnih obremenitvah za obravnavano območje	57
Preglednica 6: Pregled različnih ciljev in potovalnih časov potovanj pred in po izgradnji obeh AC odsekov	58
Preglednica 7: Seznam prometnih odsekov v obravnavanem območju	60
Preglednica 8: Podatki o prometnih obremenitvah za obravnavano območje	60
Preglednica 9: Pregled različnih ciljev in potovalnih časov potovanj pred in po izgradnji AC odseka Malence–Šmarje - Sap.....	61
Preglednica 10: Vrednosti koeficientov a_0, \dots, a_6	67

KAZALO SLIK

Slika 1: Krivulji povpraševanja S_1 in S_2 z različnima naklonoma	5
Slika 2: Prikaz popolno prožne (D_1) in popolno neprožne (D_2) elastičnosti.....	5
Slika 3: Ponudba in povpraševanje.....	7
Slika 4: Ločne elastičnosti in vrednosti skrčenja	10
Slika 5: Negativna in pozitivna križna elastičnost glede na povpraševanje	11
Slika 6: Razvrstitev potovanj glede na vrednost za uporabnika.....	18
Slika 7: Prikaz razmerja med ceno in dobičkom	23
Slika 8: Število osebnih vozil na gospodinjstvo	30
Slika 9: Cena goriva proti porabi prevozne energije na prebivalca.....	39

Slika 10: Cena goriva proti številu prevoženih kilometrov na prebivalca.....	40
Slika 11: Cena goriva proti številu prevoženih milj na leto.....	40
Slika 12: Območje analize	55
Slika 13: Območje analize	59
Slika 14: Območje anketiranja.....	63

1 UVOD

V življenju je polno trgovanj. Ljudje moramo nenehno izbirati, kako bomo preživelih svoj omejeni čas in zapravili svoj omejeni denar. Odločitve odražajo naše znanje, prioritete in vrednote. Ta diplomska naloga bo opisovala metode za merjenje takih trgovanj na prometnem trgu.

Cene so neposredni stroški, ki jih potrošniki tako ali drugače plačamo za uporabljeno blago. Izraz je včasih omejen na denarne stroške, vendar lahko vključuje tudi nedenarne izdatke, kot so čas, neugodje in tveganje. Dejavnika neugodje in tveganje lahko upoštevamo pri vplivu stroškov potovalnega časa: minuta, ki jo potnik preživi v udobnih in varnih razmerah za potrošnika predstavlja manjše stroške kot ista minuta, preživeta v neudobnih in nevarnih pogojih.

Sprememba cen vpliva na odločitve glede porabe. Čeprav lahko posamezno te odločitve precej variirajo, v celoti stremijo k napovedljivemu vzorcu: ko se cena blaga manjša, naj bi se njegova poraba povečevala in obratno. To imenujemo »zakon povpraševanja«.

Delovanje transporta sledi temu vzorcu. Ko se finančni stroški potovanja, časa, neudobja in tveganja zmanjšujejo, se količina mobilnosti (merjena v potovanjih, potniških kilometrih in tonskih kilometrih) povečuje. Podobno, ko se stroški potovanja zvišujejo, se mobilnost zmanjšuje. Spremenjene cene lahko vplivajo na število potovanj, cilje potovanj, poti, načine prevoza, potovalne čase, lastništvo tipov vozil (vključno z velikostjo, učinkovitostjo porabe goriva in vrsto goriva), lokacijo in trajanje parkiranja ter izbiro prometnega sredstva.

Na potovalne navade torej vpliva veliko dejavnikov oziroma stroškov, vendar ne vsi enako. Koliko posamezni stroški vplivajo na potovalne navade, merimo s pomočjo elastičnosti.

2 ELASTIČNOST

Ekonomisti merijo občutljivost na *spremembo* cen z uporabo elastičnosti, ki je definirana kot sprememba v odstotkih pri porabi blaga zaradi enoodstotne spremembe v svoji ceni ali ostalih lastnostih (hitrost prometa, kapaciteta ceste ...). Na primer, elastičnost $-0,5$ pomeni, da se za vsak 1 % rasti stroškov število prepotovanih kilometrov ali število potovanj zmanjša za 0,5 %. Negativni predznak kaže na delovanje vpliva v nasprotni smeri vzroka (zvišanje cen povzroči zmanjšanje potovanj).

Elastičnost je tudi razširjeno empirično orodje, saj je neodvisna od enot in tako poenostavlja podatkovne analize. Z njo merimo obseg oz. odzivnosti povpraševanja na spremembe dejavnikov. Uporablja se več oblik za merjenje odzivnosti:

1. Sprememba cene blaga – *cenovna elastičnost povpraševanja*

Pove nam, za koliko se spremeni obseg povpraševanja po neki dobrini, če se cena te dobrine spremeni za 1 %. Koefficient cenovne elastičnosti povpraševanja je običajno negativno število, ker se cena in količina gibljeta v nasprotni smeri – če se cena dvigne, se povpraševanje zmanjša in obratno.

$$E = \frac{\% \Delta Q_A}{\% \Delta P_A} \quad (2.1)$$

2. Sprememba dohodka – *dohodkovna elastičnost povpraševanja*

Je relativna sprememba povpraševane količine blaga zaradi relativne spremembe dohodka. Pokaže nam, za koliko odstotkov se spremeni obseg povpraševanja po blagu, če se potrošnikov dohodek spremeni za 1 %.

$$E = \frac{\% \Delta Q_A}{\% \Delta D_R} \quad (2.2)$$

3. Sprememba cene drugega blaga – *križna elastičnost povpraševanja*

Je relativna sprememba povpraševane količine dobrine A, do katere pride zaradi relativne spremembe cene dobrine B. Če je vrednost križne elastičnosti pozitivna, sklepamo, da gre za

substitucijski dobrini, ki si na trgu konkurirata (maslo, margarina) in povečanje cene ene dobrine pelje do povečanja povpraševanja po drugi dobrini. Če je vrednost negativna, pa gre za komplementarni dobrini (avtomobil, bencin). Povečanje cene ene dobrine zmanjša povpraševanje po drugi.

$$E = \frac{\% \Delta Q_A}{\% \Delta P_B} \quad (2.3)$$

Rast cene določene dobrine torej povzroči, da uporabniki ponavadi povprašujejo po manjši količini te iste dobrine, jo zamenjajo z drugim produktom ipd. Bolj ko se povpraševanje po dobrini zmanjšuje zaradi njene zvečane cene, večja je cenovna elastičnost glede na povpraševanje in obratno. Vendar obstajajo določene dobrine, ki jih potrošnik ne more konzumirati manj oz. zanje ne more najti primerne zamenjave (zdravila na recept, gorivo, hrana ipd.). Pri takšnih dobrinah se povpraševanje ne zmanjša, kljub porastu cene. To pomeni, da je tedaj elastičnost glede na povpraševanje nizka oz. neprožna.

Razlika je tudi med kratkoročno in dolgoročno elastičnostjo. Na primer, za veliko dobrin je lahko ponudba sčasoma povečana z uvedbo alternativnih virov, večanjem zmogljivosti produkta ali z razvojem konkurenčnega produkta, ki lahko nadomesti prvotnega. Torej lahko pričakujemo, da bo cenovna elastičnost takšnih dobrin narasla dolgoročno, ne pa kratkoročno. To se hkrati nanaša tudi na povpraševanje. Na primer, če se cena goriva zviša, bodo potrošniki našli način za ohranjanje uporabe svojega vira (npr. avtomobili z manjšo porabo goriva). Vendar takšni načini potrebujejo nekaj časa, kar pomeni, da so tudi potrošniki kratkoročno manj sposobni na prilagoditev spremembam cen.

2.1 Enota elastičnosti

Enota elastičnosti se nanaša na elastičnost z absolutno vrednostjo 1,0. Vrednosti elastičnosti, manjše od absolutne vrednosti 1,0, se imenujejo *neelastične* ali *neprožne*, večje od absolutne vrednosti 1,0, pa *elastične* ali *prožne*. Na primer, obe vrednosti 0,5 in -0,5 obravnavamo kot neelastični, saj je njuna absolutna vrednost manjša od 1,0. Medtem ko vrednosti 1,5 in -1,5 obravnavamo kot elastični, ker je njuna absolutna vrednost večja od 1,0.

Vrednosti in pomeni elastičnosti

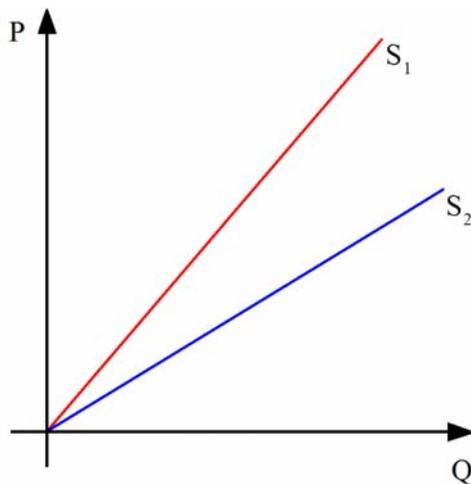
Vrednost	Pomen
$\eta = 0$	Popolna neelastičnost
$0 < \eta < 1$	Relativna neelastičnost
$\eta = 1$	Usklajena elastičnost
$1 < \eta < \infty$	Elastičnost
$\eta = \infty$	Popolna elastičnost

Cenovna elastičnost povpraševanja dobrine je lahko:

- *Neelastična* ($|E| < 1$), ko je sprememba v odstotkih količine povpraševanja manjša od spremembe cene. To imenujemo tudi togo povpraševanje.
- *Elastična* ($|E| > 1$), ko je sprememba v odstotkih količine povpraševanja večja od spremembe cene. Primer za zelo prožno elastičnost je sladkor, saj ga uporabniki lahko hitro zamenjajo z različnimi nadomestki.
- *Usklajeno elastična* ($|E| = 1$), ko je sprememba v odstotkih količine povpraševanja enaka spremembi cene.
- *Popolnoma elastična* ($E = \infty$), kar pomeni, da bo vsako povečanje cene, ne glede kako majhno, povzročilo padec povpraševanja na nič. Krivulja povpraševanja ima obliko ravne horizontalne linije. Bankovec je odličen primer popolne elastičnosti blaga; nihče ne bi kupil bankovca za 10 € za 10,01 €, vendar bi vsi plačali 9,99 €.
- *Popolnoma neelastična* ($E = 0$), spremembe v ceni ne vplivajo na količino povpraševanja za določeno dobrino. Krivulja povpraševanja ima obliko ravne vertikalne linije, kar krši zakon povpraševanja. Primer za popolno elastičnost je človeško srce za nekoga, ki potrebuje presaditev; niti zvišanje niti znižanje cene ne vpliva na količino povpraševanja.

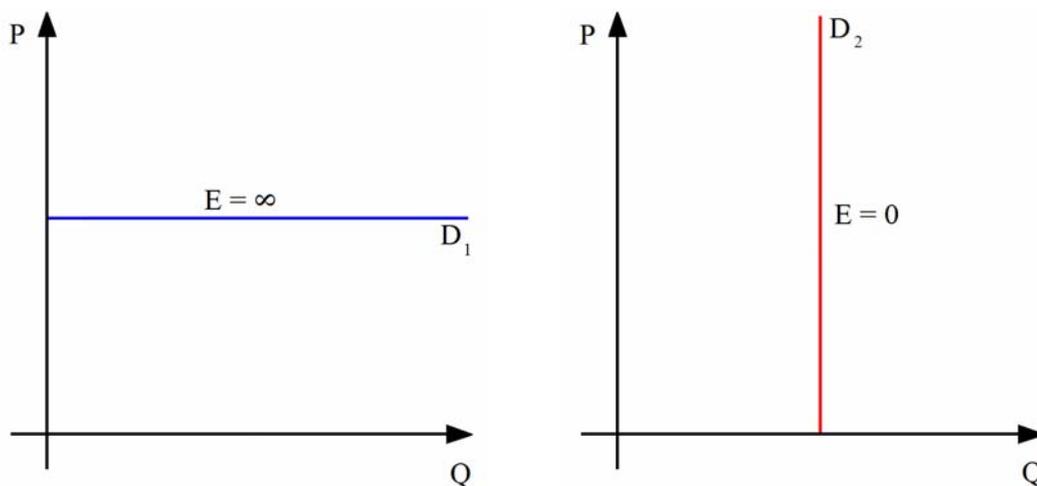
Običajna napaka je, da se zamenjuje elastičnost z naklonom krivulje. Elastičnost je namreč enaka naklonu krivulje izključno samo na diagramu, ki ima obe koordinatni osi v logaritemskemu merilu in ne na navadnem diagramu. Na sliki 1 vidimo poseben primer, ki prikazuje razliko med naklonom in elastičnostjo. Naklon krivulje S_1 je očitno različen od

naklona krivulje S_2 . Razmerje razlike cene P (Price) relativno na količino Q (Quantity) je ves čas proporcionalno, kar pomeni, da sta S_1 in S_2 enotno elastične (tj. $E = 1$).



Slika 1: Krivulji povpraševanja S_1 in S_2 z različnima naklonoma

Na sliki 2 sta prikazani popolno (neskončno) prožna krivulja povpraševanja (D_1) in popolno neprožna krivulja povpraševanja (D_2).



Slika 2: Prikaz popolno prožne (D_1) in popolno neprožne (D_2) elastičnosti

2.1.1 Dejavniki, ki določajo elastičnost

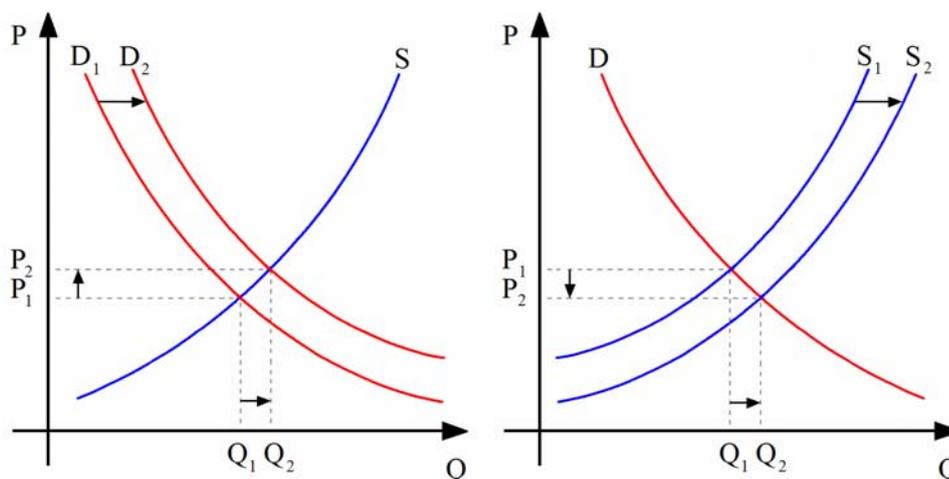
Na spremembo povpraševanja vplivajo različni dejavniki: cena substitutov in komplementarnih dobrin, preference ter dohodek potrošnika. V transportu pa tudi namen potovanja, časovno obdobje, razpoložljivost časa in prevoznih sredstev (njihova varnost, hitrost, rednost, točnost, čistost, udobnost idr.).

- *Nadomestki*: Več kot je nadomestkov za določeno dobrino, večja je elastičnost (prožnost), saj lahko v primeru majhne spremembe v ceni ljudje lažje zamenjajo eno dobrino z drugo.
- *Odstotek od dohodka*: Čim večji odstotek dohodka uporabnika predstavlja cena izdelka, večja je elastičnost, saj bodo zaradi cene ljudje bolj pazljivi pri nakupovanju blaga.
- *Potreba*: Bolj kot je potrebna dobrina, manjša je elastičnost, saj jo bodo ljudje kupili ne glede na njeno ceno.
- *Trajanje*: Dlje kot traja sprememba cene, večja je njena elastičnost, saj bodo ljudje prenehali povpraševati po tej dobrini.

2.2 Ponudba in povpraševanje

Teorija o ponudbi in povpraševanju je ena izmed temeljnih teorij mikroekonomije. Opisuje, kako se na konkurenčnem trgu cena spreminja glede na razmerje med razpoložljivostjo blaga, ponudbo S (Supply) in željo po nakupu blaga, povpraševanjem D (Demand). Teorija skuša z uporabo diagrama, katerega abscisa je količina Q in ordinata prodajna cena P , nazorno prikazati premike na trgu. Prikazana je sprememba ravnovesne cene (P_1 oz. P_2), če se poveča povpraševanje, kar je prikazano s premikom krivulje D (D_1 preide v D_2). Pri nespremenjeni krivulji ponudbe S se bo na ustaljenem trgu cena povečala s P_1 na P_2 , količina prodanega blaga pa s Q_1 na Q_2 . V praksi se taka sprememba na trgu zgodi na primer zaradi vstopa novih kupcev na trg, ali povečane kupne moči povpraševalcev. Teorija razloži, da se istočasno spremeni tržna cena in prodana količina blaga.

Če pa se ponudba spremeni iz S_1 na S_2 , cena pade iz P_2 na P_1 , količina pa naraste iz Q_1 na Q_2 . Takšen primer je promet, kjer za potovanje na cesti upoštevamo vsoto stroškov, t. i. generalizirani strošek, ki vključuje gotovinske stroške (gorivo, cestnina, parkirna idr.) in strošek potovalnega časa, ki se izračuna kot zmnožek potovalnega časa in njegove vrednosti. Ko se kapaciteta ceste poveča, je na začetku več cestnega prostora na potujoče vozilo, kot ga je bilo prej, tako da se zasičenost zmanjša. Posledično se skrajša tudi potovalni čas, ki zmanjša generalizirane stroške vseh potovanj (P_2 na desnem diagramu). V bistvu je krajšanje potovalnih časov eno izmed opravičil za gradnjo novih cestnih kapacitet.



Slika 3: Ponudba in povpraševanje

Sprememba stroškov oz. cene potovanja vpliva na število potovanj, kar razložimo s preprosto teorijo ponudbe in povpraševanja. Za ceste in avtoceste se ponudba nanaša na kapaciteto in količino potovanj izraženo s številom prepotovanih kilometrov. Velikost števila potovanj je odvisna od elastičnosti povpraševanja.

2.3 Oblika elastičnosti

Najbolj pogosta oblika elastičnosti (predstavljena s simboli η , e ali E) v analizah transporta je *ločna elastičnost (arc elasticity)* oz. njena različica *središčna (ali linearna) ločna elastičnost (mid-point (or linear) arc elasticity)*.

Uporabo enačbe za ločno elastičnost je predlagal R.G.D. Allen zaradi sledečih lastnosti:

1. simetričnosti glede na obe ceni (P_1 in P_2) ter obe količini (Q_1 in Q_2),
2. neodvisnosti od merskih enot in
3. njen rezultat je enotska vrednost, kadar sta skupna dohodka v obeh točkah (kombinacijah cene in količine) enaka.

2.3.1 Ločna elastičnost

Ločna elastičnost je elastičnost ene spremenljivke glede na drugo med dvema danima točkama. Uporablja se v primerih, ko ne obstaja splošna funkcija za razmerje med tema dvema spremenljivkama. Za praktično uporabo v ekonomiji se uporablja naslednja enačba:

$$\eta = (\text{razlika količine } Q \text{ v } \%) \div (\text{razlika cene } P \text{ v } \%) \quad (2.4)$$

Odstotek razlike ni izračunan običajno, temveč je izračun relativno na povprečje oz. srednjo vrednost točk (enačba 2.6).

Ločna elastičnost temelji na začetnih in končnih (mejnih) vrednostih povpraševanja in cen oz. storitev. Definirana je z logaritemsko obliko in je skoraj enaka enačbi središčne točke, kjer so upoštevane povprečne vrednosti za vsako neodvisno spremenljivko. Elastičnosti, kjer je cena enaka nič pred ali po spremembi (npr. brezplačne cene prevoza), morajo biti namreč računane z enačbo središčne točke za središčno (ali linearno) ločno elastičnost.

Posebno previdnost je potrebno nameniti zelo velikim spremembam cen in storitev P ter zahtevanim količinam Q, saj pri njih enačbi nimata skoraj enakega izida.

Ločna elastičnost:

$$\eta = \frac{\Delta \log Q}{\Delta \log P} = \frac{\log Q_2 - \log Q_1}{\log P_2 - \log P_1} \quad (2.5)$$

Središčna (ali linearna) ločna elastičnost:

$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{(Q_1 + Q_2)/2} \div \frac{P_2 - P_1}{(P_1 + P_2)/2} = \frac{(Q_2 - Q_1)(P_1 + P_2)}{(P_2 - P_1)(Q_1 + Q_2)} \quad (2.6)$$

kjer je:

- η vrednost elastičnosti,
- Q_1 povpraševanje pred,
- Q_2 povpraševanje po,
- P_1 cena oz. storitev pred,
- P_2 cena oz. storitev po.

Ločna elastičnost odraža spremembo povpraševanja, ki izhaja iz vsakega 1 % spremembe cene, izračunanega v neskončno majhnem prirastku. To pomeni, da je velika sprememba cene sestavljena iz številnih majhnih delcev sprememb. Na primer, cenovna elastičnost $-0,5$, ki velja za 10-odstotno zvišanje cene, je lahko izračunana kot deset znižanj za 0,5 % pri porabi (npr. iti na potovanje, prevoženi km, poraba goriva itd.). Prvo zmanjšanje porabe se zmanjša s

100 % na 99,5 %. Drugo zmanjša to še za naslednjih 0,5 %. Vseh skupaj je deset korakov. Omeniti je potrebno, da vsak korak vpliva na zmanjšano osnovo, iz česar sledi eksponentna oblika funkcije:

$$[(1-e) \cdot (1-e) \cdot (1-e) \dots] \text{ ali } (1-e)^n \quad (2.7)$$

kjer je:

e elastičnost,

n sprememba cene v odstotku.

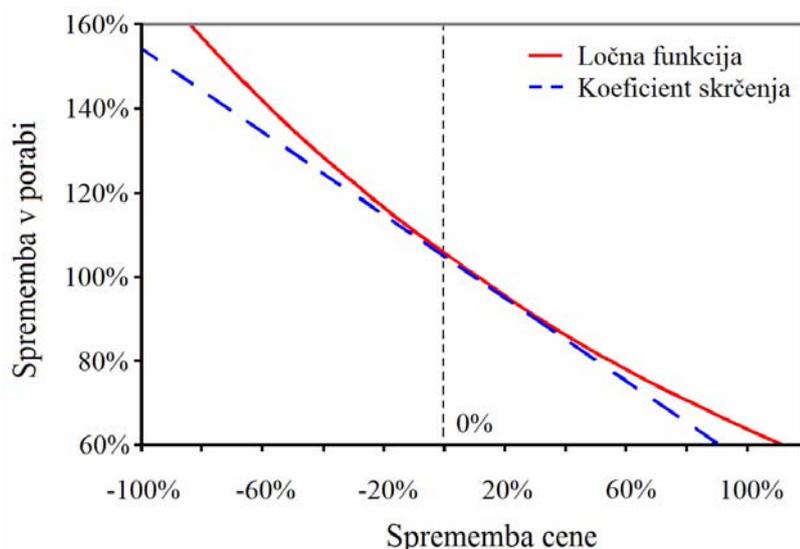
Izid te enačbe je približna vrednost, vendar dovolj natančna za večino praktičnih potreb. Na primer, v zgoraj opisanem izračunu da deset 1-odstotnih znižanj 4,889-odstotno znižanje cene, medtem ko da uporaba logaritemske enačbe za ločno elastičnost malo manjše znižanje cene, 4,654-odstotno (Pratt, 1999).

Bolj preprosta oblika, ki pa ne odgovarja predvsem starejšim analizam cene prevoza, je znana pod imenom *kvocient skrčenja ali koeficient pojemanja (shrinkage ratio or shrinking factor)*.

2.3.2 Kvocient skrčenja ali koeficient pojemanja

Kvocient skrčenja je oblika napovedovanja. Definiran je kot razmerje spremembe povpraševanja glede na začetno povpraševanje, s spremembo cene glede na začetno ceno.

Slika 4 prikazuje razliko med ločnimi elastičnostmi in vrednostmi skrčenja. Ločna elastičnost temelji na eksponentni funkciji, ki je bolj natančna pri vrednotenju večjih sprememb cen (večjih od 50 %).



Slika 4: Ločne elastičnosti in vrednosti skrčenja

2.3.3 Križna elastičnost povpraševanja

V ekonomiji sta *križna elastičnost povpraševanja* (*cross elasticity of demand*) in *cenovna križna elastičnost povpraševanja* (*cross price elasticity of demand*) merili za dovzetnost povpraševane količine dobrine na spremembo v ceni druge, sorodne dobrine. Merjeni sta v odstotku spremembe povpraševanja količine prvega blaga (A) zaradi odziva na spremembo odstotka cene drugega blaga (B). Na primer, če se zaradi 10-odstotne rasti cene goriva zmanjša povpraševanje po novih vozilih z visoko porabo goriva za 20 %, potem lahko izračunamo križno elastičnost povpraševanja s preprostim računom $-20 \% \div 10 \% = -2$.

Enačba za izračun koeficienta križne elastičnosti povpraševanja:

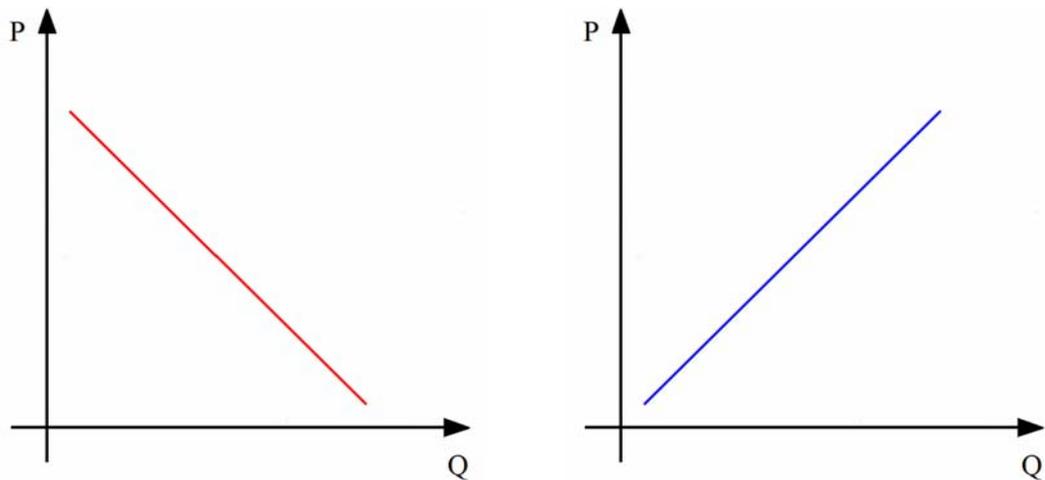
$$E_{A,B} = \frac{P_1B + P_2B}{Q_1A + Q_2A} \times \frac{\Delta QA}{\Delta PB} \quad (2.8)$$

Vrste križnih elastičnosti povpraševanja:

- *negativna*: ko sta dve dobrini med seboj komplementarni (se dopolnjujeta), cena enega blaga raste, povpraševanje po drugem pada. V primeru popolne komplementarnosti je križna elastičnost neskončno negativna.
- *pozitivna*: ko sta dve dobrini nadomestljivi druga z drugo, zaradi povišanja cene ene dobrine, se količina povpraševanja po drugi poveča. Na primer, zaradi povišanja cen pijač

z vsebnostjo CO₂, se bo tudi cena pijač brez CO₂ dvignila. V takšnih primerih (popolnih nadomestkov) je križna elastičnost neskončno pozitivna.

- *enaka nič*: kjer sta dve dobrini med seboj neodvisni. To pomeni, da se s spremembo cene enega blaga povpraševanje po drugem ne spremeni.



Slika 5: Negativna in pozitivna križna elastičnost glede na povpraševanje

Na primer, potovanje avtomobila je komplementarno k parkiranju vozila in nadomestek za potovanja z javnim prevozom. Zaradi višje cene vožnje se povpraševanje po parkiranju zmanjša in povpraševanje po javnem prometu poveča.

3 PROMET IN NAPOVEDI PROMETA

Napovedovanje prometa je postopek ocenjevanja števila vozil ali potnikov na določenih prometnih povezavah v prihodnosti. Ocene napovedi so npr. število vozil na načrtovani avtocesti ali mostu, število voženj z vlakom ali letalom ali število ladij v pristanišču. Skupaj s podatki o prebivalstvu, zaposlenosti, namenih potovanja, potovalnih stroških itd. se prometni in drugi podatki uporabljajo za izdelovanje modelov napovedovanja prometa.

Napovedi prometa se uporabljajo za preučevanje transportne politike in druge namene:

- analizo usklajenosti rabe površin in prometnega sistema,
- analizo prometne učinkovitosti prometnega sistema,
- dimenzioniranje prometne infrastrukture,
- analizo gospodarske učinkovitosti in socialnih zmožnosti,
- analizo vplivov na okolje
- in drugo.

3.1 Namen napovedi

Napovedi torej služijo ocenjevanju količine prometa v prihodnosti pri preučevanju prometne in urbanistične politike, dimenzioniranju omrežij ter ekonomskemu in okoljskemu vrednotenju, tako na državni kot na lokalni ravni in za druge namene.

Napovedi prav tako seznanjajo številne posameznike in zainteresirane skupine, ki želijo vedeti, za koliko se lahko poveča cestni promet pri trenutni prometni politiki. Pokažejo tudi vpliv dejavnikov, ki lahko vplivajo na rast.

3.2 Vhodni podatki in predpostavke

Vhodni podatki vsebujejo:

- spremembe v rasti, lokaciji in sestavi prebivalstva (poseljenosti) ter velikosti in sestavi gospodinjstev;
- rabe površin;
- odstotek gospodarske rasti;
- strukturo gospodarstva in delovnih mest;

- cene goriva in stopnje obdavčitve.

Napovedi temeljijo na:

- tekočih ali predvidenih prometnih politikah,
- ugotovitvah o obnašanju potnikov,
- zasnovi trenutnega ali načrtovanega prometnega omrežja in
- drugega.

Napovedi se spreminjajo, medtem ko se obnašanje potnikov pri določenih pogojih ne. Napovedi so prav tako odvisne od tipa prometnice, tipa območja, obdobja dneva in vrste vozila. Prikaže se pričakovano rast prometa na različnih kategorijah prometnic. Prometnice, na katerih je količina prometa že blizu kapacitete, imajo praviloma počasnejšo rast od povprečja in obratno.

Del pozornosti je potrebno nameniti tudi preteklim trendom, ki so osnova za napovedovanje prihodnjih prometnih tokov in razvoja strategij, ki bi v končni fazi lahko pripeljali do bolj učinkovite uporabe transportnih sredstev. Precenjevanje ali podcenjevanje povpraševanja lahko pripelje do napačne razvojne politike, ki ima lahko za posledico slabo izrabo ekonomskih virov ali manjšo učinkovitost transporta.

3.3 Modeli napovedovanja

Večina študij povpraševanja po transportu upošteva glavne namene potovanja, ki vključujejo precej zapleteno in predvsem raznoliko vrsto dejavnosti, kot so: služba, rekreacija, nakupovanje, prosti čas idr. Zato gre za dokaj zapletene analitične postopke. Včasih se uporabijo poenostavljeni modeli, ki vključujejo manjše število namenov potovanj.

3.3.1 4-stopenjski model

To je temeljni, strateški model, ki neposredno vključuje rabo površin, socio-ekonomske značilnosti in ponudbo različnih prometnih sredstev. Z njim je mogoče preučevati različne prometne politike, izbiro prometnega sredstva, smiselnost strateških projektov ipd.

Običajno napovedi niso narejene le za mesta, temveč za celotno vplivno regijo. Takšne upoštevajo vpliv celotne rabe prostora.

4-stopenjski model je sodoben postopek določanja zakonitosti, ki določa mobilnost na analiziranem območju:

1. *Produkcija in atrakcija potovanj*: določa pogostost izvorov in ciljev potovanj v vsaki coni po namenih in časovnih segmentih potovanj, kot funkcijo rabe površin, demografije ter ostalih socio-ekonomskih dejavnikov.
2. *Distribucija potovanj*: produkcije potovanj porazdeli glede na atrakcije v prostoru.
3. *Izbira prometnega sredstva*: oceni razmerje potovanj med vsakim parom potovanj po različnih prevoznih sredstvih.
4. *Obremenjevanje omrežij*: za posamezno prevozno sredstvo razporedi potovanja po omrežju.

Izid razvoja, kalibracije in validacije takšnega prometnega modela je povpraševanje, ki je občutljivo na spremembe glavnih vplivnih dejavnikov analiziranega območja.

Napoved povpraševanja po prometu s pomočjo teh modelov je tudi problematična, ker:

- razpoložljivi podatki za prihodnji razvoj območja pogosto niso na voljo ali pa so nezanesljivi,
- velik obseg analiziranih območij, vključitev množice spremenljivk in vseh prometnih sredstev daje dobre izide na strateški ravni, ne pa tudi na ravni detajlov in podrobnejšega dimenzioniranja,
- 4-stopenjski model zahteva več časa in večji obseg denarnih sredstev, kar ni vedno na voljo.

Te modele je za podrobne analize potrebno ustrezno nadgraditi z modelom prilagajanja matrik. Včasih pa se uporabi samo model prilagajanja matrik, ki temelji na trendih ali makroekonomskih napovedih.

3.3.2 Model napovedi trenda ali makroekonomski model

Pri *modelih napovedi trenda* ali *makroekonomskih modelih* se dosedanji razvoj ekstrapolira v prihodnost, ki je odvisna od dosedanjega razvoja ali/in predvidenega gospodarskega razvoja. Navadno se opirajo na empirične zapise prometnih podatkov.

Napoved lahko določimo s pomočjo naslednje enačbe, ki temelji na navadni linearni funkciji:

$$H^f_{ij} = H^c_{ij} \cdot k^{f+c}_{ij} \quad (3.1)$$

kjer je:

H^f_{ij} napovedani prometni tok (O-D) med izvorom (O) i in ciljem potovanja (D) j v letu f ,

H^c_{ij} opazovani prometni tok (O-D) med izvorom (O) i in ciljem potovanja (D) j v letu f ,

k^{f+c}_{ij} koeficient rasti v času.

V nekaterih primerih je mogoče koeficient rasti določiti po območjih in conah (navadno je to odvisno od razpoložljivih podatkov), in se tako uporabi za dele izvorno-ciljne (O-D) matrike.

Pri makroekonomskih modelih se obstoječa O-D matrika pomnoži s koeficientom rasti ob predpostavki, da so rast gospodarstva in spremenljivke po območjih v času konstantne.

Ti modeli so se izkazali kot dokaj zanesljivi za globalno oceno prometa v državnem merilu, če ni možnosti za razvoj 4-stopenjskega modela. Napovedi na osnovi BDP-ja so primerne tako za ocene na državni ravni in tudi kot mednarodne študije.

Makroekonomski model je lahko določen:

$$H^f_{ij} = H^c_{ij} \cdot k_e \cdot Y \quad (3.2)$$

kjer je:

H^f_{ij} napovedani prometni tok (O-D) med paroma con i in j v letu f ,

H^c_{ij} opazovani prometni tok (O-D) med paroma con i in j v letu f ,

k_e koeficient elastičnosti povpraševanja po transportu (opazovano razmerje med odstotkom povprečne rasti povpraševanja in odstotkom povprečne rasti BDP-ja, glede na razpoložljivo časovno obdobje),

Y napovedan odstotek rasti BDP-ja v prihodnosti.

Napoved prihodnjega povpraševanja po transportu za leto i v različnih gospodarskih razmerah lahko določimo s pomočjo naslednje enačbe, ki je delno izpeljana iz enačbe (3.2):

$$H^f_{ij} = \frac{k \cdot Y}{100} + 1 \quad (3.3)$$

kjer je:

H'_{ij} vrednost povpraševanja po transportu D med paroma con i in j v danem letu f ,

k koeficient elastičnost,

Y predpostavljena rast BDP-ja v danem letu f .

Če napovedano vrednost koeficientov elastičnosti za prihodnje obdobje izpeljemo iz toge ekstrapolacije preteklega razvoja, ni pričakovati, da drži v vsakem primeru, vendar lahko da globalni okvir pričakovanega povpraševanja.

Analitične metode za določanje povpraševanja po transportu so uporabljene za mnoge ključne namene v politiki transporta, planiranja in projektiranja. Te metode vsebujejo npr. izračun prometne učinkovitosti, oceno finančne in socialne učinkovitosti projektov, izračun vplivov na okolje in drugo.

3.4 Nezanestljivost napovedi

Vse napovedi so nezanesljive. To je posledica nezanesljivih vhodnih podatkov, predpostavk in omejenosti prometnih modelov. Dezagregirane napovedi prometa zaradi večjega števila vhodnih podatkov izboljšajo osnovo napovedi, vendar je njihova uporaba zaradi kompleksnosti metodologije zahtevnejša.

Seveda ni realno, da upoštevamo visoko rast za vsako spremenljivko in vsak vhodni podatek v celotnem obdobju, saj je verjetnost, da bi visoka rast trajala nepretrgoma več deset let, le zaradi tega, ker je bila visoka rast prvih nekaj let, resnično majhna. Po drugi strani so nezanesljivi tudi vhodni podatki. Elementi napovedi prav tako medsebojno vplivajo in s tem povzročijo manjšo nezanesljivost.

Pomembno je tudi poudariti, da je verjetnost kateregakoli vhodnega podatka nemogoče oceniti z veliko natančnostjo. Napovedovanje temelji torej na osnovi najboljših oz. najbolj verjetnih ocen vseh komponent. Napovedane količine rasti prometa običajno prikazujejo srednjo oceno, ki velja za najbolj verjetni izid. Napoved je pa seveda lahko tudi pesimistična ali optimistična.

Flyvbjerg je napravil prvo veliko raziskavo o natančnosti prometnih napovedi. Vzorec je obsegal 210 projektov v 14 državah. Pri devetih od desetih projektov za železniški promet je

ugotovil, da so napovedi števila potnikov povprečno precenjene za 106 %. Za napovedi cestnega prometa, vključno z mostovi in tuneli, pa je raziskava pokazala, da je razlika med dejanskim in napovedanim prometom pri polovici napovedi ± 20 -odstotna, pri četrtini pa celo več kot ± 40 -odstotna. Podatki prav tako kažejo na to, da napovedi v zadnjih 30 letih niso postale nič bolj natančne. Vzroki za nezanesljivosti napovedi so seveda različni za ceste ali železnice. Avtor vidi rešitev v transparentnosti, odgovornosti in novih metodah napovedovanja.

3.5 Elastičnosti v prometu in napovedi prometa

Cenovna elastičnost povpraševanja je ekonomski pojem, ki se uporablja za analizo, koliko več ali manj nečesa bodo ljudje porabili pri določeni spremembi cene. S stališča ocenjevanja nivojev prometa v prihodnosti predstavlja elastičnost odnos, kako lahko sprememba stroškov vožnje, glede na krajši potovalni čas ali/in uvedba cestnine, vpliva na količino prometa. Sprememba količine prometa je posledica odločitev voznikov ali narediti večje ali manjše število potovanj, kot bi jih naredili sicer.

Elastičnost je definirana kot sprememba v odstotkih pri porabi dobrine zaradi enoodstotne spremembe v svojih lastnostih. Na primer, odstotek zmanjšanja potovalnega časa vodi do povečanja števila potovanj ali prepotovanih kilometrov. Elastičnost enaka nič pomeni, da potovanje ni občutljivo na spremembo cene, ne glede, kako velika je. Neskončna elastičnost pa pomeni, da skrajšanje potovalnega časa samo za eno sekundo povzroči popolno zasedenost kapacitete. Pomembno je poudariti, da nobena študija ne napove elastičnosti povpraševanja prometa enake nič ali neskončno.

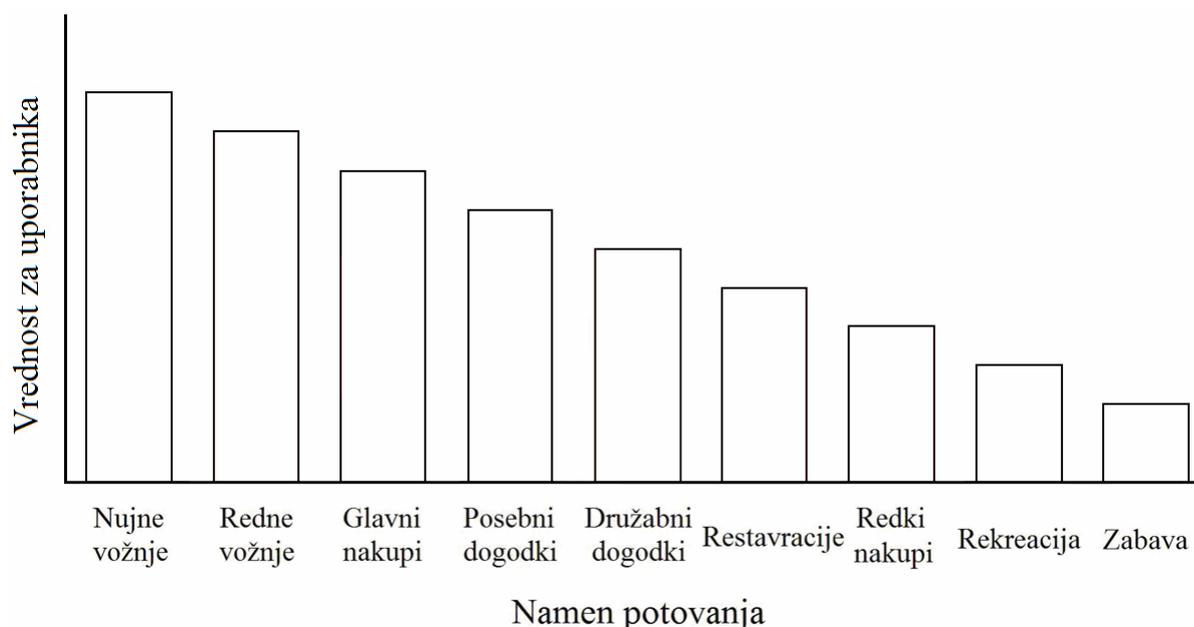
Elastičnost lahko v prometu uporabljamo na različne načine. Literatura prikazuje velik obseg ocen vrednosti elastičnosti, ki odražajo različne metode, podatke, časovna obdobja in lokacije. Pri ocenjevanju elastičnosti potovanj, ki se prej niso zgodila na določeni povezavi, predstavlja določen del obremenitve obstoječ promet, ki se preprosto preseli z ostalih cest ali časovnih obdobj ter nova, inducirana potovanja, ki so posledica manjših uporabniških stroškov.

Dodatne raziskave so potrebne za omejevanje razpona vrednosti elastičnosti, ki so primerne za dane okoliščine ter za razvijanje metod za boljše vključevanje elastičnosti povpraševanja v napovedovanje prometa.

4 CENA POTOVANJ

K boljšemu razumevanju, kako cene vplivajo na odločitve potovanj, so na sliki ponazorjeni vsi nameni potovanj, ki so lahko opravljena v določenem časovnem obdobju. To je diagram povpraševanja potovanj (diagram odnosov med cenami in porabo). Bolj pomembna potovanja se bodo zgodila kljub višjim uporabniškim stroškom, medtem ko manj pomembna potovanja uporabniki opustijo oz. spremenijo cilj potovanja ali način prevoza nadomestijo s cenejšim, če je cena zanj previsoka. Če cene padejo, se število potovanj običajno poveča, saj si manj pomembna potovanja ljudje lažje privoščijo.

Višina stolpcev prikazuje, kako posebno občutljiva ali »elastična« je dobrina glede na ceno. Pri visoki elastičnosti (nizki stolpci) že sorazmerno majhna sprememba v ceni povzroči veliko spremembo v potrošnji. Nizka elastičnost cene (visoki stolpci) pa kaže na to, da imajo spremembe cen relativno majhen vpliv na potrošnjo.



Slika 6: Razvrstitev potovanj glede na vrednost za uporabnika

Analize elastičnosti običajno temeljijo na realnih cenah, ki ne vključujejo inflacije, kar je nasprotno nominalnim ali tekočim cenam. Na primer, če je v časovnem obdobju 10-odstotna inflacija in se nominalne cene ne spremenijo, so se realne cene znižale za 10 %. Če se med tem časovnim obdobjem cene zvišajo za 10 %, bodo realne cene ostale nespremenjene. V primeru, da pa se v tem obdobju nominalne cene povišajo za 20 %, se bodo realne cene povišale za približno 10 %.

4.1 Cene na splošno

Cene so v ekonomiji in gospodarstvu izid trgovanja in zaradi tega pripisujemo blagu, storitvam in premoženju številčno denarno vrednost. Pojem je osrednjega pomena tudi pri mikroekonomiji, kjer je ena izmed najpomembnejših spremenljivk v teoriji alokacije virov, imenovana tudi teorija cene.

Ceno pogosto zamenjujemo s stroški, čeprav sta to različna pojma. Cena je tisto, kar za določen produkt kupec plača prodajalcu, stroški pa zadevajo prodajalčeve investicije v izdelek (npr. proizvodni stroški). Finančni cilj trgovanja je, da cene izdelkov presežejo njihove proizvodne stroške.

4.2 Cene v prometnih modelih

Pri določevanju cene in koristi morajo potovalni stroški odražati skupno družbeno vrednost, medtem ko modeliranje povpraševanja potovanj zahteva oceno vrednosti potovalnega časa in drugih stroškov posameznika. Glede na potnikovo izbiro cilja (distribucijo potovanja), vrsto prometnega sredstva in izbiro poti se pri prometnem modeliranju uporabljajo različne vrednosti časa. V praksi se uporablja »generalizirani strošek«, ki vključuje različne lastnosti potovanja (čas potovanja, denarni stroški) v stroškovni funkciji. Zaradi tega se za pretvorbo časovnih enot v ekvivalentne denarne enote uporablja vrednost časa.

4.2.1 Vrednost časa

Vrednost časa ločimo na vrednost delovnega ter nedelovnega časa:

- Vrednost delovnega časa se nanaša samo na službena potovanja med delovnim časom, kar izključuje potovanja od službenega mesta in do njega. Na prostem trgu delovne sile se vrednost delovnega časa posameznika odraža v njegovem prihodku.
- Vrednost nedelavnega časa pa se uporablja za vse nedelavne namene potovanj za vsa prometna sredstva.

Večinoma ljudje ocenjujejo vrednost časa med svojim prostim časom nižje kot med službenim časom. Kar pomeni, da poskušajo z njim ravnati varčneje. Izjema je Japonska, kjer uporabljajo višjo vrednost za nedelovni čas.

Leta 2007 je bila v Sloveniji izvedena raziskava o vrednosti časa. V anketah izražene preference se je uporabnike ali potencialne uporabnike prometnih sistemov (voznike na bencinskih servisih na avtocesti in vzporedni cesti) spraševalo po izbiri med potovalnim časom, ceno potovanja in ostalimi potovalnimi atributi v seriji hipotetičnih situacij. Anketiranje je potekalo na desetih lokacijah, na vseh štirih krakih (gorenjski, štajerski, dolenski in primorski).

Vrednost časa (Povzeto po: Modeliranje vpliva cestnine na izbiro poti v cestni mreži, Marsetič, 2008)

Vrsta vozila – namen potovanja	[€/h] VT	Standardna deviacija
Osebna vozila – služba	6,33	0,41
Osebna vozila – šola	6,28	0,18
Osebna vozila – nakupi	7,70	0,36
Osebna vozila – službena pot	7,77	0,38
Osebna vozila – ostalo	7,74	0,29
Osebna vozila tuja	8,00	0,35
Kombinirana vozila	8,96	0,35
Lahka tovorna vozila	17,36	0,35
Težka tovorna vozila	23,73	0,32

Vrednost časa na AC krakih (osebna vozila) (Povzeto po: Modeliranje vpliva cestnine na izbiro poti v cestni mreži, Marsetič, 2008)

AC krak	Vrednost časa [€/h]
gorenjski	6,25
štajerski	5,79
dolenski	7,08
primorski	5,60

Povprečna vrednost časa na vseh štirih AC krakih je 6,18 €/h. V preglednici so prikazani rezultati vrednosti časa za posamezne vrste vozil, namenov potovanj in pogostosti potovanj.

V številnih državah, npr. v Avstraliji, Severni Ameriki, Evropi (Avstrija, Belgija, Francija in Grčija) in drugod uporabljajo enotno vrednost časa za vse vrste potovanj ali pa za vrednost nedelovnega časa uporabljajo od 10- do 45-odstotne vrednosti delovnega časa. V Evropski uniji se vrednost časa za vrednotenje projektov razlikuje po različnih kategorijah, vključujoč: na osebo ali na vozilo, namen potovanja, vrsto transportnega sredstva, dolžino potovanja, potovalni razred in vrsto vozila. Razpon vrednosti časa se giblje med 6,3–23 €/uro za službeno potovanje in 2–8 €/uro za neslužbeno potovanje z osebnim vozilom.

V avstralski raziskavi, v katero je bilo vključeno šest glavnih mest, so za določitev vrednosti časa uporabili anketo izražene preference. Za osebna vozila so se vrednosti gibale med 6,5 in 7,2 \$/uro, za javni promet pa med 3,4 in 7,5 \$/uro. Ugotovili so, da na vrednost časa vpliva starost voznikov, osebni dohodek in lastništvo osebnega avtomobila. Druge socio-ekonomske karakteristike, kot so zaposlenost, zaposlitveni status, spol, mesto stalnega bivališča, imetje vozniškega dovoljenja ali stopnja izobrazbe niso vplivale na vrednost časa.

Tudi v Veliki Britaniji, kjer je vrednost nedelavnega časa za petino manjša od vrednosti delavnega časa, so dokazali, da je vrednost časa povezana z višino prihodka. V raziskavi napovedi rasti vrednosti časa (Values of Time and Operating Costs, 2004) je elastičnost vrednosti časa glede na BDP na osebo enaka 1,10, tako za vrednost delovnega kot tudi nedelovnega časa.

4.3 Dejavniki, ki vplivajo na izbiro poti

Uporabnikova izbira poti je odvisna od objektivnih in subjektivnih dejavnikov. Nekateri dejavniki, ki vplivajo na izbiro poti, so:

- potovalni čas za posamezno pot,
- dolžina poti in
- cestnina, parkirnina, cena vozovnice.

4.3.1 Potovalni čas

Potovalni čas je odvisen od zasičenosti cest in križišč, zasičenost pa je odvisna od prometnih obremenitev in kapacitet teh prometnic. Potovalni čas med dvema conama je sestavljen iz:

- dostopnega in izstopnega časa,

- časa vožnje po povezavah in
- časa v križiščih.

V določenih primerih lahko ocenimo potovalni čas s predpostavko, da je povprečna hitrost, ki jo izmerimo na določenem preseku, konstantna. Ta predpostavka je zlasti primerna za odseke, kjer prometni tok ni oviran (avtoceste in hitre ceste). V tem primeru lahko potovalni čas izračunamo z naslednjo enačbo:

$$t = \frac{l}{V_t} \quad (4.1)$$

kjer je:

t ocenjeni potovalni čas,

l dolžina odseka,

V_t povprečna hitrost v obdobju – aritmetično povprečje hitrosti vseh vozil, ki prevozijo presek v določenem obdobju, in se izračuna iz:

$$V_t = \frac{\sum v_i}{n} \quad (4.2)$$

kjer je:

V_t povprečna hitrost v obdobju,

v_i hitrost vozila i na preseku,

n število vozil, ki prepeljejo presek v določenem obdobju.

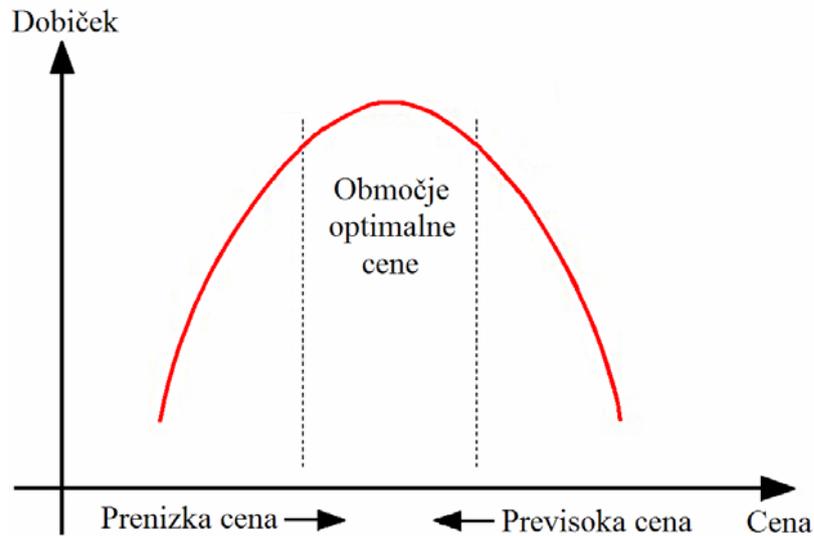
4.3.2 Operativni stroški

Uporaba cestnega omrežja z osebnimi in tovornimi vozili povečuje operativne stroške za uporabnika. Ti vključujejo stroške goriva, registracije in zavarovanja, olja, pnevmatik ter vzdrževanja vozila.

4.3.3 Cestnina

Z nekaterimi projekti se je v preteklosti dokazalo, da je variabilno cestninjenje na zelo obremenjeni cesti lahko učinkovit inštrument za pomik prometa iz koničnega v nekonično obdobje. Moderni sistemi cestninjenja ne omogočajo samo zbiranja cestnine po času v dnevu

ali v tednu, ampak omogočajo tudi cestninjenje glede na raven uslug prometa in/ali uporabo posebnih prometnih pasov.



Slika 7: Prikaz razmerja med ceno in dobičkom

Kako zelo pomembna je hitrost zviševanja pri zviševanju cene potrjuje primer iz Kanade, kjer so upravljavci postopno zvišali cestnino v dveh letih za petino. Po določenem času se je odločitev izkazala kot dobra, saj je bil dobiček od pobrane cestnine neprimerno večji.

5 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA OBČUTLJIVOST CENE

Čeprav se elastičnosti pogosto označujejo kot posamezne, točkovne ocene, je v resnici več dejavnikov, ki vpliva na občutljivost cene določene dobrine. Z drugimi besedami, elastičnosti so pravzaprav funkcije z več možnimi spremenljivkami, ki vključujejo tip tržišča, tip uporabnika in časovno obdobje. Na primer, čeprav je elastičnost potovanja vozila glede na ceno goriva definirana z $-0,3$ (posamezna vrednost), dejanska vrednost variira med $-0,1$ in $-0,8$. To je odvisno od tipa potovanja (nakupovalno, redno, rekreacijsko potovanje itd.), tipa voznika/-ce (bogat, reven, mlad, star itd.), okoliščin potovanja (podeželsko, mestno, v času prometne konice, izven prometne konice) in upoštevanega časovnega obdobja (kratko-, srednje-, dolgoročno).

5.1.1 Tip spremembe cene

Različne spremembe cen različno vplivajo na obnašanje potovanj, kar vidimo v naslednji preglednici.

Vplivi različnih vrst cenitev (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008)

Vrste vplivov	Cena vozila	Cena goriva	Cestnina	Cenitev zastoja v prometu	Parkirnina	Cena vozovnice javnega prometa
Lastništvo vozila	✓				✓	✓
Tip vozila	✓	✓				
Sprememba poti			✓	✓	✓	
Sprememba časa				✓	✓	
Sprememba načina		✓	✓	✓	✓	✓
Sprememba cilja potovanja		✓	✓	✓	✓	✓
Generacija potovanja		✓	✓	✓	✓	
Spremembe uporabe področja (kot so: kje živeti in delati.)			✓		✓	✓

Cena vozila in višina registracije lahko vplivata na število in tip kupljenih vozil, cena goriva in davek na onesnaženost pa na tip vozil v uporabi. Cestnina lahko premesti nekatera potovanja na druge poti ali cilje, medtem ko lahko cenitev zastojev v prometu (časovno variabilna cestnina, ki je višja v času prometnih konic) vpliva na potovalne čase, načine ter skupno število potovanj. Ti vplivi so odvisni od specifičnega tipa cenitve. Na primer, povišanje cen parkirnin za stanovalce bi po vsej verjetnosti vplivalo na lastništvo vozil, časovno spremenljiva cena parkirnin pa na čas potovanj.

5.1.2 Tip potovanja in potnika

Redna potovanja (na delo in v šolo) so manj elastična od potovanj za nakupe ali rekreacijskih potovanj. Zelo različne elastičnosti imajo lahko tudi potovanja med delovniki ali ob koncu tedna. Elastičnosti mestnih potovanj v času prometnih konic se spreminjajo glede na ceno, kajti zasičenost odvrta manj pomembna potovanja in dovoljuje le bolj pomembna potovanja avtomobilov. Potniki z višjimi dohodki so manj občutljivi na ceno izraženo v denarju kot potniki z nižjimi. Prav tako so potniki na službenih potovanjih manj občutljivi na finančno ceno kot ljudje na zasebnih potovanjih.

5.1.3 Kakovost in cena alternativnih poti, načinov in ciljev potovanj

Občutljivost na cene raste s kvaliteto in ponudbo alternativnih poti, načinov in ciljev potovanj. Na primer, vpliv cestnine je bolj občutljiv, če so na voljo tudi ceste brez cestnin.

Elastičnosti transporta lahko pogosto merimo kot odnose:

- Elastičnost rabe avtomobila, kot prevoznega sredstva, glede na odnos med potovalnim časom z avtomobilom in prevozom z drugim prometnim sredstvom.
- Elastičnost rabe avtomobila, kot prevoznega sredstva, glede na odnos obratovalnih stroškov avtomobila in ceno vozovnice javnega prometa.
- Elastičnost lastništva avtomobilov na gospodinjstvo in na osebo v odvisnosti od kakovosti storitev javnega prometa.

5.1.4 Časovno obdobje

Pri elastičnosti povpraševanja je pomembno ali merimo spremembe v krajšem obdobju (eno ali dve leti) ali pa v daljšem obdobju. V prvem primeru govorimo o kratkoročni elastičnosti povpraševanja, v drugem pa o dolgoročni elastičnosti.

Dolgoročno povpraševanje je praviloma bolj elastično kot kratkoročno, saj se ljudje v daljšem obdobju lažje privadijo spremembam in v daljšem obdobju lažje spremenijo svoje navade. Kratkoročna elastičnost ima praviloma vrednost ene tretjine dolgoročne elastičnosti (za obdobje več kot 10 let). Prav tako so velike spremembe cene manj elastične kot manjše, kajti uporabniki naredijo najprej najlažjo prilagoditev.

Elastičnosti transporta s časom rastejo, saj imajo uporabniki več priložnosti za upoštevanje cen pri dolgoročnih odločitvah. Na primer, če uporabniki pričakujejo nizke obratovalne stroške, je večja verjetnost, da izberejo dom v predmestju in se vozijo v službo z avtomobilom. Če pa so predvideni zelo visoki stroški prevoza, bodo večji pomen dali alternativam, kot npr. dostop do javnega potniškega prometa in trgovin znotraj območja dosegljivega s hojo. Na dolgoročne odločitve torej vplivajo razpoložljive možnosti.

5.1.5 Velike in dodatne spremembe cen

Posebno previdnost je potrebno nameniti računanju vplivov velikih sprememb cen ali seštevanju vplivov mnogokratnih sprememb, kajti vsaka naknadna sprememba vpliva na različno osnovo, kot je bilo razloženo prej pri ločni elastičnosti. Pomembno je poudariti, da redukcije potovanj množimo in ne seštevamo. Na primer, če cene na blago zrastejo za 10 % z elastičnostjo $-0,5$, potem 1 % spremembe cene zmanjša porabo za 0,5 %, od 100 % na 99,5 % prvotne količine. Drugi 1 % spremembe cene zmanjša teh 99,5 % z drugim 99,5 % na 99 % in tako naprej za vsak 1 % spremembe cene. Na ta način je izračunana redukcija porabe zaradi 10 % zvišanja cene kot $(1 - 0,005)^{10}$ oz. $0,995^{10}$, kar znaša 4,889 % in ne celotnih 5 %, ki bi bili izračunani s preprostim množenjem $-0,5 \times 10$. Podobno, če predlagamo tri strategije za izvedbo, kar posamezno določa 5-, 6- in 7-odstotno redukcijo potovanj vozil, potem je celotna napoved redukcije 17-odstotna, kar izračunamo z enačbo $(1 - 0,05) \times (1 - 0,06) \times (1 - 0,07) = 17,0$ in ne 18-odstotna ($5 + 6 + 7 = 18$).

6 OCENE ELASTIČNOSTI TRANSPORTA

Spodnje tabele povzemajo nekaj tujih študij elastičnosti transporta ter predstavljajo pregled povprečnih vrednosti elastičnosti.

Ocene dolgoročnih elastičnosti transporta (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Johansson & Schipper, 1997))

Ocenjene komponente	Cena goriva	Dohodek	Davek (ne za gorivo)	Gostota poselitve
Lastništvo vozil	-0,20 do 0,0 (-0,1)	0,75 do 1,25 (1,0)	-0,08 do -0,04 (-0,06)	-0,7 do -0,2 (-0,4)
Povprečna poraba goriva	-0,45 do -0,35 (-0,4)	-0,6 do 0,00 (0,0)	-0,12 do -0,10 (-0,11)	-0,3 do -0,1 (-0,2)
Povprečna prevožena razdalja (avto/leto)	-0,35 do -0,05 (-0,2)	-0,1 do 0,35 (0,2)	0,04 do 0,12 (0,06)	-0,75 do 0,00 (-0,4)
Povpraševanje po gorivu za osebno vozilo	-1,00 do -0,40 (-0,7)	0,05 do 1,6 (1,2)	-0,16 do -0,02 (-0,11)	-1,75 do -0,3 (-1,0)
Povpraševanje po številu potovanj osebnih vozil	-0,55 do -0,05 (-0,3)	0,65 do 1,25 (1,2)	-0,04 do 0,08 (0,0)	-1,45 do -0,2 (-0,8)

Tabela ponazarja obseg ocen elastičnosti ter najbolj verjetne ocene avtorjev (vrednosti v oklepajih) za različne odvisnosti. Vidimo, da ima višina dohodka največji vpliv na lastništvo vozil, povpraševanje po gorivu ter število potovanj osebnih vozil. Na ocenjene komponente imata prav tako dokaj velik vpliv cena goriva in gostota poselitve.

Elastičnosti transporta (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Goodwin, 1992 in Luk & Heburg, 1993))

	Kratkoročno		Dolgoročno		Nedoločeno
	Luk &		Luk &		Goodwin
	Goodwin	Heburn	Goodwin	Heburn	
Poraba goriva glede na ceno goriva	-0,27	-0,12	-0,71	-0,58	-0,53
Raven prometa glede na ceno goriva	-0,16	-0,10	-0,33	–	–
Povpraševanje po avtobusih glede na ceno vozovnice	-0,28	-0,29	-0,55	–	–
Povpraševanje po vlakih glede na ceno vozovnice	-0,65	-0,35	-1,08	–	–
Povpraševanje po javnem prevozu glede na ceno goriva	–	0,07	–	–	0,34
Lastništvo os. vozil glede na ceno javnega prevoza	–	0,09	–	–	0,1 do 0,3

Tabela potrjuje dejstvo, da imajo dejavniki, ki vplivajo na transport, dolgoročno večji vpliv kot kratkoročno. Vidimo tudi, da so železniški prevozi veliko bolj elastični od avtobusnih, kar potrjujeta tudi naslednji preglednici.

Potrebno se je zavedati, da se bodo vplivi cen čez čas povečali, ko bodo uporabniki imeli več izbire (v zvezi s povečanjem dejanskih dohodkov, lastništva avtomobilov in novih telekomunikacij, ki lahko nadomeščajo fizična potovanja).

Elastičnosti povpraševanja uporabnika, evropski podatki (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Mayeres, 2000))

	Cena potovanja v času prometnih konic	Cena potovanja izven časa prometnih konic	Dohodek
Prevožena razdalja v miljah za nujna potovanja	-0,16	-0,43	0,70
Prevožena razdalja v miljah za dodatna potovanja	-0,43	-0,36	1,53
Prevožena razdalja v km na potnika v avtobusu, tramvaju, metroju	-0,19	-0,29	0,59
Prevožena razdalja v km na potnika v vlaku	-0,37	-0,43	0,84

V času izven prometnih konic je vpliv generaliziranih stroškov na dolžino nujnih in dodatnih oz. neobveznih potovanj približno enak. V času prometnih konic pa imajo ti stroški veliko večji vpliv na dodatna kot na nujna potovanja. Enako je pri vplivu dohodka oz. sredstev za osebno potrošnjo.

Elastičnosti potniškega prevoza (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Small & Winston, 1999))

Tip potnika/vzrok elastičnosti	Osebno vozilo	Avtobus	Vlak	Letalo
Mestni potnik/cena potovanja	-0,47	-0,58	-0,86	-
Mestni potnik/potovalni čas	-0,22	-0,60	-0,60	-
Primestni potnik/cena potovanja	-0,45	-0,69	-1,20	-0,38
Primestni potnik/potovalni čas	-0,39	-2,11	-1,58	-0,43

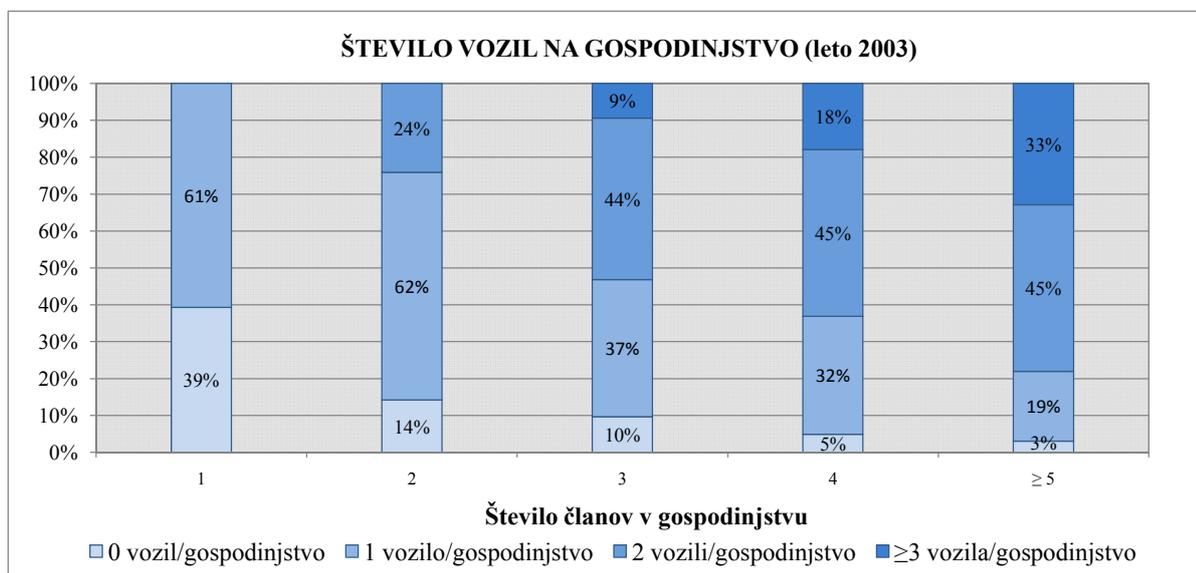
Preglednica ponazarja večjo občutljivost na ceno potovanja in potovalni čas primestnih potnikov kot mestnih, ter višjo elastičnost avtobusa in vlaka kot prevozna sredstva glede na osebno vozilo ali letalo.

Lastništvo motornih vozil ali število vozil dostopnih za uporabo na posamezno gospodinjstvo ima velik vpliv na generacijo potovanj. Razumljivo je, da gospodinjstvo z več kot enim motornim vozilom generira več potovanj na enoto kot gospodinjstva z enim avtomobilom, čeprav jih slednja bolj intenzivno uporabljajo v koristne namene.

Elastičnosti lastništva avtomobilov (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Small & Winston, 1999))

	Eno vozilo v gospodinjstvu	Dve vozili v gospodinjstvu
Kratkoročni stroški obratovanja vozila	-0,23	-0,06
Dolgoročni stroški obratovanja vozila	-0,28	-0,10

Leta 2003 je bila v širšem območju ljubljanske regije izvedena anketa po gospodinjstvih. Rezultati so pokazali, da jih v vzorcu skoraj 6.000 gospodinjstev 13 % nima avtomobila, 43 % ima eno, 34 % dve ter 10 % tri ali več osebnih vozil. Lastništvo vozil je v neposredni povezavi s številom članov v gospodinjstvu ter njegovim neto dohodkom, kar je prikazano v naslednjem diagramu in tabeli.



Slika 8: Število osebnih vozil na gospodinjstvo

*Št. osebnih vozil v odvisnosti od velikosti gospodinjstva in višine njegovega neto dohodka
 (Povzeto po: Anketa po gospodinjstvih: Raziskava potovalnih navad prebivalcev ljubljanske
 regije, 2003)*

Št. članov v gosp.	Število vozil		Neto dohodek								
			≤599€		600–1199€		≥1200€		ni podatka		
1	0	297	39%	204	51%	76	26%	5	14%	12	41%
	1	459	61%	194	49%	218	74%	30	86%	17	59%
	Skupaj:	756	100%	398	100%	294	100%	35	100%	29	100%
2	0	214	14%	82	29%	99	13%	27	7%	6	13%
	1	921	62%	167	59%	497	65%	231	58%	26	58%
	2	363	24%	35	12%	174	23%	141	35%	13	29%
	Skupaj:	1498	100%	284	100%	770	100%	399	100%	45	100%
3	0	139	10%	26	18%	62	9%	48	8%	3	6%
	1	537	37%	74	50%	287	44%	158	27%	18	36%
	2	633	44%	39	26%	259	40%	308	52%	27	54%
	≥3	135	9%	9	6%	45	7%	79	13%	2	4%
	Skupaj:	1444	100%	148	100%	653	100%	593	100%	50	100%
4	0	83	5%	10	7%	27	4%	36	5%	10	13%
	1	544	32%	68	49%	272	40%	186	24%	18	23%
	2	768	45%	46	33%	293	43%	388	49%	41	51%
	≥3	295	18%	14	10%	95	14%	175	22%	11	14%
	Skupaj:	1690	100%	138	100%	687	100%	785	100%	80	100%
5 in več	0	18	3%	2	4%	4	2%	11	4%	1	5%
	1	112	19%	27	49%	46	20%	36	12%	3	14%
	2	272	45%	14	25%	119	53%	133	45%	6	29%
	≥3	195	33%	12	22%	57	25%	115	39%	11	52%
	Skupaj:	597	100%	55	100%	226	100%	295	100%	21	100%

Elastičnosti potovanj v Evropi (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (de Jong and Gunn, 2001))

Način/cilj	Štev. potovanj z os. vozili glede na ceno goriva	Štev. prevoženih km z os. vozili glede na ceno goriva	Štev. potovanj z os. vozili glede na potovalni čas	Štev. prevoženih km z os. vozili glede na potovalni čas
<i>Kratkoročno</i>				
Redna potovanja	-0,20	-0,12	-0,62	-
Majhna podjetja	-0,06	-0,02	-	-
Večja podjetja	-0,06	-0,02	-	-
Vožnje v šolo	-0,22	-0,09	-	-
Ostali nameni	-0,22	-0,20	-0,52	-
Skupaj	-0,16	-0,16	-0,60	-0,20
<i>Dolgoročno</i>				
Redna potovanja	-0,14	-0,23	-0,41	-0,63
Majhna podjetja	-0,07	-0,20	-0,30	-0,61
Večja podjetja	-0,17	-0,26	-0,12	-0,53
Vožnje v šolo	-0,40	-0,41	-0,57	-0,76
Ostali nameni	-0,15	-0,29	-0,52	-0,85
Skupaj	-0,19	-0,26	-0,29	-0,74

Preglednica predstavlja elastičnosti števila potovanj in števila prevoženih kilometrov glede na ceno goriva in čas potovanja za različne namene potovanj. Vidimo, da ima potovalni čas veliko večji vpliv kot cena goriva tako na število kot tudi na dolžino potovanj, ter da poslovna potovanja niso tako občutljiva kot ostala (redna, v šolo in druga) tako kratkoročno kot tudi dolgoročno.

Pregled rezultatov: Različne elastičnosti (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Goodwin, Dargay in Hanly, 2003))

Odvisne spremenljivke glede na ceno goriva	Kratkoročno	Dolgoročno
Poraba goriva (skupaj)	–0,57 do –0,01 (–0,25)	–1,81 do 0,0 (–0,64)
Poraba goriva (na vozilo)	–0,08 –	–1,1 –
Število prevoženih kilometrov (skupaj)	–0,17 do –0,05 (–0,1)	–0,63 do –0,10 (–0,29)
Število prevoženih kilometrov (na vozilo)	–0,14 do –0,06 (–0,1)	–0,55 do –0,11 (–0,3)
Zaloga (lastništvo) vozil	–0,21 do –0,02 (–0,08)	–0,63 do –0,10 (–0,25)

Vrednosti v oklepajih predstavljajo povprečne vrednosti elastičnosti.

Zaključki, na osnovi obširnega poročila študij elastičnosti Goodwin, Dargay in Hanly (2004) so:

- elastičnosti porabe goriva so večje kot elastičnosti količine prometa, največkrat za faktorje od 1,5 do 2. Torej, količina prometa ni preveč odvisna od cene goriva;
- dolgoročne elastičnosti so večje od kratkoročnih, večinoma za faktorje od 2 do 3; ter
- dohodkovne elastičnosti so večje od cenovnih, v glavnem za faktorje od 1,5 do 3.

Avtorji sklepajo, da če realne cene goriva zrastejo za 10 % in takšne ostanejo, potem je rezultat dinamičnega postopka sledeč:

- količina prometa pade za približno 1 % znotraj leta, do 3 % če gledamo dolgoročno (okoli 5 let);
- poraba goriva pade za okoli 2,5 % znotraj leta, do 6 % dolgoročno;
- učinkovitost porabe goriva se dvigne za okoli 1,5 % znotraj leta in okoli 4 % dolgoročno;
- skupno lastništvo vozil pade za manj kot 1 % kratkoročno gledano in 2,5 % dolgoročno.

Sklepajo tudi, če se realni dohodek dvigne za 10 %, sledi:

- število vozil ter skupna količina goriva, ki ga porabijo, bosta zrasla za približno 4 % znotraj leta in čez 10 % dolgoročno gledano;
- količina prometa (skupna potovanja vozil) se poveča za okoli 2 % znotraj leta in 5 % dolgoročno, kar kaže na to, da dodatna vozila povprečno prevozijo manj kilometrov.

Elastičnosti količine potovanj z vozili (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Moore & Thorsnes, 1994))

Sestavina cene	Kratkoročni učinek	Dolgoročni učinek
<i>Cena plačana v gotovini</i>		
Gorivo (služba)	– majhen	– majhen do srednji
Gorivo (ne služba)	– srednji	– srednji do visok
Cestnina na AC	– srednji	– visok
Parkirnina	– majhen	– visok
<i>Časovni stroški</i>		
Čas vožnje	– majhen	– srednji
Iskanje parkirnega prostora	– majhen	– visok
Zastoj v prometu	– majhen	– visok
<i>Alternativni stroški</i>		
Cena vozovnice	+ majhen	+ majhen
Čas prihoda in odhoda do postaje j. prevoza	+ majhen	+ majhen

Elastičnosti: majhen = 0 do 0,5; srednji = 0,5 do 1,0; visok = 1,0+

6.1 Vrste elastičnosti v prometu

Elastičnost je pojem, ki je pogosto rabljen v ekonomiji. Običajno kot merilo, kako se kupci in prodajalci odzivajo na spremembe na tržišču (ponudba – povpraševanje). Diplomaska naloga se nanaša na to, kako je povpraševanje po transportu odvisno od zunanjih pogojev in prometne ponudbe.

6.1.1 Obratovalni stroški vozila (plačani v gotovini)

To se nanaša na obratovalne stroške vozila, ki vplivajo na potovanje, kot so: stroški goriva, parkirnine in cestnine. Button (1993) ocenjuje elastičnost vožnje glede na stroške plačane v gotovini za različna potovanja, prikazana v naslednji preglednici.

Ocene elastičnosti za različne tipe potovanj glede na gotovinske stroške (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Button, 1993))

	Elastičnost potovanj na cestnem omrežju glede na gotovinske stroške
Nakupovanja v mestu (urban shopping)	-2,7 do -3,2
Redna potovanja v mestu (urban commuting)	-0,3 do -2,9
Poslovna potovanja med mesti (inter-urban business)	-0,7 do -2,9
Potovanja v prostem času med mesti (inter-urban leisure)	-0,6 do -2,1

Najbolj občutljiva potovanja glede na gotovinske stroške so potovanja za mestne nakupe. Primer je Ljubljana, kjer je v zadnjem desetletju njena urbanistična politika z izgradnjo nakupovalnih središč ter razvojem dejavnosti izven območja običajnih prometnih koridorjev pospešila rabo osebnega avtomobila. Ta pa povzroča nenehno gnečo, velike težave s parkiranjem, več stroškov ter več negativnih vplivov na okolje itd. V Ljubljani torej potrošniki raje nakupujejo v BTC-ju kot v mestnem središču, za kar je največji vzrok težava parkiranja. V BTC-ju je število parkirnih mest namreč v glavnem zadostno in parkirna je brezplačna.

6.1.2 Parkirnina

Zaradi neposrednega bremena parkirnine so vozniki občutljivi nanjo. V primerjavi z ostalimi gotovinskimi stroški sodi parkirna med tiste z večjim vplivom na potovanja vozil, ponavadi za faktor 1,5 do 2,0. Na primer, breme 1,00 \$ parkirnine na potovanje verjetno povzroči enako redukcijo števila potovanj vozil, kot povišanje cene goriva povprečno 1,50 \$ do 2,00 \$ na potovanje.

Preglednica prikazuje dolgoročni vpliv parkirnine na modele potovanj za različne tipe potovanj v urbanih regijah. Na primer, 10-odstotna rast cene parkirnin zmanjša število rednih potovanj z avtomobili in povpraševanja po parkiranju za 0,8 % ter porast zasedenosti osebnih vozil, števila potnikov na javnih prevozi in nemotoriziranih potovanj (hoja in kolo), vsakega za 0,2 %. Vidimo, da so kratkoročno vse tri alternative dokaj enakovredno zastopane, medtem ko se dolgoročno gledano največ potnikov premesti v nemotorizirana prevozna sredstva.

Dolgoročne elastičnosti parkirnin (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (TRACE, 1999))

Način/namen	Voznik avtomobila	Potnik v avtomobilu	Javni prevoz	Nemotorizirana sredstva (kolo, peš)
<i>Število potovanj</i>				
Redna	-0.08	+0,02	+0,02	+0,02
Poslovna	-0.02	+0,01	+0,01	+0,01
Pot v šolo	-0.10	+0,00	+0,00	+0,00
Ostali nameni	-0.30	+0,04	+0,04	+0,05
Skupaj	-0.16	+0,03	+0,02	+0,03
<i>Število kilometrov</i>				
Redna	-0.04	+0,01	+0,01	+0,02
Poslovna	-0.03	+0,01	+0,00	+0,01
Pot v šolo	-0.02	+0,00	+0,00	+0,00
Ostali nameni	-0.15	+0,03	+0,02	+0,05
Skupaj	-0.07	+0,02	+0,01	+0,03

Leta 2006 so strokovnjaki anketirali vozače iz Vancouvera v Kanadi. Naslednja preglednica prikazuje rezultate te ankete, kako različne parkirnine in cestnine vplivajo na odstotek števila potovanj v vozilu s samo enim potnikom. (1,00 \$ CA = 0,64 \$ US)

Kombinacija med parkirnino in cestnino (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Washbrook, Haider and Jaccard, 2006))

Cestnina	Brezplačno parkiranje	Parkirnina 1\$	Parkirnina 3\$	Parkirnina 6\$	Parkirnina 9\$
0\$	83 %	80 %	74 %	62 %	49 %
1\$	78 %	75 %	68 %	55 %	42 %
3\$	68 %	65 %	56 %	43 %	30 %
6\$	56 %	52 %	43 %	31 %	21 %
9\$	50 %	46 %	37 %	26 %	17 %

Tabela prikazuje selitev iz avtomobila v druga prevozna sredstva, ki jo lahko pričakujemo od različnih kombinacij cestnin in parkirnin v regiji Vancouver. Zanimivo je, da so ljudje bolj občutljivi na cestnino kot parkirnino, četudi sta njuni ceni enaki. Nasprotno je le v primeru parkirnine 9 \$.

6.1.3 Stroški ceste in cestnine

Stroški ceste pomenijo, da vozniki plačajo davek za uporabo določene ceste ali vožnjo v določenem območju. Razvoj gre v smeri cestninjenja zasičenega prometa. To pomeni, da so cestnine višje v času prometnih konic in nižje zunaj njih. S tem bi namreč zmanjšali zasičenost prometa.

V Londonu so na primer leta 2003 uvedli cestnino (prvotna cena je bila 5 £, ki je leta 2005 zrasla na 8 £) za vstop v središče mesta v delovnih dneh. Ta je v območju, ki je predmet cestninjenja, zmanjšala promet zasebnih avtomobilov za 38 % in promet vozil v totalu (vključno z avtobusi, taksiji in tovornimi vozili) za 18 %. Planerji leta 2003 niso predvidevali tako velikega zmanjšanja prometa, kar kaže na višjo cenovno elastičnost.

Harvey and Deakin (1997) sta raziskovala vpliv zasičenosti na promet v štirih velikih predelih Kalifornije. Preglednica povzema rezultate za leto 2010. Prikazuje na primer, da se bo v predelu na južni obali Los Angelesa, kjer naj bi uvedli povprečno vrednost cestnine za vstop v mesto v vrednosti 19 ¢ na prevoženo miljo (v pogojih zasičenega prometa), število potovanj zmanjšalo za 3,3 %, zamude zaradi zastojev pa za 32 %.

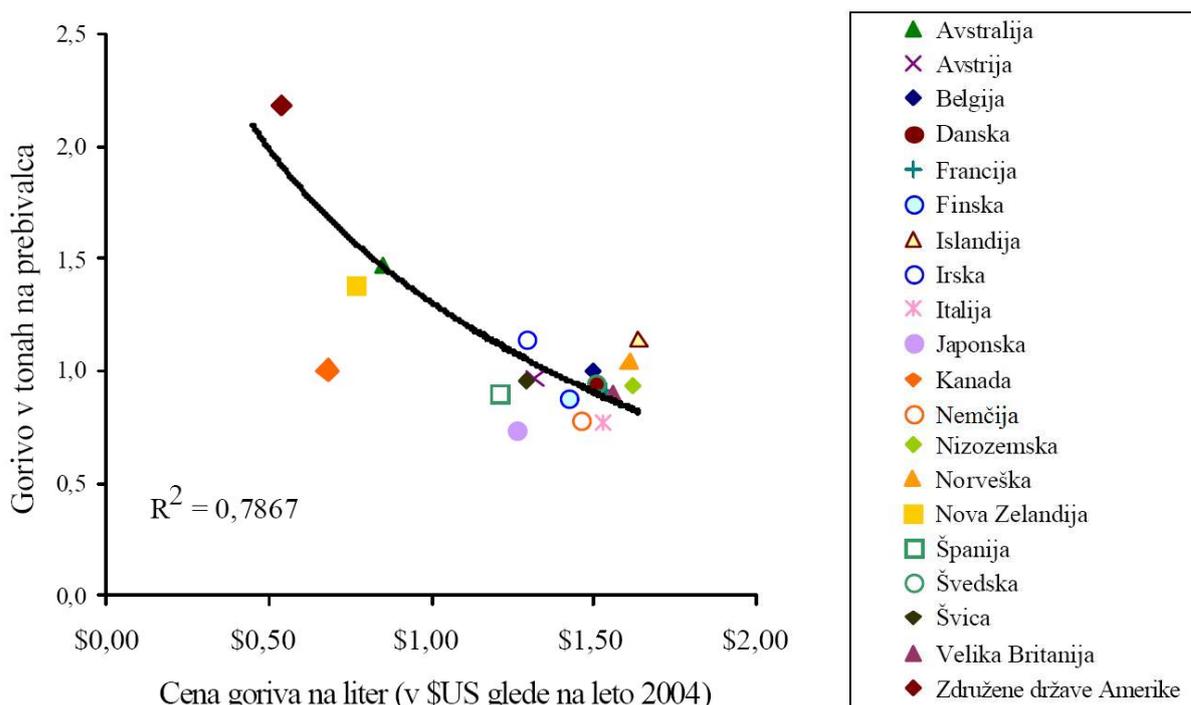
Vplivi cestnine za v mesto v pogojih zasičenega prometa (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Harvey and Deakin, 1998))

Regija	Povprečna cestnina na miljo za vstop v mesto	Število prevoženih milj za vozila v totalu	Število potovanj vozil v totalu	Zastoji v prometu	Poraba goriva	ROG (kriteriji za onesnaževalce zraka)	Dohodek v milijonih dolarjev glede na leto 1991
Obm. zaliva	13¢	-2,8 %	-2,7 %	-27,0 %	-8,3 %	-6,9 %	2.274 \$
Sacramento	8¢	-1,5 %	-1,4 %	-16,5 %	-4,8 %	-3,9 %	443 \$
San Diego	9¢	-1,7 %	-1,6 %	-18,5 %	-5,4 %	-4,2 %	896 \$
Južna obala	19¢	-3,3 %	-3,1 %	-32,0 %	-9,6 %	-8,1 %	7.343 \$

6.1.4 Poraba goriva glede na ceno goriva

Višanje cen goriva povzroči zmanjšanje porabe prevozne energije (Lipow, 2008; CBO, 2008). Kratkoročni prihranki goriva so sestavljeni iz krajšanja potovanj (kratkoročni vpliv) in zamenjave za vozila z bolj varčno porabo goriva (dolgoročni vpliv).

Slika 8 prikazuje odnos med cenami goriva ter porabo transportne energije na prebivalca za različne države za leto 2007. ZDA, Kanada, Avstralija in Nova Zelandija imajo nizke cene in visoko porabo energije, medtem ko imajo ostale države dva do trikrat višje cene in porabo energije za promet pol tolikšno.



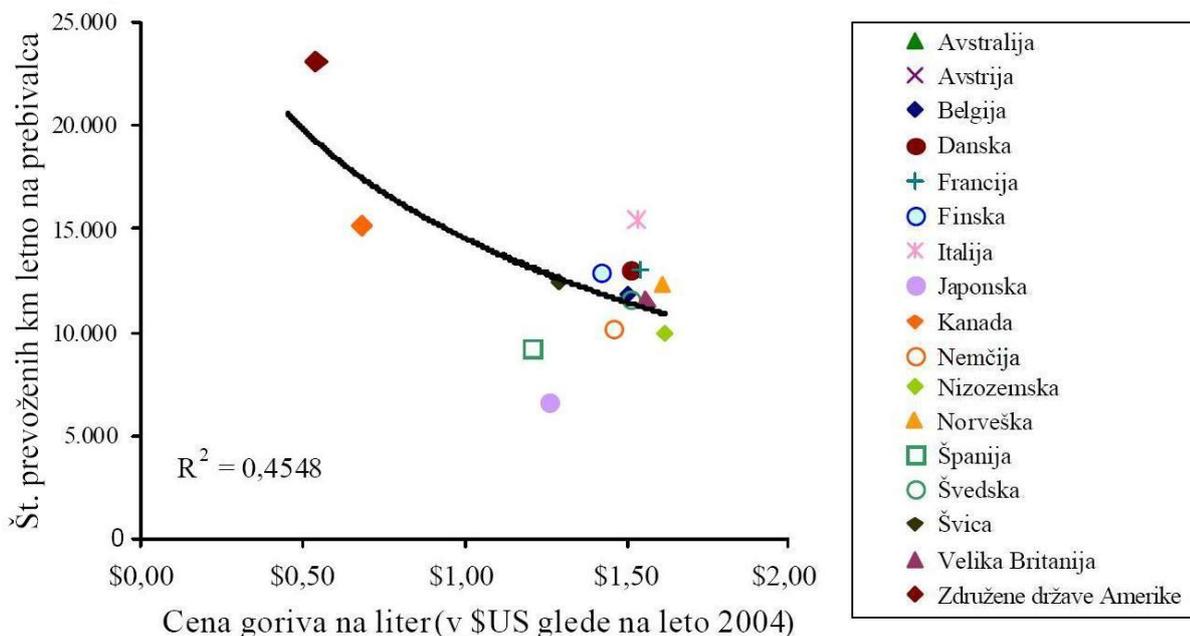
Slika 9: Cena goriva proti porabi prevozne energije na prebivalca

Nedavne študije so pokazale, da se je elastičnost povečala po letu 2006. Leta 2007 in 2008 sta se poraba goriva in število potovanj z vozili na prebivalca zmanjšala, saj so cene goriva že dovolj visoke, da pomembno vplivajo na obnašanje uporabnika. Komanoff (2008) je ocenil, da je leta 2004 kratkoročna cenovna elastičnost goriva v ZDA dosegla nizko vrednost $-0,04$, leta 2005 narasla na $-0,08$, leta 2006 na $-0,12$ ter leta 2007 na $-0,16$.

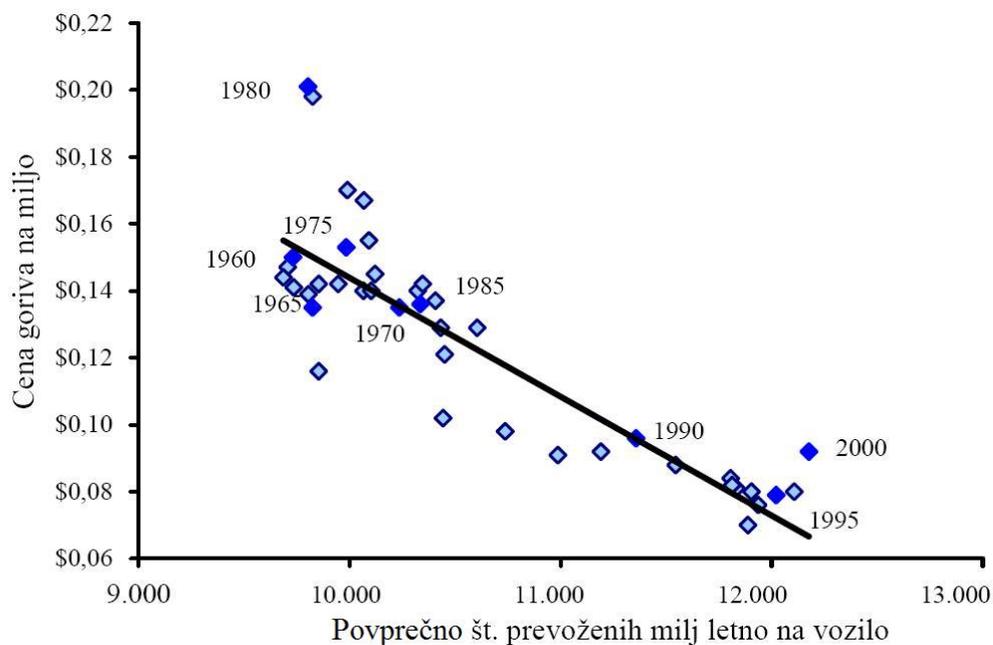
6.1.5 Število potovanj glede na ceno goriva

Približno tretjina prihranka goriva, ki je rezultat višje cene goriva, gre na račun zmanjšanja števila prevoženih kilometrov.

Sliki 10 in 11 prikazujeta, kako spremembe realnih cen goriva vplivajo na število potovanj vozil na prebivalca.



Slika 10: Cena goriva proti številu prevoženih kilometrov na prebivalca



Slika 11: Cena goriva proti številu prevoženih milj na leto

Iz slike lahko vidimo, da se število prevoženih kilometrov letno na prebivalca oz. vozilo poveča, ko se realni stroški goriva na liter oz. miljo zmanjšajo in obratno.

Študija Congressional Budget Office (CBO, 2008) je ugotovila, da povečane cene goriva zmanjšajo hitrosti in količino prometa na avtocestah. Vsakič, ko se cena bencina poveča za

50 ¢ na galono (ali za 20 %) se količina prometa na avtocestah (če obstaja možnost vzporednega železniškega prevoza) zmanjša za 0,7 % na delovni dan oz. 0,2 % ob koncu tedna. Primerljivo se poveča javni potniški promet. Hitrosti na srednje zasičenih avtocestah se zaradi bolj defenzivne oz. varčne vožnje zmanjšajo za približno 1 %, čeprav sicer manjša količina prometa omogoča večje hitrosti.

Preglednica povzema elastičnosti in križne elastičnosti cen goriva na prepotovani kilometer v urbanih območjih z visokim lastništvom vozil (več kot 450 vozil na 1.000 prebivalcev). Na primer, 10-odstotna rast cene goriva napove zmanjšanje število rednih potovanj avtomobilov za 1 % in povečanje voženj z javnim prometom za 2 %.

Elastičnosti glede na ceno goriva (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (TRACE, 1999))

Način/namen	Voznik avtomobila	Potnik v avtomobilu	Javni prevoz	Nemotorizirana sredstva (kolo, peš)
<i>Število potovanj</i>				
Redna	-0,11	+0,19	+0,20	+0,18
Poslovna	-0,04	+0,21	+0,24	+0,19
V šolo	-0,18	+0,00	+0,01	+0,01
Ostali nameni	-0,25	+0,15	+0,15	+0,14
Skupaj	-0,19	+0,16	+0,13	+0,13
<i>Število kilometrov</i>				
Redna	-0,20	+0,20	+0,22	+0,19
Poslovna	-0,22	+0,05	+0,05	+0,04
V šolo	-0,32	+0,00	+0,00	+0,01
Ostali nameni	-0,44	+0,15	+0,18	+0,16
Skupaj	-0,29	+0,15	+0,14	+0,13

6.1.6 Potovalni čas

Višja hitrost in manjša zamuda vplivata na rast potovalne razdalje in število potovanj. Povečanje relativne hitrosti določenega prevoznega sredstva pa privabi potovanja iz ostalih

prevoznih sredstev na svoj koridor (število potovanj ostane nespremenjeno). Boljša ponudba povzroči tudi t. i. inducirani promet, tj. dodaten promet, ki ga prej ni bilo. Vendar velikokrat ni jasno ali je to dodatni promet ali pa se je promet preselil, saj ga ne bi bilo, če ne bi prišlo do izboljšave.

Pri projektiranju načrtovalci upoštevajo prometno rast za prihodnost, ki je izračunana na osnovi povečanega lastništva avtomobilov in socio-ekonomskega razvoja. V račun ni vzet inducirani promet, ki bi ga povzročila prisotnost nove ceste (predpostavljeno je, da se bo promet povečal ne glede na to ali bo cesta zgrajena ali ne). Klasičen primer inducirane povpraševanja je AC obroč okoli Londona (M25), ki je bil zgrajen na koncu 80 in začetku 90 let. Kratkoročno (skoraj od odprtja) je bila AC pogosto zasičena (načrtovalci so podcenili nivo povpraševanja, kajti nekaj prometa je bilo inducirane in cesta ni imela dovolj velike kapacitete). Dolgoročno (čez nekaj let) je prišlo do izboljšanja dostopnosti do nove AC in ljudje so prilagodili lokacije svojih domov in služb glede na obroč ter nadalje povečali povpraševanje.

Nekatere raziskave podpirajo hipoteze o konstantnem času za potovanje. Te pravijo, da bo za določeno število ljudi potovalni čas ostal nespremenjen. Običajno povprečno znaša od 50–60 min/dan v Evropi ter od 70–90 min/dan v ZDA. Iz tega sledi, da je elastičnost potovanja glede na hitrost enaka 1,0 (Mokhtarian and Chen, 2004). Strokovnjaki v VB pa so prišli do zaključka, da elastičnost količine potovanj glede na potovalni čas znaša –0,5 kratkoročno in –1,0 dolgoročno (SACTRA, 1994). To pomeni, da skrajšanje potovalnega časa za 20 % običajno poveča količino prometa za 10 % kratkoročno in 20 % dolgoročno. V preglednici so prikazane vrednosti elastičnosti neke druge raziskave.

Elastičnosti potovanj vozil glede na potovalni čas (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Goodwin, 1996))

	Kratkoročno	Dolgoročno
Mestne ceste	–0,27	–0,57
Ceste zunaj mest	–0,67	–1,33

Vavier (2001) je napravil analizo, ki je vsebovala 52 mest (od tega 45 evropskih) in prometne podatke iz obdobja 1995–2001. Izračunal je skupen povprečen potovalni čas motoriziranih potovanj, ki je znašal 25 min; 21,5 min za osebna vozila in 34,5 min za javni potniški promet.

Povprečno trajanje motoriziranega potovanja glede na velikost mestne površine in tržni delež javnega potniškega prevoza (Povzeto po: Mobility in Cities: Analysis and Recommendations, Vivier, 2006)

Povprečno trajanje motoriziranega potovanja (v min)	Mestna površina (v hektarih)		
	< 30.000 ha	30.000–90.000 ha	> 90.000 ha
	23,2	26,4	27,5
Delež javnega potniškega prevoza (v % motoriziranih potovanj)			
	< 15 %	15–30 %	>30 %
	18,3	25,1	29,1

Vavier je potrdil, da ima večja gostota poselitve in večji delež potovanj, opravljen peš, s kolesom ali javnim potniškim prevozom, za posledico bolj ekonomičen transportni sistem (manjši % državnega BDP-ja gre za stroške transporta). Stroški potovanj za državo variirajo od 5 % BDP-ja v gosto poseljenih mestih, z visokim koriščenjem javnega potniškega prevoza, do 12 % v mestih z redko poselitvijo, kjer je avtomobil v resnici edini način potovanja. Gospodinjstva v območjih z redkeje poseljenim prebivalstvom imajo tudi značilno povečano število prevoženih kilometrov, v primerjavi s tistimi, v območjih z gostejšo poselitvijo.

Ko gre za potovalni čas, so javni prevozi največkrat manj učinkoviti od osebnih avtomobilov. Razlog sta čakanje in prestopanje. Edina izjema so radialne povezave visoko kakovostnega javnega prometa (npr. metro) v zasičenih mestnih jedrih, kjer je javni potniški promet pogosto hitrejši od osebnega vozila, posebno v času prometnih konic. Čeprav so obratovalni stroški avtomobila večji, so zaradi potovalne hitrosti, ki je vsaj 1,3-krat višja od hitrosti javnih prevozov (pri potovanju »od vrat do vrat« pa celo 1,9-krat višja), skupni stroški z javnim prometom lahko večji. V raziskavi, kjer je bilo vključenih šest mest (Chicago, Singapur, Pariz, London, Dunaj in Budimpešta) je bila vzeta vrednost časa 6 €/h, razen pri Budimpešti 2 €/h.

Skupni stroški potovanja s prevoznim sredstvom (Povzeto po: Mobility in Cities: Analysis and Recommendations, Vivier, 2006)

	Chicago	Singapur	Pariz	London	Dunaj	Budimpešta
Dolžina potovanja [km]	12	9,6	9,1	9,8	7,7	7,9
Cena potovanja z avtom [€]	4,4	1,9	3,2	3,8	3,8	1,5
Cena potovanja z javnim potniškim prevozom [€]	3,4	0,5	2	2,6	1,5	0,35
Trajanje potovanja z avtomobilom [min]	26,5	23	24,5	26	19,5	23,5
Trajanje potovanja z javnim potniškim prevozom [min]	49,5	42	36	28	29,5	36
Skupni stroški potovanja z avtomobilom [€]	7,25	4,35	5,8	6,55	5,85	2,4
Skupni stroški potovanja z javnim potniškim prevozom [€]	8,35	4,7	5,6	5,4	4,45	1,55

Naslednja preglednica povzema vplive sprememb potovalnega časa na povpraševanje po potovanju za različne namene potovanj v območjih z visokim lastništvom vozil (več kot 450 vozil na 1.000 prebivalcev).

Dolgoročne elastičnosti potovanj z avtomobilom glede na potovalni čas (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (TRACE, 1999))

Namen/cilj	Voznik avtomobila	Potnik v avtomobilu	Javni prevoz	Nemotorizirana sredstva (kolo, peš)
Redna potovanja	-0,96	-1,02	+0,70	+0,50
Poslovna potovanja	-0,12	-2,37	+1,05	+0,94
Pot v šolo	-0,78	-0,25	+0,03	+0,03
Ostali nameni	-0,83	-0,52	+0,27	+0,21
Skupaj	-0,76	-0,60	+0,39	+0,19

Družba Dowling (2005) je ocenila elastičnosti potovanj glede na potovalni čas za različne načine potovanj in časovna obdobja po podatkih iz Portlanda (Oregon). Na primer, za vsak 1 % rasti potovalnega časa vozila z enim potnikom v jutranji prometni konici se zmanjšajo potovanja z vozili za 0,225 % in poveča povpraševanje po večji zasedenosti za 0,037 % in javnem prevozu za 0,036 %.

Elastičnosti potovalnega časa in križne elastičnosti (Povzeto po: Victoria Transport Institute, Litman, 2008 (Dowling Associates, 2005))

		Jutranja prometna konica			Popoldanska prometna konica		
		Vozilo z enim potnikom	Vozilo z več potniki	Javni prevoz	Vozilo z enim potnikom	Vozilo z več potniki	Javni prevoz
Jutranja prometna konica	Vozilo z enim potnikom	-0,225	0,030	0,010	-0,024	-	-
	Vozilo z več potniki	0,037	-0,303	0,032	-	-0,028	-
	Javni prevoz	0,036	0,030	-0,129	-	-	-0,007
Popoldanska prometna konica	Vozilo z enim potnikom	-0,124	-	-	-0,151	0,015	0,005
	Vozilo z več potniki	-	-0,109	-	0,019	-0,166	0,016
	Javni prevoz	-	-	-0,051	0,018	0,015	-0,04
Čas zunaj prometne konice	Vozilo z enim potnikom	-0,170	-	-	-0,069	-	-
	Vozilo z več potniki	-	-0,189	-	-	-0,082	-
	Javni prevoz	-	-	-0,074	-	-	-0,014

V preglednici vidimo spremembe povpraševanj za tri načine prevozov glede na čas potovanja v jutranji in popoldanski prometni konici ter v času zunaj prometne konice.

6.1.7 Cena vozila in dohodek

Številne študije so raziskovale, kako cena vozila in dohodek vplivata na lastništvo in uporabo vozil (Jansson, 1989; Golob, 1989). Elastičnost lastništva glede na ceno je ocenjena med $-0,4$ in $-1,0$, kar pomeni, da 10 % višji skupni stroški vozila znižajo lastništvo za 4–10 %. Osnova za to oceno so bile različne raziskave, vključno z analizo Goodwin, Dagay and Hanly (2003). Ta pravi, da 10 % višja cena goriva zmanjša lastništvo za 1,0 % kratkoročno in 2,5 % dolgoročno ter da cena goriva predstavlja 25 % celotnih stroškov vozila.

Goodwin, Dargay and Hanly (2003) so prišli do zaključkov, da če se realni dohodek zviša za 10 %, potem:

- se število vozil in celotna količina goriva, ki ga le-ta porabijo, povečajo za skoraj 4 % v enem letu in čez 10 % dolgoročno;
- količina prometa ne raste v sorazmerju: 2 % v prvem letu in okoli 5 % dolgoročno.

6.1.8 Sprememba izbire prometnega sredstva

Rast obratovalnih stroškov vozila (gorivo, parkirina, cestnina ...) zmanjšuje uporabo vozila. Zaradi manj številčnih in krajših potovanj se jih nekaj preprosto izgubi. Delež zmanjšanja uporabe avtomobilov je sestavljen iz zamenjave načina prevoza na ostala prometna sredstva. Spremembe, ki se zgodijo, so odvisne od dejavnikov, kot so tip poti in potovanja, kakovost alternativ potovanja in tip potnika. Ponavadi neslužbena potovanja in potovanja na krajše razdalje zamenjata hoja in kolesarjenje, medtem ko se daljša potovanja preselijo na javni potniški promet (za mesto) in vožnje z več kot enim potnikom (za predmestje).

Glavni vzroki za spremembo izbire prometnega sredstva so stopnje motorizacije, razpoložljivost parkirišč in potovalne cene. Nespodbude k vožnji, kot sta parkirina in cestnina, običajno povzročijo največ 20–60 % preselitev potovanj iz avtomobilov na javni prevoz. Pri izboljšanih avtobusnih storitvah ponavadi 10–50 % dodatnih potovanj nadomesti potovanja z avtomobilom. To pomeni, da se potovanje z avtomobilom zmanjša za vsako drugo do deseto dodatno potovanje z javnim prometom. Ostala potovanja bi se premestila iz nemotoriziranih prevoznih sredstev, ki jih sestavljajo potovanja vozil, ki bi se kljub temu

zgodila ali inducirana oz. sprožena dodatna potovanja. Seveda ti faktorji variirajo glede na okoliščine.

6.1.9 Skupna preglednica različnih elastičnosti

Preglednica predstavlja povzetek različnih elastičnosti. Gre za skupne povprečne vrednosti različnih avtorjev (Baltagi, Goodwin & Dargay & Hanely, de Jong & Gunn, Johansson & Schipper, Luk & Heburn, Pham & Linsalata, Small & Winston, TRACE, Romily in ostali).

Opaziti je, da so dohodkovne elastičnosti večje od cenovnih (največkrat za faktorje od 1,5 do 3) ter da imajo sredstva za osebno potrošnjo oz. dohodek dolgoročno največji vpliv tako na povpraševanje potovanj kot tudi na povpraševanje po gorivu in njegovo povprečno porabo ter lastništvo osebnih vozil. Na lastništvo osebnih vozil pa dolgoročno odločilno vplivajo tudi obratovalni stroški vozila. Nasprotno imajo na ocenjene komponente precej majhen vpliv davki (ne za gorivo).

Tabela potrjuje tudi dejstvo, da imajo dejavniki, ki vplivajo na transport, dolgoročno večji vpliv kot kratkoročno (večinoma za faktorje od 2 do 3).

Preglednica 1: Skupna preglednica različnih elastičnosti

	Cena goriva			Sredstva za						Gostota poselitve			Obratovalni stroški vozila			Potovalni čas			Generalizirani strošek (cena potovanja)				
	KR	DR	ND	KR	DR	KR	DR	KR	DR	KR	DR	KR	DR	KR	DR	KR	DR	KR	DR	KR	DR	ND	
Povprečna poraba goriva	-0,22	-0,62	-0,53	-	-	0,39	0,72	-	-0,11	-	-0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Povpraševanje po gorivu za osebno vozilo	-	-0,7	-	-	-	-	1,2	-	-0,11	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raven prometa (<i>traffic level</i>)	-0,13	-0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,5	-0,1	-	-	-	-
Povprečna prevožena razdalja [km/os.vozilo]	-0,14	-0,27	-	-	-	-	0,2	-	0,06	-	-0,4	-	-	-	-	-	-	-0,2	-0,86	-	-	-	-
Povpraševanje potovanj z osebnim vozilom [št.potovanj/vozilo]	-0,16	-0,23	-	-	-	-	1,2	-	0,02	-	-0,8	-	-	-	-	-	-	-0,6	-0,34	-	-	-	-
Povpraševanje po javnem prevozu [št.potovanj/vozilo]	0,07	-	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Povpraševanje potovanj z avtobusom [št.potovanj/vozilo]	-	-	-	-	-0,29	-0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Povpraševanje potovanj z vlakom [št.potovanj/vozilo]	-	-	-	-	-0,50	-1,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lastništvo osebnih vozil [št.vozil]	-0,05	-0,12	-	0,09	-	0,24	0,96	-0,009	-0,06	-0,047	-0,4	-0,29	-2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
Eno vozilo v gospodinjstvu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,23	-0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dve vozili v gospodinjstvu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,06	-0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

KR=kratkoročno
DR=dolgoročno
ND=nedoločeno

V primerjavi z ostalimi gotovinskimi stroški sodita parkirnina in cestnina med tiste z večjim vplivom na potovanja vozil, ponavadi za faktor 1,5 do 2,0. Zanimivo je, da so ljudje bolj občutljivi na cestnino kot parkirnino, četudi sta njuni ceni enaki.

Cestnina lahko premesti nekatera potovanja na druge poti ali cilje, medtem ko lahko časovno variabilna cestnina ali cestnina zasičenega prometa vpliva na zmanjšano zasičenost prometa, načine in skupno število potovanj ter potovalni čas oz. zamude zaradi zastojev.

Za uporabnika predstavlja velik del skupnih stroškov, ki vključujejo tako čas kot tudi gotovinske stroške, potovalni čas. Le-ta ima veliko večji vpliv kot cena goriva na število, dolžino in občutljivost potovanj tako kratkoročno kot tudi dolgoročno.

Podatki o obsegu prometa z osebnimi avtomobili se v Sloveniji, podobno kot v večini novih članic EU, ne zbirajo sistematično. Kljub temu lahko na podlagi drugih kazalcev (razvoj motorizacije, naložbe v infrastrukturo, spreminjanje poselitvene sestave, nekonkurenčnost javnega potniškega prometa itd.) ter trendov v državah z razpoložljivimi podatki sklepamo, da obseg potniškega prometa glede na rast BDP-ja v Sloveniji narašča, predvsem na račun avtomobilskega prometa. Drugi kopenski prevozni načini (avtobus, vlak) po obsegu in rasti zaostajajo za osebnim avtomobilskim prometom. Stanje je zlasti zaskrbljujoče v avtobusnem potniškem prometu, saj je v zadnjem desetletju na primer kar za 2/3 manj potnikov v medkrajevnem avtobusnem prometu, upadajo pa tudi na mestnih avtobusih.

K temu prispevajo tako država kot tudi lokalne skupnosti, ki s svojimi načini reševanja prometne problematike takšne usmeritve spodbujajo. Kljub temu razmere na urbanih območjih, ki so kot središča človeških dejavnosti najbolj obremenjena s prometom in njegovimi posledicami, silijo mestne in državno upravo v drugačno ukrepanje. Zato lahko prve premike k trajnostnemu razvoju prometa pričakujemo prav na ravni mest.

V Evropski uniji več kot 60 % prebivalstva živi v mestnih območjih. V njih nastane skoraj 85 % bruto domačega proizvoda EU. Kar pomeni, da so mesta gonilo evropske ekonomije.

Cilj EU je počasnejša rast potniškega in tovarnega prometa od rasti BDP-ja, saj je bila njuna rast v zadnjem desetletju izenačena. V EU-15, pa je rast tovarnega prometa celo preseгла rast BDP. To velja tudi za Slovenijo in je prikazano v nadaljevanju.

7 PRAKTIČNI PRIMERI

7.1 Elastičnost prometnega dela glede na BDP

Breverjev zakon pravi, da so ljudje povprečno pripravljene porabiti točno določen delež svojih prihodkov in časa za potovanje. Torej je višji dohodek najpomembnejši razlog za povečano količino transporta ter višje potovalne hitrosti za večje število potniških kilometrov (pkm). Na primer, višji dohodki in izboljšana prometna infrastruktura so povzročili, da potovanja v prostem času pomembno prispevajo k povečani količini potniškega prometa. Prav tako na količino prometa odločilno vpliva prostorski razvoj. Na primer, gradnja nakupovalnega središča zunaj mesta zahteva večjo mobilnost kupcev in povzroča povpraševanja po tem prevozu.

Razvoj cestnega prometa v Republiki Sloveniji sta v preteklih letih zaznamovala predvsem vse večje število registriranih motornih vozil in s tem povečan obseg opravljenega prometnega dela, ki je zmnožek dolžine in povprečnega letnega prometa na posameznem odseku. Najhitreje je naraščal osebni potniški promet, predvsem na račun zmanjševanja obsega javnega potniškega prometa. Z nadaljnjim razvojem cestne infrastrukture se lahko pričakuje podobno tudi v prihodnje, saj se primerjalne prednosti cestnega prometa povečujejo.

Za izračun elastičnosti prometnega dela glede na BDP je bilo analizirano obdobje 1998–2007. Od 1998 naprej je namreč upoštevana nova kategorizacija cest, zato podatki za opravljeno prometno delo na državnih cestah v RS niso primerljivi s preteklimi leti. Prav tako v analizi nisem mogla upoštevati podatkov za prometno delo težkih tovornih vozil nad 7 t in tovornih vozil s priklopniki, saj le-ti niso merodajni, ker so tu všteta tudi tovorna vozila v tranzitu.

Preglednica 2: Podatki o bruto domačem proizvodu in opravljenem prometnem delu na državnih cestah Republike Slovenije

Leto	BDP [mio EUR] *	Dolžina cest (AC+HC+G+R) [km]	Povp. PLDP na odsekih [štev.vozil]	Prometno delo [mio voznih km/leto]		
				Vsa vozila	Osebna vozila	Lah. tov. Sred. tov.
1998	11447,0	6.051,8	3.883,0	8.577,5	7.576,7	529,5
1999	12057,6	6.116,2	4.068,0	9.082,5	8.020,9	564,4
2000	12555,6	6.128,1	4.153,0	9.289,7	8.129,6	660,3
2001	12913,3	6.207,0	4.281,0	9.699,1	8.514,8	663,2
2002	13426,4	6.221,7	4.412,0	10.019,9	8.761,7	681,8
2003	13807,1	6.214,5	4.544,0	10.306,7	8.918,2	735,3
2004	14399,0	6.215,6	4.789,0	10.864,5	9.333,9	788,9
2005	15025,1	6.248,6	4.868,9	11.104,7	9.490,4	770,2
2006	15912,0	6.278,6	5.026,9	11.520,0	9.767,5	819,3
2007	16988,4	6.332,2	5.244,3	12.120,8	10.133,5	908,5

Vir: Statistični urad RS in Direkcija RS za ceste

* Stalne cene preteklega leta, referenčno leto 1995 (fiksni tečaj 2007).

Vidimo, da se prometno delo na državnih cestah povečuje, kar je posledica večjega števila cestnih motornih vozil ter večje mobilnosti in gospodarskega razvoja.

V analizah transporta se najpogosteje uporablja ločna elastičnost, ki je definirana z logaritemsko obliko oz. njena različica, središčna ločna elastičnost, ki upošteva povprečne vrednosti spremenljivk. Za izračun elastičnosti sem uporabila obe enačbi (2.5 in 2.6) ter ugotovila, da so vrednosti za ločno in središčno ločno elastičnost v tem primeru identične. Prikazane so v spodnji preglednici.

Preglednica 3: Povprečne elastičnosti prometnega dela glede na BDP za obdobje 1998–2007

Elastičnosti prometnega dela glede na BDP		
Vsa vozila	Osebna vozila	Tovorna vozila do 7t
0,9	0,8	1,4

Te vrednosti veljajo za medkrajevna potovanja. V naseljenih območjih so elastičnosti približno polovico tolikšne, saj so odvisne tudi od stopnje zasičenosti omrežja. Manj ko je prostih kapacitet, manjša je rast prometa.

Ena izmed raziskav držav članic EEA pravi, da visoka gospodarska rast ni odvisna od obsega hitrejše rasti količine potniškega transporta. Vendar nasprotno zagovarja tezo, da sta rast bruto domačega proizvoda in tovornega prometa medsebojno povezana. Razlog naj bi bil v tem, da je trgovina vitalnega pomena za razvoj, cestni prevoz pa je v vseh ekonomijah njen nenadomestljiv del. Delež opravljenega cestnega tovornega prometa se povečuje zaradi odličnih storitev z vidika visoke fleksibilnosti, zanesljivosti in hitrosti. Te prednosti pa so še posebej izrazite pri prevozu blaga na krajše razdalje.

Za primerjavo in oceno verodostojnosti rezultatov sem vzela primer napovedi trendov rasti cestnega prometa, ki jo je leta 2004 na osnovi obstoječih podatkov napravil Tsamboulas. Za napovedi glede na bazno leto 2000 je izbral tri skupine evropskih držav (WP3). Osnovne predpostavke za WP3, katere je potrebno jemati s previdnostjo zaradi velikih regijskih razlik, so bile naslednje:

- rast BDP bo stalno naraščala,
- število prebivalstva (poseljenost) bo začela rahlo padati okoli leta 2015,
- trend potniškega prometa vključuje povečano odvisnost od osebnih vozil proti ostalim prevoznim sredstvom (avtobus in vlak),
- trendi tovornega prometa kažejo na prevlado cestnega prevoza.

Skupine evropskih držav (Povzeto po: WP3 – Alternative Scenarios of Growth, Trends in Road Transport (Passenger, Freight), Tsamboulas, 2004)

Države članice EU pred 1.5.2004	Države članice EU po 1.5.2004	Države, ki niso članice EU
Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
Avstrija, Grčija, Italija	Bolgarija, Češka, Litva, Madžarska, Poljska, Romunija, Slovaška, Slovenija , Turčija	Belorusija, Bosna in Hercegovina, Hrvaška, Gruzija, Makedonija, Moldavija, Rusija, Srbija in Črna gora, Ukrajina

Trendi rasti prometa v Skupini 1:

- rast potniškega prometa v totalu = rast BDP,
- rast tovornega prometa v totalu = $1,625 \times$ rast BDP.

Trendi rasti prometa v Skupini 2:

- rast osebnega potniškega prometa = $1,55 \times$ rast BDP/prebivalca,
- rast javnega potniškega prometa = $(-1,68) \times$ rast BDP/prebivalca,
- rast cestnega tovornega prometa = rast BDP.

Trendi rasti prometa v Skupini 3:

- rast lokalnega prometa = $1,25 \times$ rast BDP,
- rast prometa v totalu (vključno z mednarodnim) = $F \times$ rast BDP, kjer je $F = 1,68, 2,10$ in $2,6$.

Če primerjamo izračunane vrednosti elastičnosti prometnega dela glede na BDP, lahko vidimo, da se z napovedanimi trendi rasti za Skupino 2 (kamor spada tudi Slovenija) precej razlikujejo. Večjo podobnost lahko opazimo v primerjavi s trendi rasti prometa v Skupini 1 (kamor spadata tudi Avstrija in Italija), kar prikazuje tudi naslednja preglednica.

Napovedi rasti cestnega prometa za države v Skupini 2 (Povzeto po: WP3 – Alternative Scenarios of Growth, Trends in Road Transport (Passenger, Freight), Tsamboulas, 2004)

Napoved rasti cestnega prometa za obdobje 2000–2020		
Države	Pesimistična napoved	Optimistična napoved
Bolgarija	37,31 %	44,77 %
Češka	15,58 %	18,17 %
Litva	40,21 %	48,25 %
Madžarska	23,91 %	28,69 %
Poljska	43,10 %	51,72 %
Romunija	107,94 %	129,53 %
Slovaška	85,85 %	103,02 %
Slovenija	18,11 %	21,73 %
Turčija	–	–

Te razlike bi lahko razložili z geografskimi faktorji ter razlikami v razvitosti držav.

Na povezavo med rastjo BDP-ja in prometa kaže tudi naslednji podatek. Od leta 1995 naprej je namreč rast potniškega in tovornega prometa v Evropi (v 30 državah članicah EEA kot celoti) sledila rasti BDP-ja. Med leti 1990 in 2002 se je količina potniškega transporta povečala za 30 % ter BDP v istem obdobju za 27 %. Pomembna izjema glede na celoten prikaz je bila Nemčija, kjer je povpraševanje po prometu padalo vsako leto od 1999 naprej, medtem ko je gospodarstvo raslo (EEA, 2006).

Vzrok je lahko, da se reakcija na nenadno povečanje dohodkov ne zgodi nemudoma. Kadar se gospodarstvo poveča naglo, lahko vidimo t. i. »časovno zaostajanje«. Obratno to pomeni, da se rast prometa lahko nadaljuje še za trenutek, četudi se rast gospodarstva upočasni.

Vsekakor lahko ugotovimo, da rast BDP-ja bistveno vpliva na rast prometa in seveda tudi obratno. Odnos med rastjo BDP-ja in prometom je v Sloveniji podobna kot v razvitejših zahodnih državah.

Izračunana elastičnost lahko služi za grobo globalno oceno prihodnje rasti cestnega prometa na ravni Republike Slovenije, če ne bo bistvenih sprememb glede prometne politike.

7.2 Elastičnost količine prometa glede na potovalni čas

V poglavju 4.3.1 je opisan potovalni čas, kot eden izmed najbolj pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na izbiro poti. Za uporabnika potovalni čas namreč predstavlja velik del skupnih stroškov, ki vključujejo tako čas kot tudi gotovinske stroške. Kot pri večini dobrin ali storitev lahko pričakujemo, da nižja cena vodi do večjega povpraševanja, v prometnem primeru tudi do dodatnega ali induciranelega prometa. V nadaljevanju bom pokazala, kako je krajši potovalni čas vplival na količino prometa na dveh realnih primerih v Sloveniji.

7.2.1 1. primer – Vzhodna avtocesta Ljubljana

Za prvi primer sem se osredotočila na potovalni čas med Domžalami in Ljubljano. Pred izgradnjo Vzhodne avtoceste Ljubljana (avtocestnih odsekov Šentjakob–Malence in Blagovica–Šentjakob) so bili vozniki, zaradi ogromnega potovalnega časa, primorani potovati po precej oddaljenih cestah in različnih stranskih povezavah. Podatki kažejo, da precejšen delež prometa na novi prometni povezavi (cesta 6 na sliki 13) predstavlja promet z ostalih cest in regij. To pomeni, da je nova povezava, ki je že sama po sebi zmanjšala zasičenost,

zmanjšala zasičenost tudi na ostalih cestah. Tako imajo uporabniki na novi oz. izboljšani povezavi, ki so se preselili z drugih cest, v povprečju enako korist (prihranek časa) kot tisti, ki so ostali na drugih cestah.

Za izračun elastičnosti prometa glede na potovalni čas sem izbrala presek šestih državnih cest v celotnem vplivnem območju nad severno obvozno cesto Ljubljane, kot je prikazano na sliki 12 in v preglednici 4.



Slika 12: Območje analize

Preglednica 4: Seznam prometnih odsekov v obravnavanem območju

Št. povezave	Kat. ceste	Štev. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Števno mesto	Ime števnege mesta
1	R1	211	0212	Medvode–Stanežiče	643	Medno
2	R3	639	1141	Lj. (Šentvid–Šmartno)	325	Lj. Tacen
3	AC	A2	0011	Vodice–Lj. (Šmartno)	853	Povodje AC
4	G2	104	0087	Lj. (Brnčičeva–Tomačevo)	–	–
5	R3	644	1356	Lj. (Šmartinska)–Šentjakob	380	Sneberje
6	AC	A1	0047	Sneberje–Lj. (Zadobrova)	–	–

Vir: Direkcija RS za ceste

Napovedovanje prometa je velikokrat bolj zapleteno, kot se najprej zdi. Predvidevanje, da se bo odstotek rasti prometa v preteklih letih nespremenjeno nadaljeval tudi po izboljšavi omrežja, lahko vodi do zelo velike razlike med napovedanim in dejanskim prometom v prihodnosti. Na to kaže tudi dejstvo, da je bila v obdobju 1994–1999, pred izgradnjo 10,7 km dolgega odseka Vzhodne avtoceste Ljubljana (AC Šentjakob–Malence) leta 1999 in 8,1 km dolgega AC odseka Blagovica–Šentjakob: Krtina–Šentjakob leta 2001 (celoten 20,3 km dolg odsek se je odprl leta 2003), povprečna letna rast povprečnega letnega dnevnega prometa (PLDP-ja) 4,3 %, po izgradnji, v obdobju 2002–2007, pa 3,5 %.

Leta 2000, tj. eno leto po izgradnji AC odseka Šentjakob–Malence leta 1999, je bila letna rast PLDP-ja v celotnem obravnavanem območju 9,9-odstotna. Leta 2001, po odprtju drugega AC odseka Blagovica–Šentjakob: Krtina–Šentjakob pa celo 17,0-odstotna. To pomeni, da se je v obdobju dveh let skupna količina prometa na vseh šestih cestah povečala za 28,5 %. Glavni razlog je skrajšanje potovalnega časa.

Preglednica 5: Podatki o prometnih obremenitvah za obravnavano območje

Leto	Σ PLDP [vozil/dan]	% letne rasti glede na prejšnje leto
1993	89,713	
1994	100,322	11,8 %
1995	108,725	8,4 %
1996	103,830	-4,5 %
1997	111,738	7,6 %
1998	111,948	0,2 %
1999	114,760	2,5 %
2000	126,081	9,9 %
2001	147,515	17,0 %
2002	152,685	3,5 %
2003	148,405	-2,8 %
2004	153,541	3,5 %
2005	163,681	6,6 %
2006	172,554	5,4 %
2007	180,797	4,8 %

Vir: Direkcija RS za ceste

Da bi ugotovili, za koliko se je v resnici skrajšal potovalni čas, sem izvedla analizo potovalnih časov s programskim orodjem VISUM 10.5. Za izvor potovanj sem določila cono v središču Domžal, cilji pa so različni in so prikazani na sliki 12 in v preglednici 6.

Preglednica 6: Pregled različnih ciljev in potovalnih časov potovanj pred in po izgradnji obeh AC odsekov

Cona	Cilj potovanja	Potovalni čas (pred AC) [mm:ss]	Potovalni čas (po AC: 1. leto) [mm:ss]	Potovalni čas (po AC: 2. leto) [mm:ss]	Razlika: 1. leto [%]	Razlika: 2. leto [%]	Razlika: skupaj [%]
C1	Šiška–Mercator c.	23:23	21:56	19:34	-6,20	-10,79	-16,32
C2	Bežigrad–PNZ	20:22	19:10	16:46	-5,89	-12,52	-17,68
C3	BTC–City Park	25:19	23:33	16:49	-6,98	-28,59	-33,57
C4	Center–Žel. postaja	24:36	23:16	20:11	-5,42	-13,25	-17,95
C5	Vič–Interspar	36:17	32:55	28:49	-9,28	-12,46	-20,58
C6	Rudnik–Leclerc	42:19	29:22	22:30	-30,60	-23,38	-46,83
Povprečno skrajšanje potovalnega časa [%]:					-10,73	-16,83	-25,49

Potovalni čas v dnevnem času (zunaj časa prometnih konic) se je po odprtju prvega AC odseka Šentjakob–Malence v povprečju zmanjšal za 10,7 %. Drugo leto, ko pa se je dokončal še drugi AC odsek Blagovica–Šentjakob, se je potovalni čas v povprečju zmanjšal še za dodatnih 16,8 %. Skupaj se je potovalni čas zaradi nove povezave v dveh letih v povprečju zmanjšal za 25,5 %.

Za izračun elastičnosti količine prometa glede na potovalni čas sem uporabila enostavno enačbo (2.1), saj sem predpostavila, da je na rast prometa v tako kratkem obdobju v glavnem vplival le krajši potovalni čas. Ostali parametri, kot so BDP, cena goriva idr. so prispevali k zelo majhni spremembi, zato sem jih lahko zanemarila.

$$\eta_1 = \frac{\text{razlika rasti prometa v \%}}{\text{razlika potovalnega časa v \%}} = \frac{9,9\% - 4,3\%}{-10,7\%} = -0,52 \quad (7.1)$$

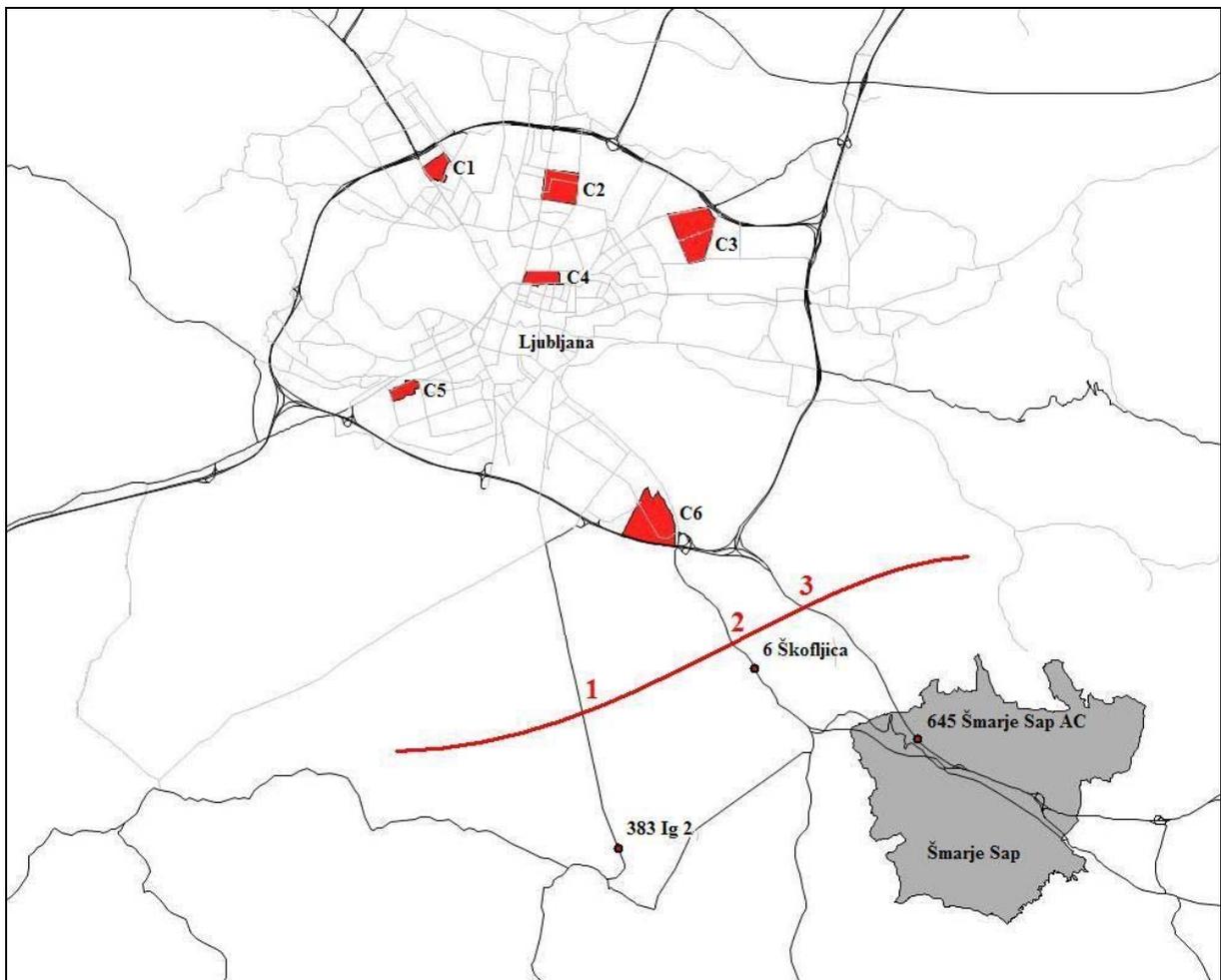
$$\eta_2 = \frac{28,5\% - 8,8\%}{-25,5\%} = -0,77 \quad (7.2)$$

Elastičnost prometa glede na potovalni čas znaša za prvo leto -0,52, za drugo pa -0,77. Pričakovano je, da je vrednost elastičnosti za drugo leto višja kot za prvo, saj vozniki potrebujejo nekaj časa, da se privadijo na novosti in zamenjajo način potovanja po drugih

povezavah. Toda po mojem mnenju je k večji količini prometa v največji meri vplival drugi del povezave (AC Blagovica–Šentjakob), ki se je odprl istega leta, leta 2001.

7.2.2 2. primer – Južna avtocesta Ljubljana

V drugem primeru pa sem se osredotočila na potovalni čas med Šmarjem - Sap in Ljubljano ter izgradnjo AC odseka Malence–Šmarje - Sap (cesta 3 na sliki 14) leta 1992. Za izračun elastičnosti prometa glede na potovalni čas sem izbrala presek treh državnih cest v celotnem vplivnem območju. Za izvor potovanja sem določila cono v središču Šmarja - Sap, cilji pa so enaki kot v prejšnjem primeru in so prikazani na sliki 13 in v preglednici 9.



Slika 13: Območje analize

Preglednica 7: Seznam prometnih odsekov v obravnavanem območju

Št. povezave	Kat. ceste	Štev. ceste	Štev. odseka	Prometni odsek	Števno mesto	Ime števnege mesta
1	R3	642	1360	Ig-LJ(Peruzzijska)	383	Ig2
2	G2	106	0215	LJ(Rudnik)-Škofljica	6	Škofljica
3	AC	A2	0020	LJ(Malence)-Šmarje - Sap	645	Šmarje - Sap AC

Vir: Direkcija RS za ceste

Preglednica 8: Podatki o prometnih obremenitvah za obravnavano območje

Leto	Σ PLDP [vozil/dan]	% letne rasti glede na prejšnje leto
1990	33.609	
1991	26.930	-19,9 %
1992	25.149	-6,6 %
1993	30.966	23,1 %
1994	33.628	8,6 %
1995	37.645	11,9 %
1996	41.881	11,3 %
1997	44.381	6,0 %
1998	48.710	9,8 %
1999	53.560	10,0 %
2000	56.096	4,7 %
2001	58.472	4,2 %
2002	59.880	2,4 %
2003	60.722	1,4 %
2004	64.852	6,8 %
2005	66.289	2,2 %
2006	67.735	2,2 %
2007	71.114	5,0 %

Vir: Direkcija RS za ceste

Preglednica 9: Pregled različnih ciljev in potovalnih časov potovanj pred in po izgradnji AC odseka Malence–Šmarje - Sap

Cona	Cilj potovanja	Potovalni čas (pred AC) [min]	Potovalni čas (po AC) [min]	Razlika [%]
C1	Šiška – Mercator center	34:17	28:02	–18,23 %
C2	Bežigrad – PNZ	36:16	29:49	–17,78 %
C3	BTC – City Park	34:10	27:19	–20,05 %
C4	Center – Žel. postaja	28:58	23:16	–19,68 %
C5	Vič – Interspar	29:14	23:01	–21,27 %
C6	Rudnik – Leclerc	18:59	14:03	–25,99 %
Povprečno skrajšanje potovalnega časa:				–20,50 %

Pred izgradnjo 6,3 km dolgega odseka Južne avtoceste Ljubljana, AC odseka Malence–Šmarje - Sap leta 1992, je bila povprečna letna rast PLDP-ja negativna. Pri izračunu elastičnosti bom zato upoštevala povprečno rast enako 0 %. Po izgradnji, v obdobju 1995–2007, pa je bila pozitivna (6,0 %).

Leta 1993, tj. eno leto po izgradnji AC odseka, je bila skupna letna rast PLDP-ja v celotnem obravnavanem območju 23,1-odstotna, drugo leto pa 8,6-odstotna. Tako visoka oz. še višja rast prometa se je nato nadaljevala tudi naslednja leta. To pomeni, da je krajši potovalni čas zaradi nove povezave vplival na količino prometa le v prvem letu.

Tudi v tem primeru sem za izračun dejanskega skrajšanja potovalnega časa izvedla analizo s programskim orodjem VISUM 10.5. Za izvor potovanj sem določila cono v središču Šmarja - Sap, za cilje pa šest različnih con znotraj AC obroča. Vidimo, da se je potovalni čas v povprečju zmanjšal za 20,5 % (preglednica 9).

Izračun elastičnosti:

$$\eta_1 = \frac{\text{razlika rasti prometa v \%}}{\text{razlika potovalnega časa v \%}} = \frac{23,1\% - 0\%}{-20,5\%} = -1,13 \quad (7.3)$$

Elastičnost prometa glede na potovalni čas znaša za prvo leto $-1,13$. Vrednosti v prvem in drugem primeru niso identične, saj gre za različna realna primera na različnih lokacijah in v različnih časovnih obdobjih, vendar lahko vidimo povezavo.

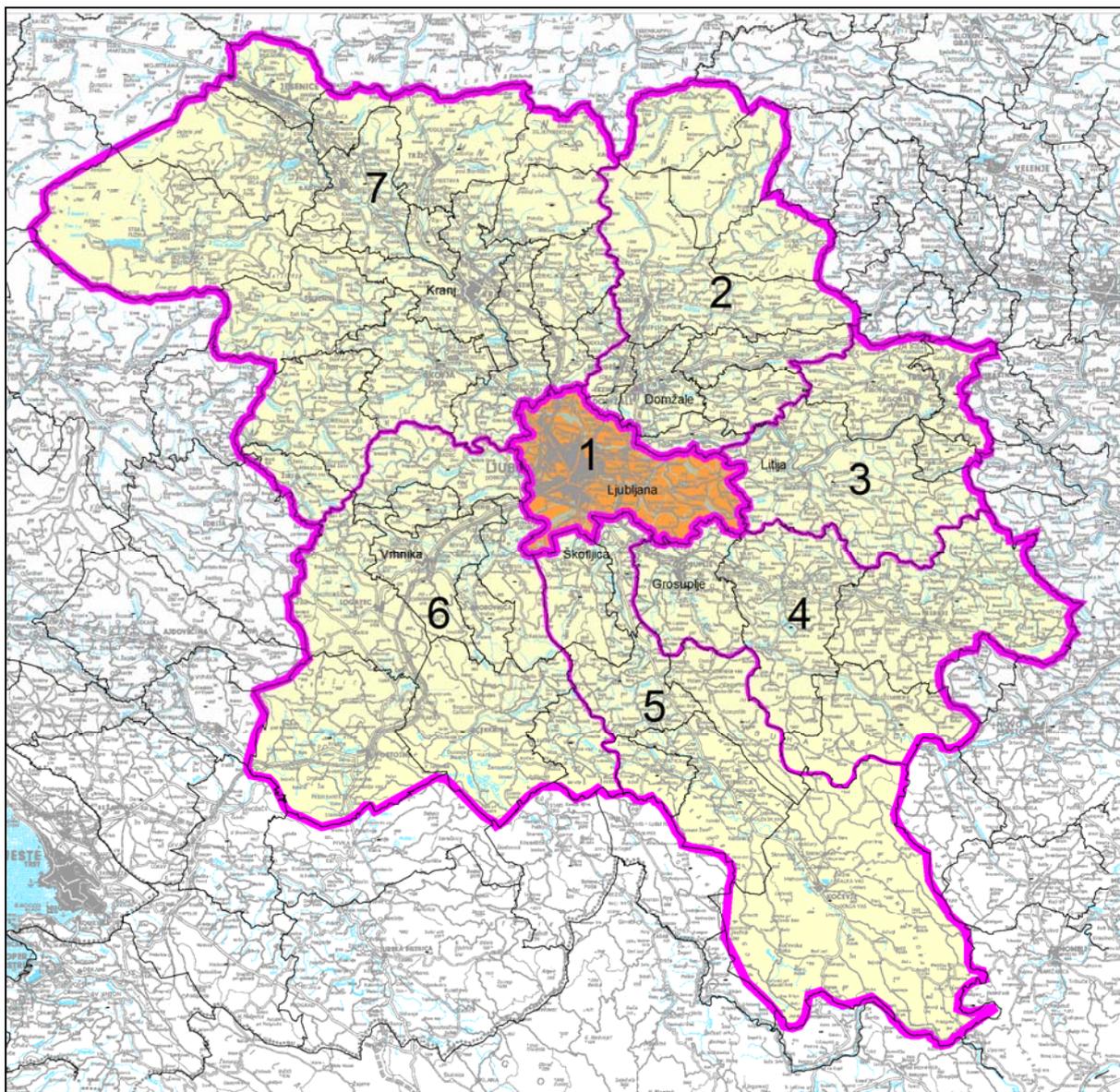
V tem delu praktičnega dela sem se osredotočila na povezavo med potovalnim časom in novimi cestnimi kapacitetami ter prometnimi obremenitvami. Ko se kapaciteta ceste poveča, je na začetku več cestnega prostora na potujoče vozilo, kot ga je bilo prej, kar zmanjša zasičenost. Posledično se skrajša tudi potovalni čas, ki zmanjša generalizirane stroške vseh potovanj.

Količina prometa na izboljšani ali novi povezavi pa se ne poveča takoj istega leta, kot je bila izboljšava narejena, saj vozniki potrebujejo nekaj časa, da se privadijo na novosti in zamenjajo način potovanja po drugih povezavah. Posledica so višje vrednosti elastičnosti za drugo leto kot za prvo. Zanimivo je tudi, da je nova povezava, ki je že sama po sebi zmanjšala zasičenost, zmanjšala zasičenost tudi na ostalih cestah, saj se promet preseli z ostalih cest in regij. To pomeni, da imajo uporabniki na novi oz. izboljšani povezavi v povprečju enako korist kot tisti, ki so ostali na drugih cestah.

Pomembno pa se je tudi zavedati, da dobimo zelo velike razlike med napovedanim in dejanskim prometom v prihodnosti, če predvidevamo, da se bo odstotek rasti prometa v preteklih letih nespremenjeno nadaljeval tudi po izboljšavi omrežja. Prometnice, na katerih je količina prometa že blizu kapacitete, imajo namreč praviloma počasnejšo rast od povprečja in obratno.

7.3 Analiza ankete izražene preference

Leta 2003 je bila po naročilu Mestne občine Ljubljana izvedena anketa po gospodinjstvih. Območje anketiranja je bila širša ljubljanska regija, ki je prikazana na sliki 14. Osnovna anketa ali anketa odkrite preference RP (revealed preference) je zajela 6.036 gospodinjstev v celotnem območju, dopolnilna anketa ali anketa izražene preference SP (stated preference) pa je zajela velikost vzorca 431 oseb, ki stanujejo v območju 600-metrskega pasu ob načrtovanih progah mestne železnice v Ljubljani. Cilji celotne ankete so bili pridobitve socio-ekonomskih podatkov in prometnih značilnosti prebivalcev regije, v kateri živi okoli 800.000 ljudi.



Slika 14: Območje anketiranja

V diplomski nalogi se bom osredotočila na dopolnilno anketo ali SP-anketo, katere vprašanja so se nanašala na izbor hipotetične rabe alternativnih prometnih sredstev. Šlo je za ugotavljanje, katerim in kakšnim značilnostim ljudje dajejo prednost. Iz tega lahko ugotovimo, kako se bodo ljudje odzvali na spremembo prometne ponudbe in kakšna je po njihovem mnenju relativna pomembnost različnih značilnosti prometnega sredstva.

Tehnike izraženih preferenc omogočajo oceno o namenih uporabnikov, ki jih je sicer težko ali nemogoče pridobiti s pomočjo ankete odkritih preferenc, ali pa gre za analizo hipotetičnih

možnosti, ki trenutno še niso na voljo. Poleg tega pa predstavljajo glede na druge vrste analiz cenovno razmeroma ugoden način pridobitve zelenih podatkov.

Vsako prometno sredstvo je imelo predpostavljene tri ravni cene prevoza oz. parkiranja ter tri ravni potovalnih časov oz. potovalnih hitrosti. Javni prometni sredstvi sta imeli predpostavljeni še tri ravni glede čakanja na postajališčih in glede prestopanj. Tako je bilo z verjetnostnim računom izbranih 108 smiselnih kombinacij in ena nesmiselna. Oblikovanih je bilo 12 vrst vprašanj za primerjavo med mestno železnico in avtom ter 12 za primerjavo med avtobusom in avtomobilom. Vsak anketiraneec je odgovoril na eno vrsto vprašanj, vsako vrsto pa je povprečno izpolnilo 36 anketirancev.

Predpostavljene značilnosti primerjalnih prometnih sredstev (Povzeto po: Anketa po gospodinjstvih: Raziskava potovalnih navad prebivalcev ljubljanske regije, 2003)

Vrsta značilnosti	Prevozno sredstvo			
	Raven	Mestna železnica	Avtobus	Osebni avto
Cena prevoza/ parkiranja	1	25 €/mesec (takratnja cena mesečne vozovnice JP)	25 €/mesec (takratnja cena mesečne vozovnice JP)	75 €/mesec (takratna cena parkiranja v parkirnih hišah za 8 h)
	2	20 €/mesec (takratna cena –30 %)	20 €/mesec (takratna cena –30 %)	brezplačno
	3	35 €/mesec (takratna cena +30 %)	35 €/mesec (takratna cena +30 %)	100 €/mesec (takratna cena +30 %)
Čas vožnje	1	enako kot sedaj z avtom	enako kot sedaj z avtom	enako kot sedaj
	2	10 min več	10 min več	10 min več
	3	10 min manj	10 min manj	10 min manj

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Čakanje na postajališču	1	do 5 min	do 5 min	0 min
	2	od 5 do 10 min	od 5 do 10 min	0 min
	3	od 10 do 20 min	od 10 do 20 min	0 min
Število prestopanj	1	0	0	–
	2	1	1	–
	3	2	2	–

* cene so bile prvotno v slovenskih tolarjih in so preračune v evre po centralnem paritetnem tečaju: 1 EUR = 239,64 SIT. Vrednosti so zaokrožene.

V anketi se je spraševalo anketirance po izbiri prometnega sredstva. Izbirajo lahko med javnim prevozom (avtobusom oz. mestno železnico) ali avtomobilom, lahko pa niso izbrali nič od tega. Izbira je v splošnem odvisna od mnogih parametrov, kot so prihranek časa, udobje, varnost, dolžina potovanja, pogostost potovanja, števila prestopov, cena potovanja, parkirna, cestnina itd. V tem primeru sem za prikaz občutljivosti povpraševanja upoštevala samo dva elementa, razliko v času potovanja in razliko v ceni mesečne vozovnice ter mesečnega parkiranja.

7.3.1 Logit analiza ankete izražene preference

Nekatere kompleksne metode za ocenjevanja povpraševanja dajejo dobre napovedi iz relativno preprostih podatkov. Mednje spada tudi logit model povpraševanja.

Pri logit analizi moramo oceniti za vsako alternativno pot i ter za vsakega posameznega uporabnika j koeficiente funkcije U_{ji} , ki jo imenujemo funkcija koristi ali atraktivnosti poti i za uporabnika j in ki običajno vsebuje karakteristike potovanja (cena, čas, udobje, varnost...) kot tudi morebitne socialno-ekonomske elemente (starost, prihodki, socialni status ...).

Enačba funkcije koristi:

$$U_{ji} = a_0 + a_1 X_{j1} + \dots + a_n X_{jn} + e \quad (7.1)$$

kjer so:

- X_{j1}, \dots, X_{jn} atributi alternative za uporabnika j ,
 a_0, \dots, a_n parametri modela in
 e slučajna spremenljivka variabilnosti modela.

Večja kot je funkcija koristi neke poti za danega uporabnika, bolj verjetno je, da bo uporabnik izbral tako pot.

V logit formulaciji je verjetnost $P_j(i)$, da bo uporabnik j izbral pot i proporcionalna $e^{U_{ji}}$. Pri I različnih možnosti izbire je tako:

$$P_j(i) = \frac{e^{U_{ji}}}{\sum_{k=1, \dots, I} e^{U_{jk}}}. \quad (7.2)$$

Parametre a_0, \dots, a_n funkcije koristi določimo tako, da poiščemo maksimum funkcije verjetja L , ki je:

$$L = \prod_{j=1, \dots, N} \prod_{i=1, \dots, I} P_j(i)^{\delta_{ij}} \quad (7.3)$$

- N število uporabnikov,
 I število možnih alternativ,
 δ_{ij} enaka 1, če je uporabnik j dejansko izbral alternativo i , sicer ima vrednost 0.

V praksi poskušamo raje poiskati maksimum logaritma funkcije verjetja, torej iščemo:

$$\max[\ln(L)] = \max \sum_{j=1, \dots, N} \sum_{i=1, \dots, I} \delta_{ij} \ln(P_j(i)). \quad (7.4)$$

V našem primeru smo preizkusili linearni model funkcije koristi:

$$U_j = a_0 + a_1 C_1 + a_2 C_2 + a_3 T_1 + a_4 T_2 + a_5 T_3 + a_6 T_4 \quad (7.5)$$

kjer je:

- C_1 cena mesečne vozovnice,
 C_2 cena mesečne parkirnine,
 T_1 čakalni čas na avtobus ali mestno železnico,

- T_2 razlika v času potovanja z avtomobilom (prej in sedaj),
 T_3 razlika v času potovanja z javnim prevoznim sredstvom (prej in sedaj) in
 T_4 število prestopov.

S programskima orodjema MATLAB in EXCEL sem izračunala vrednosti koeficientov funkcije koristi a_0, \dots, a_6 . Prikazane so v naslednji preglednici.

Preglednica 10: Vrednosti koeficientov a_0, \dots, a_6

		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
BUS	Bus	1,322	-0,057	0,015	-5,000	-1,606	0,831	-0,499
	Avto	-0,391	0,013	-0,025	2,645	0,825	-1,328	0,336
	Ostalo	-3,583	0,037	0,014	2,009	0,516	0,440	0,274
MŽ	Mestna žel.	1,580	-0,056	0,012	-6,110	-1,547	0,896	-0,463
	Avto	-0,763	0,023	-0,022	3,166	0,541	-1,251	0,259
	Ostalo	-3,417	0,027	0,013	2,919	0,717	0,408	0,297

Opaziti je tudi, da so vrednosti koeficientov a_0, \dots, a_6 za obe javni prevozni sredstvi precej podobne. To lahko razložimo z dejstvom, da mestne železnice v Sloveniji ne poznamo in da so anketiranci pri vprašanjih, pri katerih so se morali odločati med mestno železnico, avtomobilom ter drugim načinom potovanja, odgovarjali podobno kot pri sklopu vprašanj, ki zadevajo avtobus in avtomobil. To pomeni, da bi ljudje, ki so se pri določeni razliki časa in/ali cene odločili za potovanje z javnim prevoznim sredstvom, to storili tako v primeru avtobusa kot tudi mestne železnice. Podobno velja tudi obratno, tisti, ki so se odločili za potovanje z avtom, so to storili ne glede na vrsto javnega prevoznega sredstva.

8 ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE

Na potovalne navade vpliva veliko dejavnikov, vendar ne vsi enako. Koliko posamezni dejavniki vplivajo na potovalne navade, merimo s pomočjo elastičnosti. Le-ta se običajno uporablja kot merilo, kako se kupci in prodajalci odzivajo na spremembe na tržišču, na katere vplivajo različni dejavniki: cena substitutov in komplementarnih dobrin, preference ter dohodek potrošnika. V transportu pa tudi namen potovanja, časovno obdobje, razpoložljivost časa in prevoznih sredstev (njihova varnost, hitrost, rednost, točnost, čistost, udobnost idr.).

Elastičnost lahko v prometu uporabljamo na različne načine. V diplomski nalogi sem prikazala, kako je povpraševanje po transportu odvisno od zunanjih pogojev in prometne ponudbe. Breverjev zakon pravi, da so ljudje povprečno pripravljene porabiti točno določen delež svojih prihodkov in časa za potovanje. Zato sem večjo pozornost namenila tema dvema dejavnikoma, ki sta ena izmed najpomembnejših razlogov za povečano količino prometa.

V preteklih letih se je v RS cestna infrastruktura povečevala predvsem zaradi intenzivne gradnje avtocestnega omrežja. Vendar pa se potrebe po transportu povečujejo hitreje, kot poteka gradnja prometne infrastrukture in so zato posamezni cestni odseki preobremenjeni, prometna infrastruktura pa neuravnotežena. Preobremenjenost odsekov se izraža v manjši pretočnosti prometa in povečevanju zastojev, kar pa tudi dodatno obremenjuje okolje.

V praktičnem delu sem se med drugim osredotočila tudi na povezavo med potovalnim časom in novimi cestnimi kapacitetami. Višja hitrost in manjša zamuda zaradi izboljšave vplivata na rast potovalne razdalje in število potovanj. Zavedati pa se je potrebno, da nimajo korist od nove kapacitete samo uporabniki na novi ali izboljšani povezavi, temveč tudi ostali na vseh cestah v vplivnem območju ter da dodatni promet na novi cesti zmanjša zasičenost na celotnem delu omrežja. Boljša ponudba torej povzroči tudi t. i. inducirani promet, ki ga prej ni bilo. Težava je v tem, da velikokrat ni jasno, ali je to dodatni promet ali pa se je promet preselil, saj ga ne bi bilo, če ne bi prišlo do izboljšave. Zato sem za izračun elastičnosti prometa glede na potovalni čas izbrala presek vseh vplivnih državnih cest.

Predstavljamo si, da so bili odzivi voznikov na izboljšavo omrežja lahko različni. Večino voznikov je pritegnila nova povezava z drugih zasičenih cest. Podobno so nekateri vozniki, ki so prej potovali v času izven prometnih konic, da bi se izognili največji zasičenosti, zopet

začeli potovati v času prometnih konic. Nekateri vozniki so z enega potovanja napravili več potovanj ali pa so naredili nova potovanja, ki bi se jim drugače odrekli zaradi prevelikih zamud. Vozniki so lahko začeli delati tudi daljša potovanja, kot bi jih naredili sicer pred izboljšavo. Prav tako so vozniki, ki so se prej namenoma izognili določeni cesti zaradi prevelike zasičenosti, jo zopet lahko začeli uporabljati, saj se je zasičenost z novo AC zmanjšala. Povsem verjetno je tudi, da je nekaj posameznikov spremenilo način potovanja iz javnega prevoza na avtomobil, možne pa so tudi druge reakcije prometa.

V zadnjem delu je prikazana analiza ankete izražene preference, katere glavna prednost je ta, da se lahko preveri niz opcij, katerih trenutno nimamo na voljo. Ta tehnika se namreč uporablja pogosteje od tehnike odkritih preferenc, saj je zanje težje pridobiti potrebne podatke, ki se nanašajo na dostopne potovalne navade, vezane na čas in strošek. V okviru naloge so bili izračunani parametri modela, ki nam v prihodnje lahko pomagajo pri načrtovanju in napovedovanju potovalnih odločitev.

Glede na to, da v Sloveniji ni veliko takšnih analiz, bi bilo v prihodnje smiselno k tej problematiki pristopiti bolj sistematično. V tujini so namreč podobne raziskave že stalna praksa. S tem bi dobili boljši vpogled v soodvisnost vplivnih dejavnikov in prometnih razmer. Ugotovljena elastičnost ključnih vplivnih dejavnikov bi tako predstavljala eno izmed pomembnih osnov za zanesljivejšo oceno prihodnjega stanja. Zanesljivejše napovedi pa predstavljajo manjše tveganje pri odločanju, kar je zelo pomembno, saj gre v prometni sferi ponavadi za velika finančna sredstva z dolgoročnimi posledicami.

VIRI

Direkcija Republike Slovenije za ceste.

www.dc.gov.si (16.12.2008)

Flyvbjerg, B. 2005. How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? The Case of Transportation. *Journal of the American Planning Association*, 2005, 2: 131 str.

<http://flyvbjerg.plan.aau.dk/pubmegaprojects.php>

Graham, D. J., Glaister, S. 2004. Road Traffic Demand Elasticity Estimates: A Review. London, *Transport Reviews*: 261 str.

Kazalci okolja 2005. 2006. Služba za mednarodno sodelovanje, Agencija RS za okolje.

<http://kazalci.arso.gov.si/kazalci> (7.1.2009)

Koželj, Ž. 2007. Metode zbiranja podatkov za potrebe napovedovanja prometne obremenitve. Diplomsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 33 str.

Libardo, A., Nocera S. 2008. Transportation elasticity for the analysis of Italian transportation demand on a regional scale. London, *Traffic engineering and control (TEC)*: 187 str.

Litman, T. A. 2008. Transportation Elasticities: How Prices and Other Factors Affect Travel Behaviour. Canada, Victoria Transport Policy Institute: 2–45.

Marsetič, R. 2008. Modeliranje vpliva cestnine na izbiro poti v cestni mreži. Magistrsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 5, 10, 51 in 69 str.

Mušič, B. 2003. Metode za izračun generacije potovanj. Diplomsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 14 str.

National Road Traffic Forecasts (Great Britain) 1997. 2005. Department of the Environment, Transport and the Regions.

<http://www.dft.gov.uk/pgp/economics/ntm/ntmdatasources/nrtf1997/nationalroadtrafficforecasts3014>. 25. november 2005.

Transport and environment: facing a dilemma, TERM 2005: indicators tracking transport an environment in the European Union. 2006. Copenhagen, European Environmental Agency (EEA): 12–15.

Tsamboulas, D. 2004. WP3 – Alternative Scenarios of Growth, Trends in Road Transport (Passenger, Freight).

www.unece.org/trans/main/temterm/docs/04TEM-2ndEGM_WP3_Transport_Trends_TEM.

Urbi, d.o.o, PNZ, d.o.o., Ninamedia, d.o.o., 2003. Anketa po gospodinjstvih: Raziskava potovalnih navad prebivalcev ljubljanske regije. Ljubljana, Mestna občina Ljubljana, Oddelek za urbanizem: 8 str.

Vivier, J. 2006. Mobility in Cities Database: Analysis and Recommendations. Brussels, International Association of Public Transport: 16 str.