

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

MAGISTRSKO DELO

DINAMIČNI MODEL IZRAČUNAVANJA CESTNINE

Ljubljana, februar 2005

Jure KRAJNC

IZJAVA

Študent Jure Krajnc izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom prof. dr. Zarjana Fabjančiča in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 7. februarja 2005

Podpis:_____

KAZALO

	Stran
1. UVOD.....	1
1.1. Znanstveni problem raziskave.....	1
1.2. Namen in cilji raziskave.....	2
1.3. Znanstvene metode.....	3
1.4. Struktura magistrskega dela.....	4
 2. POKRIVANJE DEJANSKIH STROŠKOV CESTNEGA TRANSPORTA IN VLOGA CESTNINE.....	 4
2.1. Empirične ocene dejanskih stroškov cestnega transporta.....	6
2.2. Mejni družbeni stroški kot temelj strategije Evropske unije o poravnavanju stroškov cestnega transporta.....	8
2.3. Posledice plačevanja stroškov infrastrukture.....	12
2.4. Ekonomsko utemeljevanje cestnine.....	17
2.4.1. Cestnina kot zagotovilo redkosti dobrine.....	18
2.4.2. Cestnina in cene nepremičnin ob avtocestah.....	19
2.5. Vloga cestnine pri poravnavanju dejanskih stroškov cestnega transporta....	20
 3. NAČINI IZRAČUNAVANJA CESTNINE.....	 22
3.1. Statični model izračunavanja cestnine.....	23
3.2. Dinamični model izračunavanja cestnine.....	25
3.2.1. Izbira optimalne lokacije po načelu prve najboljše rešitve.....	26
3.2.2. Izbira optimalne tehnologije po načelu prve najboljše rešitve.....	29
3.3. Dinamični model izračunavanja cestnine ob prometnih zastojih.....	30
3.4. Uporaba druge najboljše rešitve v praksi.....	33
3.4.1. Zaračunavanje cestnine ob motnjah na vzporedni cestni mreži.....	33
3.4.2. Zaračunavanje cestnine pri cenovnih motnjah v drugih načinih transporta.....	34
3.4.3. Zaračunavanje cestnine ob motnjah v drugih delih ekonomije.....	37
3.4.4. Določanje cestnine ob motnjah zaradi proračunskih omejitev države.....	39
3.4.5. Zaključek.....	41
 4. UPORABA DRUGE NAJBOLJŠE REŠITVE ZA IZRAČUNAVANJE CESTNINE.....	 41
4.1. Razlaga spremenljivk.....	43
4.1.1. Definicije spremenljivk.....	43
4.1.2. Osnovna enota zajetja in opazovanja.....	45
4.1.3. Uporabljene klasifikacije.....	45
4.1.4. Drugi relevantni metodološki elementi.....	45
4.1.5. Izvedene spremenljivke in njihova vključitev v analizo.....	46
4.1.6. Vsebinske in metodološke pomanjkljivosti.....	47
4.2. Model določanja cestnine na relaciji Kranj – Ljubljana.....	48
4.2.1. Določitev modela in njegova utemeljitev.....	48
4.2.2. Opisne statistike.....	50
4.2.3. Model druge najboljše rešitve določanja cestnine.....	52
4.2.4. Interpretacija rezultatov in njihovih omejitev.....	54
 5. PREDLAGANE SPREMEMBE.....	 55
5.1. Smiselne spremembe cestninskega sistema pred uvedbo fleksibilnega modela izračunavanja cestnine.....	55

5.2.	Možne spremembe v okolju klasičnega pobiranja cestnine.....	56
5.3.	Spremembe v okolju elektronskega pobiranja cestnine v prostem prometnem toku.....	57
6.	SKLEP.....	58
	LITERATURA.....	61
	VIRI.....	63
	DODATEK	

1. UVOD

1.1. Znanstveni problem raziskave

Z vse močnejšo integracijo Evropske unije in ob jasno izraženi odločitvi v Lizboni leta 2000, da je cilj Evropske unije postati najbolj konkurenčno, rastoče in tehnološko razvito gospodarsko področje na svetu, je nastopil čas za vstop tržne miselnosti tudi na področja, kjer se to še ni zgodilo (Bousquet, 2003, str.3).

Zelena knjiga Evropske unije o prenosu stroškov transporta na dejanske uporabnike iz leta 1995 je postavila temelje za konkurenčnost tudi na področju infrastrukture. Ta je eden od elementov hitrejšega gospodarskega razvoja. Na področju cestne infrastrukture ne gre zgolj za povezovanje mest, njihove industrije, storitvenih dejavnosti in nasploh ljudi, temveč tudi za vprašanje, kako doseči optimalno prometno povezanost ob minimalnih stroških oziroma, kako ob danih resursih najbolje prometno povezati države in celotno Evropsko unijo (Green Paper, 1995, str. 8).

Evropska unija je zato v Beli knjigi o prometni politiki iz leta 2001 opredelila, da je potrebno evropski transportni sistem razviti tako, da bo na eni strani omogočal optimalno prometno povezanost in da bo dolgoročno vzdržen. Potreben obseg prometa je potrebno opraviti ob minimalnih stroških, hkrati pa mora biti obseg transporta določen na temelju stroškov transporta (White Paper, 2001, str. 3).

Transportna ekonomija je v zadnjih dvajsetih letih dokazala, da je mogoče stroške infrastrukture optimizirati z uvajanjem plačevanja po dejanski porabi in hkrati izključitvi prometne infrastrukture iz proračuna države. Zastonjske prometne infrastrukture namreč ni. Sta le: tista infrastruktura, katere stroške poravnava neposredni uporabniki in tista infrastruktura, katere stroške poravnava povšalno vsi davkoplačevalci, ne glede na dejansko uporabo infrastrukture. Plačevanje dejanskih stroškov uporabe prometne infrastrukture zagotovi, da gre pri uporabi infrastrukture za redko dobrino, kar prek tržnega mehanizma zagotovi optimalno uporabo. Prevozi v času prometnih konic morajo namreč biti ekonomsko upravičeni, kar pomeni, da morajo biti stroški, ki bi nastali zaradi prevoza v drugem časovnem intervalu višji od stroškov, ki jih prevoz povzroči v času prometne konice. Če pa zaračunavanje stroškov prometne infrastrukture ne temelji na dejanskih stroških in če jih ne plača neposredni uporabnik, je prometna infrastruktura uporabljena neracionalno (Verhoef, 2003/2, str. 28). Dokaz za zgornjo trditev bomo izpeljali v nadaljevanju.

Prometna lega Slovenije je ena od redkih primerjalnih prednosti naše države, ki jo lahko v celoti izkoristimo le, če bomo znali na eni strani ustrezno zaračunati stroške prometne infrastrukture in storitev, ki jih ob tem nudimo tranzitnim prometnim tokovom, na drugi strani pa gre tudi za vprašanje konkurenčnih prednosti naših prevoznikov, ki imajo domicil ob pomembnem izvoru in ponoru kopenskih transportnih tokov – luki Koper.

Ob vstopu v Evropsko unijo je slovenska transportna infrastruktura postala del evropske transportne mreže in tudi pri nas moramo upoštevati usmeritve evropske prometne politike. To pomeni, da bomo morali vzpostaviti sistem plačevanja stroškov transporta,

ki bo temeljil na dejanski uporabi. Najpomembnejši del sistema obračunavanja stroškov transporta je cestnina, ki je plačilo za opravljeno storitev – uporabo cestne infrastrukture (Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji, interno gradivo). Uvajanje dinamičnega modela cestnine ni pomembno zgolj za posredovanje ustrezne informacije o stroških prevoza domačim uporabnikom omrežja, temveč v še večji meri za posredovanje informacije o stroških prevoza tujim uporabnikom cestnega omrežja, predvsem voznikom težkih tovornih vozil v tranzitu, ki zdaj cestno omrežje obremenjujejo tudi v času prometnih konic, ko so družbeni stroški transporta najvišji.

Znanstveni problem raziskave je vprašanje, s katerim modelom izračunavanja cestnine je mogoče doseči družbeni optimum ali se mu vsaj čim bolj približati, kako se je mogoče s sistemom fleksibilne cestnine na slovenskem avtocestnem omrežju in omrežju Evropske unije približati družbenemu optimumu ter se s tem približati minimalnim potrebnim stroškom za opravljanje določenega obsega prevoza in katere ukrepe je potrebno izvesti za implementacijo takšnega sistema cestnine.

Predmet raziskave so: teoretični modeli izračunavanja cestnine, vloga cestnine pri obračunavanju stroškov prometne infrastrukture po dejanski uporabi, model izračunavanja fleksibilne cestnine in uvajanje sistema fleksibilne cestnine na (avto)cestah.

Skladno s problemom in predmetom raziskave postavljam naslednjo delovno hipotezo: dinamični model izračunavanja cestnine vodi do družbenega optimuma, njegova aplikacija na dejanske podatke o prometnih tokovih pa pokaže, da trenutni sistem izračunavanja cestnine, ki ga uporabljamo v Sloveniji in drugih članicah Evropske unije, ne vodi do družbenega optimuma.

1.2. Namen in cilji raziskave

Namen raziskave je:

- povzeti usmeritve prometne politike Evropske unije na področju cestnega transporta;
- predstaviti dva ključna pristopa k izračunavanju stroškov transporta: metodo povrnitve stroškov, ki zajema zgolj stroške infrastrukture v širšem pomenu besede in metodo mejnih družbenih stroškov, ki cestnino postavlja kot pomemben instrument za zaračunavanje ne le stroškov infrastrukture, temveč tudi stroškov nesreč, zastojev, onesnaževanja okolja (eksterni stroški);
- pojasniti vlogo cestnine v sistemu obračunavanja dejanskih stroškov cestne infrastrukture in eksternih stroškov;
- predstaviti možne načine izračunavanja cestnine, ki so v uporabi v Evropski uniji, tako za cestninjenje prometa osebnih vozil, kot za cestninjenje tovornega prometa – nacionalnega in tranzitnega;
- dokazati, da je mogoče s fleksibilnim sistemom izračunavanja in zaračunavanja cestnine na avtocestnem omrežju stroške infrastrukture zaračunati neposrednim uporabnikom, s čemer bi zagotovili optimalno uporabo prometne infrastrukture;

- dokazati, da uvajanje dinamičnega modela cestnine povečuje konkurenčno sposobnost gospodarskih družb, omogoča hitrejšo gospodarsko rast in delovanje notranjega trga Evropske unije;
- determinirati nekatere potrebne ukrepe za uvedbo analiziranega sistema.

Cilj raziskave je odgovoriti na naslednja vprašanja:

- Kakšne so usmeritve prometne politike Evropske unije pri zaračunavanju stroškov cestne infrastrukture?
- Kakšni so načini obračunavanja stroškov cestne infrastrukture in eksternih stroškov neposrednim uporabnikom?
- Kakšen je pri tem pomen cestnine?
- Kaj je statični in kaj dinamični sistem izračunavanja cestnine?
- Kateri sistem izračunavanja cestnine vodi do družbenega optimuma?
- Kako bi bilo potrebno izračunavati cestnino v praksi, da bi se približali družbenemu optimumu?
- Kako bi bilo mogoče uvesti sistem dinamičnega izračunavanja cestnine na konkretnem odseku transevropskega cestnega omrežja (TEN)?

Po teoretični obravnavi različnih pristopov k izračunavanju višine cestnine bom uporabo najbolj primerne dinamičnega modela izračunavanja cestnine preizkusil še na dejanskih podatkih. Tako bom izračunal družbeno optimalno višino cestnine za avtocestni odsek Kranj – Ljubljana. Izračun bo temeljil na podatkih o prometnih obremenitvah v urnih časovnih intervalih za odsek avtoceste Kranj – Ljubljana in vzporedne necestninske državne ceste Kranj – Jeprca – Ljubljana.

Izračun je sicer narejen na delu naše cestne mreže, ki je kot koridor vključena v transevropsko omrežje cest (TEN) in na kateri je poleg nacionalnega prometa precejšen tudi delež tranzitnega tovornega in osebnega prometa. S tem model izračunavanja cestnine umeščamo v širši evropski prostor, saj glede na to, da je cestna povezava Kranj – Ljubljana del TEN omrežja, za uvedbo takšne cenovne politike potrebujemo soglasje Evropske unije.

1.3. Znanstvene metode

Raziskava bo temeljila na teoretičnem in empiričnem delu. Uporabljal bom metode indukcije in dedukcije, analize in sinteze, abstrakcije in konkretizacije, generalizacije in specializacije, klasifikacije, komparacije, deskripcije, kompilacije, mozaika, proučevanja primerov, opazovanja, anketiranja. Poleg tega še: dialektično metodo, zgodovinsko metodo, generično metodo, aksiomatsko metodo in različne statistične metode.

Raziskovanje načinov zaračunavanja in določanja dejanskih stroškov uporabe cestne infrastrukture bo temeljilo na teoretični primerjavi že objavljenih raziskav. Analiziral bom tudi usmeritve Evropske unije na tem področju. Tudi primerjava različnih načinov izračunavanja cestnine bo temeljila na teoretični obravnavi.

1.4. Struktura magistrskega dela

V prvem delu, Uvodu, opredeljujem namen ter cilje raziskave, znanstveni problem in predmet raziskave. Postavim delovno hipotezo, naštejem znanstvene metode, ki jih bom uporabljal pri delu.

V drugem delu bom najprej predstavil rezultate nekaterih empiričnih raziskav o dejanskih stroških cestnega transporta, ki so bile opravljene predvsem v Evropi, delno pa tudi v Združenih državah Amerike. Nato bom predstavil strategijo Evropske unije na področju poravnave stroškov cestnega transporta. Naslonitev na evropske usmeritve je potrebna, ker Slovenija še vedno nima dokončno sprejete prometne politike. Govoril bom tudi o prednostih in slabostih necestninskih cest, kot nasprotni pol pa predstavil ekonomske utemeljitve cestnine. Poglavje bom zaključil z delom, ki govori o cestnini kot enem od instrumentov za zaračunavanje dejanskih stroškov cestnega transporta.

V tretjem delu bom predstavil različne modele izračunavanja cestnine. Na začetku bom govoril o statičnem modelu, ki ga uporabljamo v Sloveniji in Evropski uniji danes. Nadaljeval bom s fleksibilnim modelom izračunavanja cestnine, ki upošteva stroške gradnje in vzdrževanja določenega avtocestnega odseka, skupno prevoženo razdaljo vsakega voznika posebej ter cestninski razred, v katerem je izbrano vozilo. Na koncu bom model dopolnil še z načinom izračunavanja cestnine, ki upošteva trenutno prometno obremenjenost določenega avtocestnega odseka. Na ta način lahko v modelu upoštevamo tudi stroške, ki nastanejo ob prometnih zamaških. Poseben del bo namenjen tudi dvema metodama določanja cene infrastrukture. Prva je metoda povrnitve stroškov, druga je metoda mejnih družbenih stroškov. Predvsem slednji bom namenil širšo obravnavo, saj ravno to teorijo Evropska unija postavlja kot temelj za prihodnje izračunavanje in zaračunavanje cestnine.

Četrty del je empirični, saj bom na podatkih o obremenjenosti avtoceste Kranj – Ljubljana in vzporedne necestninske državne ceste Kranj – Jeprca – Ljubljana po modelu, ki se bo izkazal za družbeno najbolj optimalnega, izračunal časovni potek višine družbeno optimalne cestnine na avtocesti Kranj – Ljubljana.

V petem delu predstavim smiselne in potrebne spremembe pri načinu izračunavanja cestnine na avtocestah.

Zadnji, šesti del, je Sklep, kjer povzamem ugotovitve raziskave ter dokažem ali ovržem v Uvodu postavljeno delovno hipotezo.

2. POKRIVANJE DEJANSKIH STROŠKOV CESTNEGA TRANSPORTA IN VLOGA CESTNINE

Dostop do prometne infrastrukture in njena uporaba, ki ne temelji na obveznosti pokrivanja stroškov, ki nastanejo zaradi uporabe, povzroča prekomerno in neracionalno uporabo prometne infrastrukture. Prometna infrastruktura tako ni več redka dobrina, kar je temelj za racionalno vedenje uporabnikov.

Evropska prometna politika uporablja pri vrednotenju stroškov, ki jih povzroča transportni sektor, dve osnovni metodologiji: povrnitve stroškov (angl.: cost recovery) in mejnih družbenih stroškov (angl.: marginal social cost). Prva metoda naj bi se uporabljala pri določanju višine cene uporabe železniške infrastrukture, drugo pa naj bi uporabljali pri določanju cene uporabe cestne infrastrukture.

Prva metodologija temelji na povračilu stroškov, ki so nastali z gradnjo infrastrukture in ki nastajajo z njenim vzdrževanjem, obnavljanjem, posodabljanjem. Njena prednost je, da jo lahko enostavno določimo oz. izračunamo, njena slabost pa je togost, saj vsi uporabniki plačajo enako ceno, ne glede na to, kdaj uporabljajo prometno infrastrukturo. Poleg tega ta metodologija v praksi običajno ne upošteva posrednih stroškov prometa: onesnaževanje, zastoji, nesreče (Padjen, 1996, str. 112) ...

Druga metodologija zajema (v teoriji) vse stroške, ki jih neposredno ali posredno povzroča transport. Njena prednost je tudi v tem, da je dinamična in da upošteva delovanje tržnih načel. To je teorija mejnih družbenih stroškov. Teorija mejnih družbenih stroškov pravi, da mora biti v ravnovesju vsota vseh davkov, neposrednih plačil in prispevkov, ki jih plačujejo vozniki oz. izvajalci transportne dejavnosti, enaka mejnim družbenim stroškom, ki jih povzroča zadnji voznik, ki vstopi na prometno infrastrukturo. V ravnovesju se cena tako izenači z mejnimi stroški »proizvodnje« (to so stroški infrastrukture, onesnaževanja, nesreč ...). Ta metodologija je dinamična, saj je cena uporabe prometne infrastrukture različna glede na čas dneva, v katerem uporabniki uporabljajo infrastrukturo, letni čas, potek poti ... Ob upoštevanju racionalnosti subjektov na transportnem trgu bi se v vsakem poljubno majhnem časovnem intervalu opravili le tisti prevozi, ki so »zares potrebni«, kar pomeni, da je njihova mejna koristnost večja ali enaka mejnim stroškom (Padjen, 1996, str. 115).

V praksi bi to pomenilo, da se v času prometnih konic, ko so mejni družbeni stroški najvišji (zaradi česar bi morala biti najvišja tudi cena uporabe prometne infrastrukture), opravijo le tisti prevozi, kjer bi zaradi njihovega časovnega odloga nastali večji stroški, kot znaša cena uporabe prometne infrastrukture.

V primeru potniškega prometa je pomemben dejavnik tudi vrednotenje lastnega časa. Tega ljudje različno vrednotijo, zaradi česar se v okolju, kjer se cena uporabe transportne infrastrukture v času spreminja, prometni tokovi prilagajajo spremenljivim razmeram (Padjen, 1996, str. 113).

Verhoef in ostali so v študiji »How Large is the Gap Between Present and Efficient Transport Prices in Europe?« zapisali, da je bistvo uvedbe določanja cene uporabe prometne infrastrukture na eni strani pridobitev sredstev za gradnjo in vzdrževanje infrastrukture, na drugi strani pa tudi pridobitev sredstev za učinkovito uporabo v drugih delih narodnega gospodarstva. Zato predlagajo, da naj bi uvedli sistem plačevanja infrastrukture po dejanski uporabi, na račun tako sproščenih javnih sredstev pa je potrebno znižati davke. Poudarjajo, da ni nobenega razloga, da bi sredstva, pobrana od uporabnikov prometne infrastrukture, uporabili zgolj za naložbe v razvoj prometne infrastrukture, saj je treba pri odločitvi o investicijah upoštevati ekonomske kriterije stroškov in prihodkov. Argument, da je potrebno investicije v prometno infrastrukturo

izpeljati zgolj zato, ker so na voljo potrebna sredstva, je lahko poguben, saj vodi do pretiranih investicij, ki niso rentabilne in racionalne. Avtorji tudi poudarjajo, da je potrebno socialno šibkejšim slojem prebivalstva mobilnost zagotoviti prek socialnih transferjev, ne pa prek splošnega subvencioniranja uporabe prometne infrastrukture, saj to vodi do fiskalnega mešanja (Verhoef, 2003/2, str. 23).

Že pri prvi obravnavi metodologij za določanje cene uporabe prometne infrastrukture je potrebno povedati, da uporaba različnih metodologij za določanje cene uporabe infrastrukture za železniško in za cestno infrastrukturo pomeni vnašanje nove motnje na trg transportne infrastrukture v Evropi. Različno vrednotenje stroškov bo na dolgi rok pripeljalo do neracionalne sestave transportnega sistema v Evropi, kar pomeni višje stroške obratovanja in zaradi vloge, ki jo ima transportni sektor v narodnem gospodarstvu, zmanjšano konkurenčnost evropskega gospodarstva. Argumenti, ki govorijo v prid uvedbi sistema določanja cene uporabe prometne infrastrukture, ki temelji na stroških uporabe le-te, so hkrati tudi argumenti za uvedbo enotnega sistema določanja stroškov oz. cene uporabe infrastrukture, ne glede na to, za katero vrsto prometne infrastrukture gre.

Glede na to, da je odpiranje trga železniške infrastrukture v Evropski uniji še v povojih in da pravega sistema za zaračunavanje stroškov železniške infrastrukture v praksi še ni, se bom v nadaljevanju dela omejil zgolj na vprašanje zaračunavanja stroškov uporabe (avto) cestne infrastrukture, kar je tudi namen dela.

2.1. Empirične ocene dejanskih stroškov cestnega transporta

Države Evropske unije imajo različne pristope k zaračunavanju stroškov uporabe (avto) cestne infrastrukture. V prvo skupino sodijo države, kjer neposrednim uporabnikom ni potrebno plačevati za uporabo avtocest. V tem primeru celotno breme stroškov gradnje in vzdrževanja omrežja pade na ramena davkoplačevalcev, ne glede na to, ali in koliko avtoceste sploh uporabljajo. To pomeni, da uporabniki avtocest dobivajo subvencijo od davkoplačevalcev, ki avtocest ne uporabljajo.

V drugi skupini so države, kjer stroške gradnje in vzdrževanja avtocest delno pokrivajo pavšalno neposredni uporabniki, delno pa vsi davkoplačevalci. To so države s tako imenovanim sistemom »vinjet«, kar pomeni, da uporabniki avtocest plačajo pavšalni znesek, ne glede na to, koliko cestno infrastrukturo dejansko uporabljajo. V tem primeru podpovprečni uporabniki subvencionirajo nadpovprečne uporabnike. Ker pa del stroškov še vedno pokriva državni proračun, vsi uporabniki dobivajo subvencijo še od davkoplačevalcev, ki avtocest ne uporabljajo.

V tretjo skupino sodijo države, ki stroške gradnje in vzdrževanja avtocest zaračunavajo neposrednim uporabnikom glede na dejansko uporabo, vendar pa v praksi del stroškov vseeno odpade na davkoplačevalce. Pri tem velja enaka pripomba kot pri zgoraj opisanih sistemih glede subvencioniranja s strani davkoplačevalcev, ki avtocest ne uporabljajo, bistvena prednost pa je ta, da je plačilo vendarle v veliki meri odvisno od dejanske uporabe avtocest (Button, 1993, str. 124).

Ob vprašanju zaračunavanja stroškov neposrednim uporabnikom avtocest je potrebno izpostaviti tudi tehnologijo pobiranja cestnine. Cestninski sistemi so zaradi tehnoloških omejitev zaenkrat še zasnovani tako, da kljub vsemu določenim uporabnikom, ki uporabljajo odseke avtocest, kjer ni cestninskih postaj, omogočajo zastojno uporabo avtocest – to so tako imenovani odprti ali pol-odprti cestninski sistemi. Trenutna tehnologija pobiranja cestnine za vse uporabnike avtocest v Evropi zaenkrat še ni tako razvita, da bi omogočala uvajanje cenovne politike, ki bi temeljila na mejnih družbenih stroških.

Za uvedbo cenovne politike, ki bi temeljila na mejnih družbenih stroških, je potrebno uvesti elektronske sisteme za pobiranje cestnine, ki omogočajo časovno, krajevno in daljinsko diferenciacijo cestnine, kar je predpogoj za uvedbo drugačne cenovne politike. Tovrstni sistem za določen del vozil (tovorna vozila in avtobusi) sicer že deluje v Nemčiji, Avstriji in Švici, ključno vprašanje, ki v praksi še ni nikjer rešeno, pa je razširitev tovrstnega sistema pobiranja cestnine na vsa vozila – tudi osebna. Treba je tudi dodati, da sistema v Nemčiji, Švici in Avstriji ne uporabljajo tako, da bi se plačilo cestnine časovno in/ali prostorsko spreminjalo.

Zaračunavanje stroškov avtocestne infrastrukture neposrednim uporabnikom v Evropski uniji tako zaenkrat temelji na treh vrstah plačil: cestnina oziroma »vinjeta«, davek na vozilo in davek na gorivo (Verhoef, 2003/2, str. 6).

Verhoef in ostali so v zgoraj omenjeni študiji analizirali cene, ki jih za uporabo (avto) cestne infrastrukture plačujejo uporabniki in jih primerjali z ocenami mejnih družbenih stroškov, ki so jih izdelali za potrebe študije. Primerjavo so izvedli za štiri metropolitanska območja (Amsterdam, Bruselj, Dublin in London) in dve državi (Belgija in Irska). Ugotovili so, da znašajo mejni družbeni stroški za vožnjo osebnega avtomobila v času prometne konice od 1,2 do 2,8 EUR na kilometer za metropolitanska območja in od 0,4 do 0,6 EUR na kilometer za območje celotne države (Verhoef, 2003/2, str. 13).

V času izven prometnih konic so mejni družbeni stroški vožnje enega osebnega avtomobila od 0,6 do 1,1 EUR na kilometer za metropolitanska območja in od 0,3 do 0,4 EUR na kilometer za območje celotne države.

Avtorji ugotavljajo, da uporabniki prek stroškov vozil, goriva, davkov, prispevkov in cestnine plačajo manj kot polovico izračunanih mejnih družbenih stroškov (Verhoef, 2003/2, str. 14).

Za tovorna vozila so avtorji ocenili, da znašajo mejni družbeni stroški v času prometne konice 0,25 EUR na tonski kilometer, v času izven prometne konice pa od 0,10 do 0,14 EUR na tonski kilometer. Obe oceni sta narejeni za območje celotne države, saj zaradi večjih razdalj, ki jih prepotuje tovor, ni smiselno delati ocene za metropolitanska območja.

Pokritost mejnih družbenih stroškov pri tovrstnem prometu je večja kot pri prometu osebnih vozil, saj znaša od 50 % v času prometnih konic do 85 % v času izven prometnih konic (Verhoef, 2003/2, str. 16).

Pri modeliranju posledic uvedbe cenovne politike, ki bi temeljila na mejnih družbenih stroških, so avtorji ugotovili, da bi se po uvedbi tovrstnega modela določanja cene uporabe cestne infrastrukture cestni tovorni promet znižal za 3,8 % zgolj zaradi bolj smotrne izrabe voznih sredstev (manj praznih voženj), medtem ko bi osebni promet padel od 6 % do 12 % zaradi povečanja povprečnega števila oseb v vozilu. Pomembna je tudi ugotovitev, da bi se blagostanje prebivalcev po uvedbi tovrstne cenovne politike povečalo v vseh preučevanih mestih in v obeh preučevanih državah (Verhoef, 2003/2, str. 21).

2.2. Mejni družbeni stroški kot temelj strategije Evropske unije o poravnavanju stroškov cestnega transporta

Strategija Evropske unije na področju stroškov transporta govori v prid zaračunavanja stroškov infrastrukture in ostalih stroškov neposrednim uporabnikom infrastrukture. Temelj te usmeritve je »Zelena knjiga« o učinkovitem zaračunavanju stroškov infrastrukture dejanskim uporabnikom, prometna politika pa je te usmeritve konkretizirala v »Beli knjigi«.

Prometna politika Evropske unije postavlja za kopenski transport (ceste in železnice) dve različni metodologiji izračunavanja stroškov. Za cestni transport naj bi plačilo temeljilo na mejnih družbenih stroških, ki nastajajo z uporabo cestne infrastrukture. Za železniški promet pa naj bi plačilo uporabnine temeljilo na teoriji povrnitve stroškov. Ta teorija pomeni precej manjše obremenjevanje železnice s stroški, saj ne upošteva nekaterih stroškov (onesnaževanje, hrup, nesreče ...), njena ključna slabost pa je togost, saj se plačila ne spreminjajo glede na čas uporabe, prevoženo razdaljo ... Ta metodologija ne stimulira optimalne rabe infrastrukture, saj uporaba infrastrukture v času, ko je ta najbolj zasedena, ni ovrednotena z višjo ceno (Button, 1994, str. 125).

Teorija, na kateri naj bi temeljila izračun in zaračunavanje dejanskih stroškov transporta za (avto) cestno infrastrukturo, je teorija mejnih družbenih stroškov. V nadaljevanju bom to teorijo podrobneje predstavil.

Transport na splošno, še posebej cestni transport, povzroča vrsto različnih eksternih učinkov: realni vpliv na blaginjo drugih subjektov, ki niso upoštevani v plačilo, ki ga povzročitelj dejansko plača. Razlog, da vsi povzročeni stroški niso del plačila, je v neučinkovitem sistemu cen. Ko govorimo o stroških transporta, običajno avtorji navajajo naslednje eksterne stroške: prometni zastoji, vpliv na okolje, povzročanje hrupa in prometne nesreče. Cestni transport je v zadnjih desetletjih nedvomno najbolj pomemben kopenski način prevoza blaga in ljudi, poleg tega pa je od vseh načinov transporta tudi največji generator eksternih stroškov (Verhoef, 2003/1, str. 1 in 2).

Pri obravnavi eksternih stroškov cestnega transporta je potrebno te stroške ločiti na dve vrsti. Ena vrsta eksternih stroškov so znotraj-sektorski eksterni stroški, kot so denimo stroški prometnih zastojev ali prometnih nesreč, kjer se stroški prenašajo iz enega uporabnika cestne infrastrukture na druge uporabnike cestne infrastrukture. Druga vrsta eksternih stroškov pa so medsektorski eksterni stroški, kjer se eksterni stroški transporta

prenesejo na družbo kot celoto. To so stroški onesnaževanja okolja, povzročanja hrupa in del stroškov prometnih nesreč, ki se pokriva iz denimo zdravstvenega zavarovanja. Ob pravkar postavljeni definiciji eksternih stroškov se lahko vprašamo, ali so stroški prometnih zastojev zares eksterni stroški ali ne, saj se prenašajo iz enega uporabnika cestne infrastrukture na druge uporabnike in obratno. To je sicer res, vendar je potrebno vedeti, da je pravilna analiza blaginje mogoča le ob upoštevanju obeh vrst prej omenjenih stroškov. Brez upoštevanja teh stroškov ni mogoče doseči Paretovega optimuma (Verhoef, 2003/1, str.:2).

Zaradi znotraj-sektorskih in medsektorskih eksternih stroškov, ki jih ne pokrijejo njihovi povzročitelji, pride so uporabe prometne infrastrukture, ki presega Paretov optimum. Pojav je pojasnjen na Sliki 1. Tržno ravnotežje je v presečišču krivulje povpraševanja, ki je enaka mejnim družbenim in mejnih zasebnih koristim ($D=MPB=MSB$), in krivulje mejnih zasebnih stroškov (MPC), ki ves čas narašča zaradi znotraj-sektorskih eksternih stroškov, ki so v tem primeru stroški prometnih zastojev. To pomeni, da zasebni stroški uporabe cestne infrastrukture naraščajo s splošno obremenjenostjo cestne infrastrukture, kar v praksi pomeni s številom voznikov, ki hkrati uporabljajo isto cesto. Posamezni uporabniki cest pri odločanju o uporabi ceste ne upoštevajo vpliva njihove uporabe cestne infrastrukture na povprečno hitrost in varnost na cesti. Namesto tega obremenjenost ceste in varnost na njej raje vzamejo za dano spremenljivko, kar pomeni, da lahko krivuljo MPC izenačimo s krivuljo povprečnih družbenih stroškov (ASC).

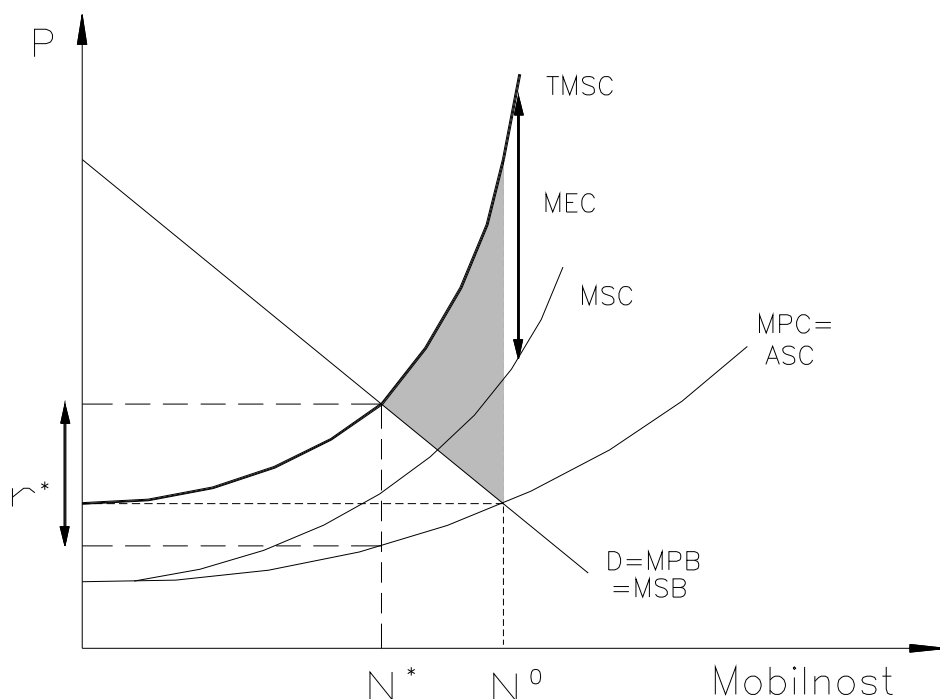
K stroškom, ki so že bili omenjeni, zdaj dodajmo še zunaj-sektorske stroške in dobimo mejne družbene stroške (MSC). Ob upoštevanju, da so skupni družbeni stroški (TSC) izraženi kot: $TSC = N * ASC$ in ob predpostavki, da je $\frac{\partial ASC}{\partial N} > 0; \forall N > 0$ bomo dokazali, da so MSC vedno višji od ASC :

$$\begin{aligned} MSC &= \frac{\partial TSC}{\partial N}; TSC = N * ASC \\ MSC &= \frac{\partial(N * ASC)}{\partial N} \\ MSC &= ASC + N * \frac{\partial ASC}{\partial N} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial MSC}{\partial N} &= \frac{\partial ASC}{\partial N} + \frac{\partial ASC}{\partial N} + N * \frac{\partial^2 ASC}{\partial N^2} \\ \frac{\partial MSC}{\partial N} &= 2 * \frac{\partial ASC}{\partial N} + \frac{N * \partial^2 ASC}{\partial N^2} \Rightarrow \frac{\partial ASC}{\partial N} < \frac{\partial MSC}{\partial N}; \forall N > 0 \end{aligned} \quad (2)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 3).

Slika 1: Grafična predstavitev modela regulacije eksternalij za cestni transport.



Vir: Verhoef, 2003/1, str. 3.

Mejnim družbenim stroškom (MSC), kot smo jih opredelili zgoraj, moramo dodati še mejne stroške onesnaževanja oziroma mejne ekološke stroške (MEC). Predpostavimo, da so MEC konstantni za vsakega dodatnega voznika, ki vstopi na cesto, kar pomeni, da predpostavimo, da na cesti ni prometnih zastojev, ki bi povečali onesnaževanje. V tem primeru se krivulja MSC na Sliki 1 premakne navzgor za višino MEC. Tako dobimo skupne mejne družbene stroške transporta (TMSC), ki so relevantni za določanje Pareto-učinkovitega obsega mobilnosti. Z ekonomskega vidika je optimalni obseg mobilnosti ali optimalni obseg opravljenih prevozov pri N^* , kjer so neto družbene koristi največje. V tej točki ni izgube blaginje, ki jo predstavlja osenčeno področje med TMSC, D in navpičnico v točki N_0 , poleg tega pa je ploščina ravnine, ki jo omejujejo ordinatna os ter krivulji D in TMSC – družbena korist – največja. Slika 1 se običajno predstavlja kot stanje na določeni cesti ob določenem trenutku oziroma poljubno majhnem časovnem intervalu, kjer se razmere na cesti ne spreminjajo. Ne glede na to pa je mogoče to sliko uporabiti tudi za abstraktno razlago splošnih razmer v cestnem transportu (Verhoef, 2003/1, str. 3).

Optimalna cestnina je tako teoretično določena kot r^* na Sliki 1, kar je vsebinsko gledano razlika med skupnimi mejnimi družbenimi stroški (TMSC) in mejnimi zasebnimi stroški (MPC). Poleg tega je cestnina v tej točki enaka mejnim eksternim stroškom v optimumu. Po uvedbi cestnine v višini r^* se bodo vozniki, ki so opravljali vožnje od N^* do N_0 odpovedali svojim vožnjam, saj je njihova mejna zasebna korist manjša od vsote mejnega zasebnega stroška in cestnine v višini r^* . Prevozi, za katere se bo zmanjšala prometna obremenitev, so z vidika družbe kot celote škodljivi, saj njihova

družbena korist ne odtehta družbenih stroškov (Verhoef, 2003/1, str. 3 in 4). Konkretno izpeljavo posledic vmešavanja države na področje transportne infrastrukture in prenašanja stroškov le-te na proračun za podjetja je mogoče videti v naslednjem poglavju.

Teorija, ki je predstavljena zgoraj, je temelj optimalnega načina določanja cen uporabe transportne infrastrukture. Kljub temu pa je potrebno dodati nekaj opazk. Glede na postavitev modela je jasno, da gre za model, katerega veljavnost je zelo omejena, saj se razmere na cestni infrastrukturi nenehno spreminjajo. V nadaljevanju bomo tako nekaj besed namenili tudi dolgoročni obravnavi optimalnega načina določanja cene uporabe cestne infrastrukture. Poleg tega je potrebno opozoriti še na naslednje potrebne pogoje, da bi model lahko čim bolj približal optimalnemu stanju:

- na voljo je potrebno imeti optimalni mehanizem za zaračunavanje stroškov uporabe cestne infrastrukture. V praksi bi namreč morali uporabniki plačati cestnino v višini mejnih eksternih stroškov v višini, kot velja od vstopa do izstopa s cestne infrastrukture. To pomeni, da potrebujemo zelo fleksibilen sistem pobiranja cestnine, ki mora biti poleg tega tudi stroškovno sprejemljiv;
- višina cestnine za vsakega uporabnika cestne infrastrukture mora biti enaka mejnim eksternim stroškov v višini od vstopa do izstopa s cestne infrastrukture. V kolikor bi cestnino določili previsoko, bi se zmanjšala družbena blaginja, če pa bi cestnino določili prenizko, bi prišlo do prekomerne uporabe cestne infrastrukture in nastanka družbene izgube. Poseben problem je tudi zavedanje uporabnikov, koliko bo znašala cestnina, če infrastrukturo uporabijo ob določenem času. Če bi cestnino določali sproti, glede na obremenjenost infrastrukture, uporabniki ne morejo biti obveščeni o njeni višini, kar pomeni, da se ne morejo pravilno odločati. Če pa cestnino objavimo vnaprej, pridemo v situacijo, ko ta ne odraža dejanskih mejnih eksternih stroškov, kar je predpostavka iz modela (Verhoef, 2003/1, str.:4).

V predstavljeni analizi smo predpostavili, da so krivulje na Sliki 1 stabilne, da se torej ne spreminjajo. Od tod seveda sledi, da je to mogoče le v določenem krajšem ali daljšem časovnem intervalu, nikakor pa to ne more veljati za časovni interval več let. Zato bomo predstavljeno analizo definirali kot kratkoročno analizo. Kljub temu si je potrebno zapomniti, da zaračunavanje mejnih eksternih stroškov uporabe cestne infrastrukture neposrednim uporabnikom omogoča doseganje optimalne uporabe cestne infrastrukture vsaj na kratek rok. Preskok na dolgoročno analizo pokaže, da postavljeni model mejnih eksternih stroškov omogoča doseganje optimalne izrabe cestne infrastrukture tudi na dolgi rok oziroma, da je tudi na dolgi rok zaračunavanje uporabe cestne infrastrukture na podlagi mejnih eksternih stroškov prva najboljša rešitev. Na dolgi rok se pokaže večja fleksibilnost subjektov, saj se lahko strukturno prilagodijo zaračunavanju cestnine na podlagi mejnih eksternih stroškov:

- faktorji, ki vplivajo na položaj in naklon krivulje povpraševanja so izvedeni faktorji povpraševanja, saj pri povpraševanju po transportu ne gre za neposredno povpraševanje, temveč za povpraševanje, ki nastane na podlagi odločitev o lokaciji podjetja in stanovanja. Zato lahko na dolgi rok plačevanje mejnih eksternih stroškov uporabe cestne infrastrukture povzroči spremembo lokacije podjetij in stanovanj, spremeni pa se lahko tudi delavnik, in sicer tako, da se ure

prihoda na delo in odhoda z dela prilagodijo cenovni politiki. Na dolgi rok je torej povpraševanje bolj elastično kot na kratek rok;

- na dolgi rok se lahko spremenijo tudi dejavniki, ki vplivajo na eksterne stroške: ob posodabljanju voznega parka je mogoče dati prednost vozilom, ki manj onesnažujejo okolje, ki povzročajo manj hrupa ... Zaradi tehnoloških sprememb tako lahko pride do znižanja mejnih eksternih stroškov;
- na daljši rok je mogoče z vlaganjem v cestno infrastrukturo zmanjšati zastoje, ki nastajajo, kar pomeni, da se zmanjšajo znotraj-sektorski stroški zaradi prometnih zastojev;
- tehnološki razvoj lahko spremeni lego krivulje mejnih zasebnih stroškov, saj se z manjšo porabo goriva, večjo varnostjo vozil in tako naprej ti stroški zmanjšujejo (Verhoef, 2003/1, str. 5).

2.3. Posledice plačevanja stroškov infrastrukture

Za obravnavo posledic plačevanja stroškov infrastrukture oziroma plačevanja polnih stroškov prevoza je potrebna nekoliko širša obravnavna skupnega produkta, tržnega območja in transportnih stroškov.

Stroški transporta niso edini stroški, ki vplivajo na lokacijo podjetij, njihov pomen pri različnih panogah je različno močan. Po raziskavi, ki jo je izvedel Button za Veliko Britanijo, je vpliv stroškov transporta pri izbiri lokacije podjetja zanemarljiv pri panogah, kjer stroški transporta predstavljajo do 5 % skupnih produkcijskih stroškov. Te panoge so: proizvodnja električnih in elektronskih naprav, proizvodnja merilnih naprav, tekstilna industrija in druge. Srednje močan vpliv na lokacijo podjetij imajo stroški transporta pri tistih panogah, kjer stroški transporta predstavljajo od 6 % do 10 % produkcijskih stroškov. Te panoge so: papirna industrija, izdelava transportnih sredstev, črna metalurgija, gumarska industrija. Kot panoge, kjer je vpliv stroškov transporta na lokacijo podjetja visok Button navaja panoge, kjer stroški transporta presegajo 10 % skupnih stroškov proizvodnje. Te panoge so: kemična industrija, prehranska industrija, predelava lesa, industrija gradbenega materiala (Button, 1994, str. 24).

Avtor v enostavnem modelu obravnava povpraševanje po transportnih storitvah enako kot povpraševanje po končnih dobrinah. Poleg tega avtor predpostavlja, da sta krivulji povpraševanja in ponudbe linearni, da podjetje proizvaja homogen proizvod in da je oddaljeno od končnega porabnika za določeno razdaljo. V tem primeru lahko enačbo cene, ki jo podjetje doseže na ponudbeni strani, zapišemo kot:

$$P_s = a_0 + a_1 Q_s + P_t \quad (3)$$

pri čemer je:

P_s – ponudbena cena dobrine v ravnotežju;

P_t – konstantna cena prevoza enote dobrine od proizvajalca do porabnika, ki jo prikažemo kot strošek proizvajalca;

Q_s – količina ponudbe izdelka, pri ceni P_s .

Enačbo cene na strani povpraševanja zapišemo kot:

$$P_d = b_0 - b_1 Q_d ; \quad (4)$$

pri čemer je:

P_d – cena pri ravnotežnem povpraševanju po dobrini;

Q_d – količina povpraševanja po izdelku pri ceni P_d .

Izenačimo količine in cene (dosežemo ravnotežje), preuredimo enačbe in izpeljemo ravnotežno količino in iz nje tudi ravnotežno ceno:

$$Q_e = \frac{b_0 - a_0}{a_1 + b_1} - \frac{P_t}{a_1 + b_1} \Rightarrow P_e = \frac{a_1 b_0 - a_0 b_1}{a_1 + b_1} + \frac{b_1 P_t}{a_1 + b_1} \quad (5)$$

Vir: Button, 1993, str. 27 in 28.

Iz obeh zgornjih enačb vidimo, da stroški transporta znižujejo ravnotežno količino proizvodov, saj zvišujejo ravnotežno ceno. Od tod lahko zaključimo, da je pri višjih stroških transporta potrošnikov presežek manjši. Zato je toliko bolj pomembno, da ekonomska politika spodbuja podjetja, da racionalno uporabljajo transportno infrastrukturo in transportni sistem nasploh.

Izpeljava enačbe v nadaljevanju pokaže, da vmešavanje države v delovanje transportnega sistema, ki temelji na prenašanju stroškov transporta pavšalno na vse davkoplačevalce, vodi v ekonomsko neučinkovitost.

Enačbo izpeljemo tako, da predpostavimo, da je funkcija celotnih stroškov proizvodnje brez stroškov transporta za dve konkurenčni podjetji, ki proizvajata popolnoma homogena proizvoda, linearna in da je neposredno odvisna zgolj od količine izdelkov, ki jih podjetje proizvede. Nadalje predpostavimo, da so skupni stroški transporta odvisni od cene enega prevoza, števila voženj, ki so potrebne za prevoz surovin do podjetja ter izdelka do porabnika in od količine izdelkov, ki jih podjetje proda na trgu. Privzemimo, da podjetje nastopa na popolnoma konkurenčnem trgu in da torej količina izdelkov, ki jih ponudi na trgu, na ravnovesno ceno ne more vplivati (njegov mejni prihodek je konstanten) ter da cenovna diskriminacija kupcev glede na njihovo oddaljenost od proizvajalca ni mogoča. Ob upoštevanju zgornjih predpostavk in privzetih dejstev zapišemo enačbe skupnih proizvodnih stroškov podjetja (brez transportnih stroškov), skupnih stroškov transporta in skupnih prihodkov podjetja od prodaje izdelkov na najbolj oddaljenih trgih:

$$TC = a * Q$$

$$TrC = b * \beta * Q * D$$

$$P * Q = TC(Q) + TrC(Q) \Rightarrow P * Q = a * Q + b * \beta * D * Q \quad (6)$$

$$P = a + b * \beta * D$$

pri čemer je:

TC – skupni stroški proizvodnje;

a – strošek proizvodnje ene enote izdelka;

Q – proizvedena količina v ravnovesju;

TrC – stroški transporta;

b – cena enega prevoza;

β – potrebno število prevozov za dostavo surovin do podjetja in izdelkov do kupcev za eno enoto izdelka;

Q – proizvedena količina izdelkov v ravnovesju;

D – razdalja od proizvajalca do najbolj oddaljenega kupca;

P – ravnotežna cena na trgu, na katero proizvajalec s proizvedeno količino ne more vplivati (popolna konkurenca).

Imamo torej dve podjetji, ki sta na dveh različnih lokacijah in vsako podjetje zadovoljuje kupce v svojem okolišu, za katerega predpostavimo, da je krog s polmerom D. Seštevek obeh polmerov je razdalja med podjetjema. Za vsako od podjetij zapišemo funkcijo ponudbene cene; v ravnovesju na trgu pa morata biti obe ceni enaki in tudi enaki ceni, ki velja na popolnoma konkurenčnem trgu.

$$P_1 = a_1 + b_1 * \beta_1 * D_1$$

$$P_2 = a_2 + b_2 * \beta_2 * D_2$$

$$P_1 = P_2$$

(7)

$$D_1 = \frac{a_2 - a_1 + b_2 * \beta_2 * D_2}{b_1 * \beta_1}; a_1 = a_2; b_1 = b_2$$

$$D_1 = \frac{\beta_2}{\beta_1} D_2$$

Spremenljivki a smo izenačili, ker smo predpostavili, da imata obe podjetji identično produkcijsko funkcijo in da so mejni stroški proizvodnje ves čas enaki za obe podjetji za vsako količino. Predpostavka seveda ne more držati na neskončnem intervalu, vendar lahko predpostavimo, da so količine, po katerih povprašujejo kupci pri ceni, ki je vsaj minimalno različna od nič, navzgor omejene.

Spremenljivki b smo izenačili zato, ker smo predpostavili, da je trg transportnih storitev popolnoma konkurenčen, kar pomeni, da lahko vsako od obeh podjetij dobi zadostno količino prevozov po cenah, ki vladajo na trgu, saj njuno povpraševanje nima vpliva na cene na trgu.

Iz izpeljane enačbe vidimo, da sta polmera obeh krogov, v katerih podjetji zadovoljujeta kupce, povezana. Vsota obeh polmerov je enaka razdalji med obema podjetjema, razmerje polmerov pa določa razmerje števila prevozov, ki jih posamezno podjetje potrebuje za prevoz surovin do podjetja in potem izdelkov na trg.

V nadaljevanju bomo pogledali, kaj se zgodi, če podjetje 2 potrebuje za plasiranje ene enote izdelka na trg dvakrat več prevozov kot podjetje 1.

$$\begin{aligned}
\beta_2 &= 2\beta_1 \\
D_1 &= \frac{2\beta_1}{\beta_1} D_2; RAZ = D_1 + D_2 \\
D_1 &= 2(RAZ - D_1) \\
D_1 &= \frac{2}{3} RAZ \Rightarrow D_2 = \frac{1}{3} RAZ
\end{aligned}
\tag{8}$$

Iz zgornje enačbe vidimo, da lahko prvo podjetje, ki bolje obvladuje logistične poti in ki potrebuje manjše število prevozov za prevoz surovin do podjetja in končnih izdelkov do porabnikov, v razmerah, ko vse stroške prevoza nosijo uporabniki transportnih storitev, pridobi večji tržni delež oziroma pokrije večje področje kot drugo podjetje. To je mogoče zato, ker je razdalja do najbolj oddaljenega kupca, ki mu podjetje 1 še dobavi blago, večja od razdalje do najbolj oddaljenega kupca za podjetje 2. Pri tem je potrebno posebej opozoriti, da se to zgodi kljub predpostavki, da imata obe podjetji enako produkcijsko funkcijo brez upoštevanja stroškov transporta.

Ker smo predpostavili, da se količina produktov, ki jih prodaja vsako od podjetij, povečuje linearno z razdaljo do najbolj oddaljenega kupca, lahko izpeljemo enačbo ravnovesne proizvedene količine za vsako od podjetij:

$$\begin{aligned}
Q &= c * D \\
Q_1 &= c_1 * \frac{2}{3} RAZ \\
Q_2 &= c_2 * \frac{1}{3} RAZ \\
Q_2 &= \frac{c_1}{c_2} * \frac{Q_1}{2}
\end{aligned}
\tag{9}$$

pri čemer je:

c – količina izdelkov, ki jih podjetje prodaja na eni enoti razdalje od podjetja do najbolj oddaljenega kupca. Predpostavimo, da je ta količina konstantna in enaka za obe podjetji. V tem primeru se enačba reducira na:

$$\begin{aligned}
c_1 &= c_2 \Rightarrow \\
\Rightarrow Q_2 &= \frac{Q_1}{2}
\end{aligned}
\tag{10}$$

Vidimo, da drugo podjetje proizvede polovico manj izdelkov kot prvo podjetje, saj jih več zaradi neučinkovite logistike ne more prodajati na enako velikem področju kot prvo podjetje. Še enkrat naj opozorim, da je zgornja enačba izpeljana za primer, ko drugo podjetje potrebuje dvakrat več prevozov za proizvodnjo in dostavo kot prvo podjetje.

Poglejmo zdaj, kaj se zgodi, če se na trg transportnih storitev vmeša država. Predpostavimo, da celotne stroške transporta pokrije država iz proračuna, prihodke v proračun pa pridobi tako, da linearno obdavi vse prodane izdelke. V obravnavanem

modelu bi to pomenilo, da so stroški transporta odvisni od prodane količine, ne pa od učinkovitosti logistike.

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \frac{\beta_2}{\beta_1} D_2; \beta_1 = \beta_2 \\
 D_1 &= D_2; D_2 = RAZ - D_1 \\
 D_1 &= \frac{RAZ}{2} \Rightarrow Q_1 = Q_2
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Vidimo, da tovrstno vmešavanje države v delovanje trga povzroči, da vsako od podjetij pokriva enako velik trg, kar pomeni, da sta enaki tudi prodani količini izdelkov. To pomeni, da podjetje, ki ima bolj učinkovito logistično verigo ni uspelo realizirati boljšega tržnega položaja, saj je moralo prek davkov subvencionirati logistično manj uspešno podjetje.

V nadaljevanju pogledjmo še, kaj pomeni vmešavanje države na trg transportnih storitev za obseg voženj oziroma za obremenjenost prometne infrastrukture.

Zgoraj sem obravnaval primer, ko je podjetje 2 za prevoz surovin do podjetja in prevoz dobrin na trg potrebovalo dvakrat večje število voženj kot podjetje 1. Tudi v nadaljevanju bomo obravnavali enak primer, saj to omogoča lažjo primerjavo posledic. Število voženj (VO) izračunamo po naslednji enačbi:

$$VO = Q * \beta \tag{12}$$

pri čemer je skupni produkt Q potrebno razdeliti na produkt podjetja 1 in produkt podjetja 2. Iz zgornje enačbe vemo, da je produkt v tržnih razmerah razdeljen med obe podjetji po naslednjem razmerju:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2; Q_2 = \frac{Q_1}{2} \Rightarrow \\
 \Rightarrow Q_1 &= \frac{2Q}{3}; Q_2 = \frac{Q}{3}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Ko na trg transportnih storitev na opisani način poseže država, se razmere spremenijo:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_1 + Q_2; Q_2 = Q_1 \Rightarrow \\
 \Rightarrow Q_1 &= Q_2 = \frac{Q}{2}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

V razmerah, ko na trgu transportnih storitev ni motenj, je celoten obseg voženj ob upoštevanju zgornjih enačb enak:

$$VO = VO_1 + VO_2 = Q_1 * \beta_1 + Q_2 * \beta_2 = \frac{2Q}{3} * \beta_1 + \frac{Q}{3} * 2\beta_1 = \frac{4}{3} * Q * \beta_1 \tag{15}$$

Če predpostavimo, da celotne stroške transporta prevzame država v svoj proračun, nakar te stroške pokriva z obdavčevanjem vsakega izdelka pavšalno, dobimo naslednji obseg potrebnih prevozov:

$$VO = VO_1 + VO_2 = Q_1 * \beta_1 + Q_2 * \beta_2 = \frac{Q}{2} * \beta_1 + \frac{Q}{2} * 2\beta_1 = \frac{3}{2} * Q * \beta_1 \quad (16)$$

Iz primerjave obeh enačb sledi, da je v obravnavanem primeru, ko podjetje 2 potrebuje za dovoz surovin do podjetja in prevoz dobrin do porabnikov dvakrat več prevozov kot podjetje 1, opravljeno število prevozov za 12,5 % večje, kot če država na trg transportnih storitev ne bi posegla.

Iz zgornjih enačb lahko zaključimo:

- prenašanje stroškov prometne infrastrukture v državni proračun povzroči motnje na trgu dobrin, saj podjetja z boljšo logistiko ne morejo izkoristiti svojih konkurenčnih prednosti;
- v razmerah, ko država stroške transporta prenese v proračun, ki ga potem polni z davkom na prodane izdelke, je skupna količina opravljenih prevozov za proizvodnjo enakega števila produktov kot v popolnoma tržnih razmerah večja kot v razmerah, če država teh stroškov ne prenese v proračun;
- zaradi večjega števila potrebnih prevozov je vsota pobranih davkov višja kot znaša vsota stroškov transporta v razmerah, ko te stroške plačajo neposredno podjetja. Zato je višja tudi prodajna cena produktov, kar pomeni, da se v razmerah elastičnega povpraševanja zmanjša celotni produkt, zato je nižji tudi potrošnikov presežek.

Zaključki, ki smo jih postavili zgoraj, so pomembni tudi v širšem kontekstu evropske industrijske politike. Motnje na trgu transportnih storitev, ki jih povzroča prelivanje stroškov transporta med različnimi uporabniki in med različnimi davkoplačevalci, zmanjšujejo možnosti za razvoj uspešnim podjetjem in ščitijo konkurenčno manj sposobna podjetja. Zato je toliko bolj pomembno, da stroške transporta v celoti pokrijejo dejanski uporabniki, saj to povečuje konkurenčno sposobnost evropskega gospodarstva, kar je nenazadnje cilj, ki je opredeljen tudi v »lizonski strategiji«.

2.4. Ekonomsko utemeljevanje cestnine

Od splošne obravnave stroškov transporta se zdaj selimo k obravnavi cestnine kot načinu za zaračunavanje dela stroškov transporta neposrednim uporabnikom. Cestnina je v ožjem smislu plačilo za uporabo cestne infrastrukture. Po metodi povrnitve stroškov mora cestnina pokriti stroške gradnje, obnove in vzdrževanja cestne infrastrukture.

Poleg zgoraj omenjene vloge cestnina pomembno vpliva na obseg in razporeditev prometnih tokov, pri lokaciji poselitve prebivalstva in pri gibanju cen nepremičnin. Ta dva vidika obravnavam v spodnjih podpoglavjih.

2.4.1. Cestnina kot zagotovilo redkosti dobrine

Transportna infrastruktura, v obravnavanem primeru avtocestno omrežje, ponuja storitev, dobrino, to je zagotovitev pogojev za prevoz iz kraja A v kraj B. Tako kot vsaka dobrina je tudi uporaba avtoceste dobrina, ki je redka, saj se po prostorsko omejeni cesti hkrati ne more peljati poljubno mnogo vozil. Avtocesta ima svojo kapaciteto, in če je le-ta presežena, nastanejo prometni zastoji. Ti povzročajo večje stroške transporta od optimalnih: večja poraba goriva in časa, večja obraba vozil (Button, 1993, str. 126).

Plačevanje infrastrukture po dejanski uporabi tako glede prepotovane razdalje, obremenjevanja avtoceste, časa uporabe in tako naprej je edini način, da uporabniki avtocestno infrastrukturo dojamajo kot redko dobrino in da se zavejo, da je kapaciteta avtoceste omejena in da jo je mogoče povečati samo z dodatnimi vlaganji. Cestnina je (ne glede na tehnologijo pobiranja) edini način, da zgornje načelo zaživi v praksi, saj vsi drugi načini plačevanja za uporabo infrastrukture ne vodijo do optimalnih rezultatov. Fleksibilni model določanja cestnine uporabnikom daje jasne signale upravljalca avtoceste, kdaj je dodatna uporaba avtoceste zaželena in mogoča, kdaj pa je infrastruktura preobremenjena (Calthrop, 2003, str. 5).

Calthrop v svoji študiji »On Subsidising Auto – Commuting« za sedem največjih mest v ZDA in London navaja podatke, da je v nasprotju s splošnim prepričanjem v času jutranjih in popoldanskih prometnih konic le 37 % (povprečje za mesta v ZDA) oziroma 65 % (podatek za London) voženj namenjenih prevozu ljudi na delo. Ostala potovanja v času prometnih konic so potovanja po nakupih, družinski opravki in podobno. Uvedba cestnine je po njegovih trditvah edini način za odpravo nastalih razmer. Ne le to, ugotovil je, da uvedba konstantne cestnine ne vpliva na časovni potek prometnih tokov, na dolgi rok pa ne prinese zmanjšanja prometnih zastojev (Calthrop, 2003, str. 25).

Uvedba cestnine je potreben, čeprav ne zadosten pogoj za doseg stanja, v katerem bo uporaba avtoceste redka dobrina, zaradi česar se bodo uporabniki začeli obnašati racionalno. Da bi dosegli ta cilj, je potrebno uvesti časovno spremenljivo cestnino, ki bo odražala mejno koristnost vožnje po avtocesti v določenem časovnem intervalu. Pri tem avtorji opozarjajo na vprašanje obveščenosti uporabnikov o trenutni višini cestnine. Verhoef (na podlagi analize podatkov za Nizozemsko) in Calthrop (na podlagi analize podatkov za ZDA in Veliko Britanijo) zato predlagata uvedbo vnaprej določene časovno diferencirane cestnine. Ta rešitev je sicer neoptimalna, vendar pa glede na rezultate študije modelov prometnih tokov v času prometnih konic obeh avtorjev najboljša možna, saj na eni strani rešuje vprašanje obveščenosti uporabnikov o višini cestnine v določenem časovnem intervalu (to namreč odločilno vpliva na odločitev, kdaj oditi na pot), na drugi strani pa še vseeno zagotavlja, da uporabniki prevoz po avtocesti še posebej v času prometne konice dojemajo kot redko dobrino in se temu primerno tudi obnašajo (Verhoef, 2003/3, str. 28 in Calthrop, 2003, str. 26).

Cestnina je torej ključni način za doseganje optimalnih odločitev o času potovanja. Optimalnejša izraba prometne infrastrukture pa glede na višino potrebnih vlaganj v tovrstno infrastrukturo na dolgi rok zmanjšuje skupne stroške transporta in posledično dviguje konkurenčno sposobnost narodnega gospodarstva.

2.4.2. Cestnina in cene nepremičnin ob avtocestah

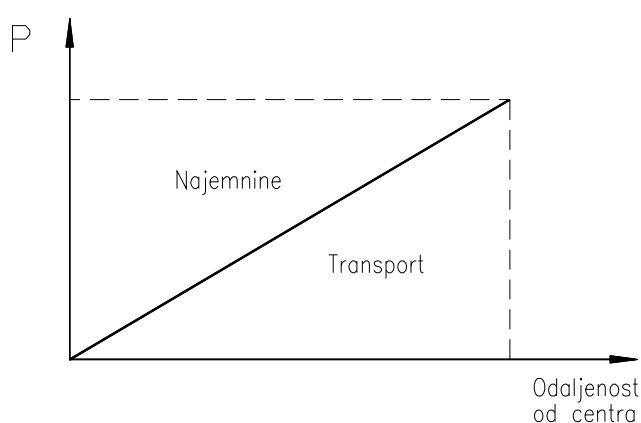
Razvoj industrije in storitvenih dejavnosti je prinesel ključno spremembo v življenje ljudi, to je, ločitev kraja bivanja od kraja dela. Potreba po transportu je nujna posledica prej omenjenega procesa. Stroški transporta na/z dela so postali sestavni del odločanja o kraju bivanja in odločilno vplivajo tudi na ceno nepremičnin (Button, 1993, str. 31).

Na fleksibilnem in normalno delujočem trgu nepremičnin je višina najemnine ključni dejavnik pri določanju cene nepremičnin. Ob upoštevanju donosnosti in tveganosti alternativnih naložb je višina najemnine, ki jo je mogoče doseči na trgu, tisti parameter iz katerega je mogoče izračunati tržno vrednost nepremičnin. Res je, da pri določenih nepremičninah pri določanju cene vlogo igra tudi iracionalni faktor (t. i. elitne lokacije ipd.), vendar pa iracionalni faktor na dogajanje na celotnem trgu bistveno ne vpliva (Engel, 2003, str. 2).

Preučevanje povezave med stroški transporta do delovnega mesta in nazaj ter višino najemnine na določenem območju je tako posredno tudi preučevanje vpliva stroškov transporta na višino najemnine za nepremičnine.

Analiza povezave med višino transportnih stroškov in višino najemnine temelji na predpostavki, da je vsota stroškov transporta in plačila najemnine za stanovanje pri subjektih na trgu kot delež gospodinjskega proračuna konstantna. Subjekti se torej odločajo med plačilom višje najemnine za stanovanje bližje centrom zaposlitve in nižjimi stroški transporta ali pa med nižjim plačilom najemnine za bolj oddaljena stanovanja in višjimi stroški transporta (Button, 1993, str. 31). Grafično to prikažemo na sliki 2.

Slika 2: Povezava med višino najemnin za stanovanja in stroški transporta, glede na oddaljenost od centra mesta.



Vir: Button, 1993, str. 31.

Slika 2 velja za razmere, ko na trgu transportnih storitev ni motenj. V kolikor pa se na ta trg vmeša država in denimo omogoči »brezplačno« uporabo avtoceste, se naklon premice zniža. To pomeni, da se najemnine na vseh lokacijah, ki jih obravnavamo, zvišajo, najbolj pa najemnine na področjih, ki so od centra zaposlitev najbolj oddaljena (Button, 1993, str. 31).

Višje najemnine povzročijo tudi dvig cen nepremičnin, saj se na kratek rok zviša donosnost kapitala, vloženega v nepremičnine. To neravnovesno stanje odpravi dvig cen nepremičnin, tako da je donosnost ob upoštevanju tveganja spet primerljiva z donosnostjo alternativnih naložb (Button, 1993, str. 32).

Gradnja necestninske avtoceste praviloma povzroči dvig cene nepremičnin v vplivnem območju avtoceste. To potrjujejo tudi empirične študije. Engel je v študiji »Highway Franchising and Real Estate Value« dokazal, da je vrednost povišanja vrednosti vsake posamezne nepremičnine v vplivnem območju avtoceste enaka neto sedanji vrednosti 30-letnega plačevanja cestnine za vožnjo od nepremičnine do centra zaposlitve. Ob tem je treba opozoriti, da je Engel v analizi upošteval višino cestnine, ki pokrije vse stroške gradnje, obnove in vzdrževanja avtoceste – metoda povrnitve stroškov. Na agregatni ravni to pomeni, da so lastniki nepremičnin v vplivnem območju necestninske avtoceste pridobili subvencijo s strani države v višini stroškov gradnje in 30-letne obnove ter vzdrževanja avtoceste. To subvencijo so dobili na račun vseh davkoplačevalcev, torej tudi tistih, ki so denimo od prvotnih lastnikov po zgraditvi avtoceste kupili nepremičnine (Engel, 2003, str. 14, 16 in 18).

2.5. Vloga cestnine pri poravnavanju dejanskih stroškov cestnega transporta

Stroške, ki nastajajo ob uporabi cestne infrastrukture, delimo na neposredne stroške in posredne stroške. Neposredni stroški so stroški gradnje, vzdrževanja, obnavljanja in upravljanja cestne infrastrukture. Posredni stroški so stroški onesnaževanja zraka, hrupa, nesreč in vsi ostali stroški, ki nastanejo ob uporabi motornih vozil, razen neposrednih stroškov, stroškov goriva in amortizacije ter vzdrževanja vozila (Green Paper, 1995, str. 4 in 11).

Glede na funkcijo, ki jo opravlja, avtocestno infrastrukturo delimo na štiri področja:

1. ceste, ki so obvoznice prometno preobremenjenih področij (angl.: congestion relievers). Pri teh cestah je cenovna elastičnost relativno majhna, kar pomeni, da je optimalna višina cestnine višja kot pri drugih vrstah cestne infrastrukture, razen pri mostovih in predorih;
2. medmestne avtoceste. Pri tovrstni cestni infrastrukturi je cenovna elastičnost večja, saj poleg avtocest običajno obstaja tudi vzporedna necestninska infrastruktura, ki omogoča počasnejše prevoze. Na tovrstni infrastrukturi je zelo pomembno, da uvedemo različno višino cestnine za različne razrede vozil, saj so prihranki ob uporabi boljše infrastrukture pri različnih razredih vozil različni.
3. razvojne avtoceste. Tovrstne ceste so najbolj občutljive na višino cestnine, saj je cenovna elastičnost najvišja. Za tovrstne ceste mora povpraševanje šele nastati,

zato se lahko zgodi, da bi ob prekomernem zaračunavanju cestnine to lahko odgnalo morebitne investitorje v razvoj zemljišč;

4. mostovi in predori. To je običajno najdražja infrastruktura (glede na dolžino), njena ključna prednost pa je, da bistveno skrajša čas potovanja. Cenovna elastičnost je tukaj najmanjša, saj je alternativa, ki jo imajo vozniki, bistveno slabša, zaradi česar je optimalna cestnina najvišja (Estache, 2003, str. 7).

V državah, kjer za uporabo avtocest in druge zahtevnejše cestne infrastrukture (predori, mostovi ...) uporabniki plačujejo cestnino, je le-ta eden od sestavnih delov sistema poravnavanja stroškov uporabe cestne infrastrukture. Poleg cestnine uporabniki stroške uporabe infrastrukture plačujejo tudi prek trošarin in davkov na gorivo ali pa v enkratnem znesku, ne glede na obseg uporabe cestne infrastrukture. Cestnina je od naštetih načinov zaračunavanja stroškov neposrednim uporabnikom edini način, kjer je plačilo neposredno odvisno od obsega uporabe avtocestne infrastrukture (Sarangi, 2003, str. 14 in Button, 1994, str. 149).

Dosedanja vloga cestnine v državah, kjer se cestnine uporabljajo kot način za poravnavanje stroškov, ki nastajajo ob uporabi cestne infrastrukture, je v veliki večini omejena zgolj na poravnavanje neposrednih stroškov, ki nastanejo ob uporabi cestne infrastrukture. Gre za stroške gradnje, vzdrževanja, obnov in upravljanja. Razen v redkih primerih, ki so omejeni na predore ali mostove, prilivi od cestnine ne presegajo prej omenjenih stroškov (Estache, 2003, str. 10 in 11).

Z vidika maksimiranja prilivov od cestnine je mogoče optimalno višino cestnine določiti na podlagi naslednje enačbe, pri kateri predpostavljamo konstantno cenovno elastičnost povpraševanja:

$$P(Q) = P_0 * \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (17)$$

pri čemer je:

$P(Q)$ – optimalna višina cestnine pri določenem obsegu prometa,

P_0 – izhodiščna višina cestnine,

Q_0 – izhodiščni obseg prometa pri višini cestnine P_0 ,

Q – obseg prometa, za katerega izračunavamo optimalno višino cestnine,

ρ – cenovna elastičnost povpraševanja po uporabi avtoceste.

(Povzeto po: Santos, 2003, str. 3.)

Rezultati simulacije uporabe zgoraj prikazane enačbe za območje Velike Britanije kažejo na štiri posledice uvajanja optimalne cestnine:

1. sprememba časovnega poteka potovanja: zgodnejši ali poznejši odhod, torej izven prometne konice;
2. zamenjava načina transporta;
3. povečanje povprečne zasedenosti vozil.
4. odpoved določenim potovanjem, torej optimizacija uporabe vozil in infrastrukture (Santos, 2003, str. 2).

Estache in ostali v članku »The Long and Winding Path to Private Financing and Regulation of Toll Roads« posebej opozarjajo na pomen pravilno postavljene višine cestnine. Navajajo primer cestnine na avtocesti M1 na Madžarskem, ki povezuje Budimpešto in Dunaj, kjer je zaradi previsoke cestnine obseg prometa znašal le polovico predvidenega in avtoceste Greenaway v okolici Washingtona D.C., kjer je obremenjenost znašala le tretjino predvidene (Estache, 2003, str. 5).

Ocene deleža stroškov uporabe cestne infrastrukture, ki ga v posameznih državah pokrivajo s cestnino, se razlikujejo glede na metodologijo izračunavanja stroškov in glede na davčni in cestninski sistem, ki ga ima določena država. Ocene deleža stroškov uporabe cestne infrastrukture, ki ga pokriva pobrana cestnina se gibljejo od 10 % do 20 %, iz tovrstnih ocen pa pri analizi stanja izhajajo tudi avtorji prometne politike Evropske unije (Verhoef, 2003, str. 12 do 16).

Za Slovenijo natančne ocene še niso bile izdelane, tudi zato, ker se stroški nesreč še vedno pokrivajo iz naslova zdravstvenega zavarovanja, kar je napaka. Poleg tega še niso bile narejene ocene stroškov, ki nastajajo zaradi hrupa in onesnaževanja okolja. Brez ocene celotnih stroškov tudi ni mogoče oceniti deleža, ki ga pokriva cestnina, kljub temu, da so podatki o pobrani cestnini znani.

3. NAČINI IZRAČUNAVANJA CESTNINE

Pri obravnavi načinov izračunavanja cestnine gre za dve področji, ki ju je potrebno pojasniti. Na prvem področju je vprašanje, kaj je cilj pobiranja cestnine. Cilj, ki ga lahko zasledujemo, je maksimiranje priliva, kar pomeni, da višino cestnine prilagajamo vsakemu razredu vozil posebej, glede na cenovno elastičnost uporabnikov avtoceste, ki uporabljajo določeni razred vozil. Drugi cilj, ki se običajno s prejšnjim izključuje, pa je poravnavanje stroškov, ki jih določen razred vozil povzroči pri uporabi cestne infrastrukture.

Drugo področje pa je vprašanje, kakšen model izračunavanja višine cestnine uporabimo in katere parametre uporabimo pri izračunu. V osnovi ločimo dva modela: statičnega, kjer je cestnina diferencirana glede na razred vozila, vendar konstantna v času in prostoru, ter dinamičnega, kjer se cestnina razlikuje ne le glede na razred vozila, temveč tudi glede na čas uporabe avtoceste, odseka, ki je uporabljen in tako naprej.

Ocenjevanje obsega stroškov, ki nastajajo ob uporabi avtocestne infrastrukture v Sloveniji presega namen tega dela, zato bom v nadaljevanju zgolj omenil dva osnovna teoretična pristopa, ki ju poznamo pri izračunavanju stroškov uporabe avtoceste infrastrukture. Več prostora bom namenil obravnavi statičnega in dinamičnega modela določanja višine cestnine, saj se je, kot bom pokazal v nadaljevanju, ravno z uvajanjem dinamičnega modela določanja višine cestnine mogoče približati družbenemu optimumu in tako dvigniti splošno blaginjo.

Prvi teoretični pristop je model povrnitve stroškov infrastrukture. Pri tem modelu je bistveno vprašanje, kolikšni so stroški gradnje infrastrukture in kako jih porazdeliti

skozi čas uporabe, kolikšni so stroški vzdrževanja in obnove ter kolikšni so stroški upravljanja, torej zagotavljanja nemotenega delovanja infrastrukture. Vse te stroške je mogoče relativno enostavno določiti in izračunati ter jih potem po izbrani formuli prenesti na dejanske uporabnike infrastrukture. Modelov za prenos je več: pavšalni prispevek (uporaben za denimo javno razsvetljavo), prispevek, sestavljen iz fiksnega in variabilnega dela (uporaben za elektroenergetski sistem in sistem vodne oskrbe, kjer določeni stroški nastajajo neodvisno od porabe posameznega odjemalca) ter model plačevanja, ki je odvisen zgolj od obsega uporabe določene infrastrukture (uporaben predvsem za prometno infrastrukturo). Model povrnitve stroškov ne upošteva posrednih stroškov, ki nastajajo ob uporabi določene infrastrukture, kar je njegoja ključna slabost.

Drugi model je model mejnih družbenih stroškov, ki je bistveno bolj kompleksen in temelji na teoriji mejnih stroškov. Njegova kompleksnost je tudi njegoja ključna slabost, saj je skoraj nemogoče pravilno oceniti ali izračunati mejne stroške uporabe cestne infrastrukture. Kljub temu Evropska unija vztraja na uporabi tega modela za določanje višine cestnine in povračil za težka tovorna vozila v vseh članicah Evropske unije. Vprašanje cestnine za osebna vozila Evropske unija prepušča odločitvi držav članic z obrazložitvijo, da v glavnem ne gre za meddržavni promet.

Bistvo modela mejnih družbenih stroškov je, da naj bi uporabnik, ki v določenem trenutku vstopi na določeno avtocesto, za uporabo cestne infrastrukture plačal toliko, kolikor znašajo mejni stroški njegovega vstopa na cestno infrastrukturo. V času prometne konice so ti mejni stroški bistveno višji, saj ob povečevanju prometne obremenitve nastajajo prometni zastoji, kar povečuje onesnaževanje, podaljšuje potovalni čas in tako naprej. Mejni stroški uporabe avtoceste v odvisnosti od prometne obremenitve najprej padajo, saj se fiksni stroški avtoceste (gradnja, vzdrževanje ...) delijo na vedno večje število uporabnikov hkrati pa dodatni vstopi še ne povzročajo rastočih stroškov hrupa, onesnaževanja in potovalnega časa po vozilu. Ko pa se promet na avtocesti tako zgosti, da se povprečna potovalna hitrost začne zniževati, začnejo mejni stroški vstopa dodatnega vozila na avtocesto zelo hitro naraščati, kar naj bi v sistemu zaračunavanja teh stroškov uporabnikom, destimuliralo uporabo avtocest v času prometnih konic, torej zjutraj in popoldan. Poleg tega bi tovrstno zaračunavanje stroškov cestne infrastrukture povzročilo prilaganje delovnega časa v tistih panogah, kjer so mejni stroški prilaganja nižji od mejnih družbenih stroškov uporabe cestne infrastrukture v določenem časovnem intervalu (Button, 1994, str. 30 do 36).

3.1. Statični model izračunavanja cestnine

Tehnologija pobiranja cestnine v marsičem določa, kakšen model izračunavanja cestnine lahko uporabimo v praksi. V Evropi, Združenih državah Amerike, na Japonskem in drugod po svetu z redkimi izjemami še vedno prevladuje ročno pobiranje cestnine, ki je kombinirano z elektronskim pobiranjem cestnine. Ta tehnologija pobiranja cestnine ne omogoča uveljavitve dinamičnih modelov določanja cestnine oziroma bi bilo pobiranje cestnine po tem sistemu relativno drago, za uporabnike pa težko razumljivo (Katz, 2003, str.23).

Svoje dodajo tudi različni cestninski sistemi, saj prej omenjena tehnologija pobiranja cestnine ni rentabilna v vsakem cestninskem sistemu. Tako imamo na avtocestah z manjšim številom bolj obremenjenih priključkov običajno v veljavi zaprt cestninski sistem, ki omogoča pobiranje cestnine glede na prevoženo razdaljo posameznega uporabnika avtocest. Na avtocestah s prevladujočim tranzitnim prometom in večjim številom manj obremenjenih priključkov pa je običajno v veljavi odprt cestninski sistem, kjer uporabniki plačajo cestnino le, če prečkajo čelno cestninsko postajo, na njej pa plačajo cestnino glede na prevozno razdaljo, ki je določena kot razdalja od začetka do konca avtocestnega odseka in ne glede na dejansko prevoženo razdaljo (Bousquet, 2003, str. 7).

O statičnem modelu izračunavanja višine cestnine govorimo takrat, ko je višina cestnine za prevoženi ali prevozni kilometer enaka, ne glede na to, kdaj uporabnik uporablja avtocesto in kateri njen odsek uporablja. Znesek, ki ga mora poravnati uporabnik, se izračuna tako, da se višina cestnine za prevoženi ali prevozni kilometer pomnoži s prevoženo ali prevozno razdaljo. V primeru, da je znesek, ki ga mora poravnati uporabnik avtoceste, odvisen tudi od razreda, v katerega spada vozilo, ki ga vozi uporabnik, se znesek pomnoži še s faktorji, ki veljajo za posamezen cestninski razred. Cestnina za določen avtocestni odsek se tako izračuna po naslednji enačbi:

$$CES_j^i = OSN * RAZ_i * CR_j \quad (18)$$

kjer je:

$CES_{i,j}$ – višina cestnine na i-tem odseku avtoceste za j-tega uporabnika;

OSN – osnovna cena za kilometer prevožene oziroma prevozne razdalje;

RAZ_i – razdalja od začetka do konca i-tega odseka avtoceste;

CR_j – korekcijski faktor, glede na cestninski razred, v katerega sodi j-to vozilo (Bousquet, 2003, str. 8, Van Dender, 2003, str. 8).

Vsebinsko gledano statični model določanja višine cestnine neposredno zasleduje teorijo povrnitve stroškov, saj s cestnino obremenjuje uporabo avtoceste kot takšno, ne glede na to, kdaj se ta dogaja in kateri odsek je uporabnik prevozil. Ključna prednost tovrstnega sistema je v njegovi enostavnosti pri uporabi, saj na cestninskih postajah ves čas pobirajo enak znesek. To omogoča tudi nižje stroške pobiranja cestnine, ki običajno predstavljajo okoli 10 % pobrane cestnine. Poleg tega ta model omogoča tudi preprosto dojemanje s strani uporabnikov, ki običajno že vnaprej vedo, koliko jih bo vožnja po določenem avtocestnem odseku stala (Button, 1994, str. 150).

Slaba stran tovrstnega sistema je v njegovi neprilagojenosti dejanskim razmeram na avtocestnem sistemu, saj uporabniki plačujejo enako cestnino, ne glede na to, kdaj uporabljajo avtocesto. To vodi do prekomerne uporabe avtoceste v času prometne konice, medtem ko je infrastruktura v času izven prometne konice premalo izkoriščena. S statičnim modelom določanja cestnine ni mogoče doseči ciljev, ki jih je v prometni politiki postavila Evropska unija, to pa je zmanjšanje preobremenjenosti infrastrukture v času prometnih konic in posledično izboljšanje izrabe obstoječe infrastrukture (Bousquet, 2003, str. 7).

Posebna slabost statičnega modela določanja višine cestnine je tudi njegovo dožemanje s strani uporabnikov avtocest. Slednji cestnino dojemajo kot davek na uporabo avtoceste in ne kot plačilo storitve, torej kot plačilo za uporabo prometne infrastrukture, ki se glede na vložena sredstva in kompleksnost obratovanja v ničemer ne razlikuje od druge infrastrukture, na primer telefonije ali prevoza z vlakom (Bousquet, 2003, str. 9).

Statični model izračunavanja cestnine po podatkih evropskega združenja cestnih koncesionarjev danes uporabljajo v vseh evropskih državah. Cestnina je tako plačilo za uporabo cestne infrastrukture ne glede na časovni interval uporabe. Zaradi tega je cestna infrastruktura uporabljena neracionalno, kar zahteva večja vlaganja v samo infrastrukturo, zaradi prometnih zastojev pa so večji tudi stroški transporta za vse uporabnike.

3.2. Dinamični model izračunavanja cestnine

Razvoj in uvedba dinamičnega modela določanja cestnine sta predpogoja za prehod z načela povrnitve stroškov na načelo mejnih družbenih stroškov. Na dejstvo, da bi morali biti uporabniki cest obremenjeni z mejnimi družbenimi stroški je med prvimi opozoril že Pigou, ki je opozarjal, da je le tako mogoče doseči ekonomsko učinkovitost. Razmišljanja o uvedbi Pigoujevega davka na področju avtocestne infrastrukture so oživila hkrati z razvojem elektronskih načinov pobiranja cestnine, ki so potrebni za morebitno uvajanje tovrstnega davka oziroma plačila za uporabo avtocestne infrastrukture (Verhoef, 2003/1, str. 1).

Osnovni koncept tovrstnega izračunavanja višine cestnine je relativno preprost. Ob visokem povpraševanju je potrebno cene postaviti visoko, ko je povpraševanje nizko, so cene nižje. Na ta način se obremenjenost cest v času prometnih konic zmanjša, infrastruktura je uporabljena bolj racionalno. V primeru, da hrup ogroža stanovanjska naselja, je potrebno cestnino zvišati v nočnem času, ko je problem hrupa bolj izpostavljen, nižje cestnine pa so deležni manj hrupni avtomobili (Verhoef, 2003/1, str. 1).

Uvajanje elektronskega pobiranja cestnine v prostem prometnem toku teoretično omogoča uvajanje teorije plačevanja uporabe infrastrukture glede na mejne družbene stroške uporabe. Teorija mejnih družbenih stroškov, ki smo jo v osnovi predstavili v poglavju 2.2., je sicer hipotetična, vendar ključna kot primerjalni program »benchmark« (Verhoef, 2003/1, str. 10).

O teoriji mejnih družbenih stroškov je potrebno povedati, da temelji na naslednjih implicitnih predpostavkah:

1. uporabniki in upravljalec avtoceste so povsem gotovi o vseh prihrankih in stroških uporabe določene cestne povezave, vključno z eksternimi stroški;
2. uporabniki cest so povsem homogeni, razlikujejo se morda zgolj glede na njihovo pripravljenost za plačilo cestnine;
3. krivulja povpraševanja je stabilna skozi daljše časovno obdobje, zato da je mogoče uporabiti pristop vnaprejšnjega določanja višine cestnine, kar je predpogoj za popolno informiranost akterjev;

4. sistem cest je zasnovan tako, da je med dvema krajema zgolj ena povezava;
5. celotni ekonomski sistem je v prvem najboljšem optimumu, brez vseh tržnih distorzij, subjekti na trgu so brez tržne moči, z optimalnim davčnim sistemom in tako naprej.

Jasno je, da realnost ni takšna in te predpostavke ne bodo nikoli izpolnjene. Če se odločimo, da bomo zgornje predpostavke nekoliko zrahljali, se postavljeni sistem močno zaplete in postane skoraj neobvladljiv. Če upoštevamo zgolj eksternalije, ki nastajajo zaradi transporta, bi bilo potrebno pri določanju cestnine za posameznega uporabnika upoštevati najmanj naslednje dimenzije:

1. tehnologija vozila, s katerim se uporabnik vozi;
2. dejansko stanje vozila (vzdrževanje, uporaba strešnega prtljažnika ...);
3. kilometrina, ki jo je vozilo že opravilo;
4. čas vožnje;
5. kraja, med katerima potuje potnik;
6. dejanska izbrana pot, po kateri je bil prevoz opravljen;
7. stil vožnje.

Šele ob upoštevanju vseh zgornjih parametrov bi bilo mogoče (za nazaj) izračunati dejansko cestnino, ki bi jo poravnal uporabnik. Jasno je, da je to skoraj nemogoče, hkrati pa to krši tudi predpostavko o vnaprejšnji popolni informiranosti voznikov o višini cestnine, kajti le na podlagi tega se vozniki lahko odločajo, kdaj bodo šli na pot in kje bodo potovali (Verhoef, 2003/1, str. 10 in 11).

Tudi če pustimo tehnološko vprašanje tako fleksibilnega pobiranja cestnine zaenkrat ob strani, ugotovimo, da je predpostavko o popolni obveščenosti upravljalca in uporabnika o stanju oziroma gostoti prometa na avtocestnem sistemu v poljubno majhnem intervalu in o višini cestnine nemogoče zadostiti. To je skorajda nemogoče tudi zato, ker uporabniki svoje poti načrtujejo in jih ne morejo odložiti, ko so enkrat že na poti. Posebno težavo predstavlja tudi vprašanje pobiranja cestnine na celotni cestni mreži, kar je predpogoj za uvedbo optimalne cestnine, saj le-to preprečuje »zastonjkarstvo«. Zato se pri praktični uporabi načela mejnih družbenih stroškov namesto prve najboljše rešitve uporablja druga najboljša rešitev, o čemer bomo govorili v poglavju 3.4. (Verhoef, 2003/5, str. 1).

3.2.1. Izbira optimalne lokacije po načelu prve najboljše rešitve

Pred tem bomo pogledali še tri različne načine za uporabo prve najboljše rešitve pri določanju dolgoročne optimalne cestnine. Prva dva se nanašata na cestno omrežje, na katerem ne nastajajo prometni zastoji, tretji pa govori o optimalni cestnini na cestnem omrežju, na katerem nastajajo prometni zastoji. Slednji model bomo predstavili v poglavju 3.3.

Prvi od obravnavanih modelov se nanaša na vprašanje izbire lokacije proizvodnje ali bivanja v primeru, ko transportne eksternalije plačajo dejanski uporabniki cestne infrastrukture. Za predstavitev obravnavane problematike bomo uporabili zelo preprost model. Predpostavimo, da imamo N prebivalcev, ki lahko izbirajo med stanovanjskima naseljem A in B. Vsi posamezniki imajo enake individualne krivulje povpraševanja po prevozu – $D_{TR}(n)$ – v središče mesta (CBD), pri čemer je n število voženj, ki jih opravi

posameznik. Razdalja med naseljem A in CBD je F-krat večja od razdalje med B in CBD, kar pomeni, da so zasebni stroški – C_P – kot tudi stroški okolja – C_E – v primeru vožnje iz naselja A F-krat večji od stroškov v primeru vožnje iz naselja B. To je mogoče le, če na cestnem omrežju ne nastajajo zastoji. Vendar pa je naselje A iz različnih razlogov za bivanje bolj privlačno od naselja B. Ker govorimo o analizi na dolgi rok, lahko predpostavimo, da je v obeh naseljih na voljo zadostno število stanovanj, kar pomeni, da lahko predpostavimo, da je krivulja ponudbe – S_R – zmerno naraščajoča na celotnem cenovnem intervalu oziroma, da je ponudba cenovno elastična. Stanovanja v obeh naseljih so, razen pri lokaciji, homogena in njihova ponudba je učinkovita, kar pomeni, da se krivulja S_R giblje v skladu z mejnimi družbenimi stroški (Verhoef, 2003/1, str. 5).

Ugodnosti bivanja v naselju B so normalizirane na 0, tako da je »presežna ugodnost« bivanja v naselju A enaka $D_{LOC}(X)$. Omenjena funkcija predstavlja inverzno povpraševanje po naselju A v primerjavi z naseljem B. Odvod te funkcije predstavlja mejno pripravljenost na plačilo višje cene za bivanje v naselju A za X-tega posameznika (ob $0 < X < N$). Iz tega lahko izpeljemo, da je v dolgoročnem ravnotežju, kjer X posameznikov živi v naselju A in $N-X$ posameznikov v naselju B, razlika v ceni življenja v naselju A in naselju B enaka odvodu $D_{LOC}(X)$. Če bi bila razlika v ceni nižja od $D_{LOC}(X)$, bi več ljudi hotelo živeti v naselju A, če pa bi bila razlika v ceni višja od $D_{LOC}(X)$, bi več ljudi hotelo živeti v naselju B. Razlika v ceni med A in B je v obravnavanem modelu razlika med cenami stanovanj in razliko v neto prednostmi bivanja v enem od naselij. K temu je treba dodati tudi stroške transporta do CBD (Verhoef, 2003/1, str. 6).

Skupno družbeno blaginjo v modelu lahko torej zapišemo kot vsoto neto prihrankov (prednosti) bivanja na določeni lokaciji in neto prihrankov stroškov transporta, če so lokacije bivanja že izbrane:

$$W = \int_0^X D^{LOC}(x)dx - \int_0^X S_A(x)dx - \int_0^{N-X} S_B(x)dx + X * \left(\int_0^{n_A} D^{TR}(x)dx - n_A * F * (C^P + C^E) \right) + (N - X) * \left(\int_0^{n_B} D^{TR}(x)dx - n_B * (C^P + C^E) \right) \quad (19)$$

kjer je n_R število potovanj, kijih naredi prebivalec področja R – v konkretnem primeru področij A in B. Ravnotežje lahko poiščemo tako, da izračunamo prve odvode zgornje funkcije glede na spremenljivke: X, n_A in n_B , ki jih, zato, da poiščemo ekstrem, izenačimo z 0 (Verhoef, 2003/1, str. 6).

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial X} &= D^{LOC}(X) - S_A(X) + S_B(N - X) + \left(\int_0^{n_A} D^{TR}(x) dx - n_A * F * (C^P + C^E) \right) - \\ &- \left(\int_0^{n_B} D^{TR}(x) dx - n_B * (C^P + C^E) \right) = 0 \end{aligned} \quad (20)$$

$$\frac{\partial W}{\partial n_A} = X * (D^{TR}(n_A)) - F * (C^P + C^E) = 0$$

$$\frac{\partial W}{\partial n_B} = (N - X) * (D^{TR}(n_B) - (C^P + C^E)) = 0$$

(Verhoef, 2003/1, str. 6).

V praksi je mogoče stroške okolja zaračunati s cestnino oziroma širše, z davkom na prevoz, s katerim pokrijemo povzročene stroške. Za prevoze z lokacije A zaračunamo cestnino oziroma davek r_A , za prevoze z lokacije B pa cestnino oziroma davek r_B . Prebivalci bodo potem svoj optimum dosegli po naslednjih enačbah:

$$\begin{aligned} D^{LOC}(X) - (S_A(X) - S_B(N - X)) + \left(\int_0^{n_A} D^{TR}(x) dx - n_A * F * C^P - r_A \right) - \\ - \left(\int_0^{n_B} D^{TR}(x) dx - n_B * C^P - r_B \right) = 0 \\ D^{TR}(n_A) - F * C^P - r_A = 0 \\ D^{TR}(n_B) - C^P - r_B = 0 \end{aligned} \quad (21)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 6).

Zgornja enačba kaže optimizacijo posameznikove izbire lokacije za prebivanje. Ob tem je potrebno upoštevati, da bo posameznik deloval tako, da bo maksimiziral neto zasebne koristi, ob predpostavki, da je lokacija bivanja že izbrana. O iskanju optimalnega števila potovanj govorita spodnji dve enačbi, kjer odločilno vlogo igra tudi višina cestnine oziroma davka na prevoz. Iz zgornjih treh enačb neposredno sledi, da je mogoče z uvedbo in višino cestnine vplivati na izbiro lokacije za bivanje, po sprejetju te odločitve pa tudi na število opravljenih prevozov.

Primerjajmo zdaj zadnji dve enačbi v izpeljavah (20) in (21). Vidimo, da je optimalna višina cestnine oziroma davka na opravljene prevoze po cestni infrastrukturi za obe vrsti potovanj enaka mejnim eksternim stroškom, povsem enako, kot je to prikazano na Sliki 1.

$$\begin{aligned} r_A &= F * C^E \\ r_B &= C^E \end{aligned} \quad (22)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 7).

Ko zgoraj opredeljeno cestnino oziroma davek na opravljene prevoze vstavimo v prvo enačbo izpeljave (20), lahko preprosto vidimo, da je želja po bivanju na lokaciji A ali lokaciji B povsem v skladu s pogojem družbenega optimuma, kot smo ga opredelili v prvi enačbi izpeljave (20). To pomeni, da se bodo posamezniki pri izbiri lokacije bivanja odločali tako, da bo mogoče doseči dolgoročno ekonomsko učinkovitost. To bo mogoče doseči brez dodatne državne regulacije odločitev o bivanju posameznika. Če cestnina, oziroma davek na opravljene prevoze, ni določena optimalno ali je sploh ni, potem lahko na podlagi izpeljane enačbe (20) vidimo, da to vodi do prekomerne mobilnosti prebivalcev, ki bivajo na obeh lokacijah, poleg tega pa na lokaciji A biva neoptimalno veliko število prebivalcev, medtem ko je poseljenost na lokaciji B neoptimalno majhna. Neracionalna poselitev tako povzroča še dodatno mobilnost oziroma uporabo cestne infrastrukture. Vse to povzroča relativno veliko orientacijo k transportu, ki prekomerno onesnažuje okolje (Verhoef, 2003/1, str. 7).

Preprosti model, ki smo ga uspeli izpeljati, kaže, da optimalna višina cestnine zagotavlja optimalno uporabo cestne infrastrukture glede na dano poselitev in razporeditev poslovnih prostorov, na dolgi rok pa vpliva tudi na samo poselitev in razporeditev poslovnih dejavnosti na način, ki je ekonomsko optimalen (Verhoef, 2003/1, str. 7). Pri tem je treba posebej opozoriti na morebitne rigidnosti, ki jih povzroča urbanistična in prostorska politika. Večje, kot so tovrstne rigidnosti, bolj se dejanski vzorec poselitve in razporeditve poslovnih dejavnosti odmika od ekonomskega optimuma.

3.2.2. Izbira optimalne tehnologije po načelu prve najboljše rešitve

V tem podpoglavju bomo izpeljali preprost model, ki bo pokazal, kako je mogoče z uvedbo optimalne cestnine vplivati na položaj krivulje MPC in MEC na Sliki 1. Zaradi enostavnosti tudi tokrat predpostavimo, da na omrežju ne nastajajo zastoji. Poleg tega predpostavimo tudi, da so dražji avtomobili energetsko bolj učinkoviti od cenejših, da je torej njihov izkoristek ε nad nekim osnovnim izkoristkom vozila. To pomeni, da imajo vozniki, ki imajo dražje avtomobile, nižje zasebne stroške potovanja, saj porabijo za enako pot manj goriva kot vozniki, ki imajo vozila z osnovnim izkoristkom. Poleg boljše energetske učinkovitosti dražji avtomobili z boljšim izkoristkom povzročajo manjše eksterne stroške okolja, saj so njihovi izpusti škodljivih snovi na prepotovani kilometer manjši od vozil s slabšim izkoristkom. Mejni stroški energetske izboljšave vozila so opredeljeni v funkciji $C_\varepsilon(\varepsilon)$. Zasebni stroški potovanja so zdaj $C_P(\varepsilon)$, stroški okolja pa $C_E(\varepsilon)$. Funkcija povpraševanja po potovanjih je $D(N)$, kjer je N število potovanj, ki ga lahko izvedemo iz naslednje funkcije družbene blaginje.

$$W = \int_0^N (D(x)dx - N * (C^P(\varepsilon) + C^E(\varepsilon)) - \int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon} C^E(x)dx \quad (23)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 7).

Za doseganje družbenega optimuma je potrebno poiskati ekstrem funkcije (23) in potem v skladu z dobljenima enačbama določiti ε in N :

$$\frac{\partial W}{\partial \varepsilon} = -N * \left(\frac{dC^P(\varepsilon)}{d\varepsilon} + \frac{dC^E(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right) - C^E(\varepsilon) = 0$$

$$\frac{\partial W}{\partial N} = D(N) - (C^P(\varepsilon) + C^E(\varepsilon)) = 0$$
(24)

Na zgornji način lahko določimo optimalno višino cestnine glede na tehnološko stanje vozila $r(\varepsilon)$ oziroma glede na škodo, ki jo vozilo povzroči v okolju na enoto prepeljane razdalje. Uporabniki cestne infrastrukture se bodo temu prilagodili z investicijami v energetske bolj učinkovita vozila, ki manj obremenjujejo okolje. Posamezniki bodo v energetske bolj učinkovita vozila vlagali tako dolgo, dokler ne bodo mejni zasebni stroški tovrstnih investicij dosegli mejnih zasebnih prihrankov, ki se kažejo kot nižje plačevanje cestnine zaradi energetske učinkovitejše tehnologije. Ravnotežje uporabnikov cestne infrastrukture je tako:

$$-N * \left(\frac{dC^P(\varepsilon)}{d\varepsilon} + \frac{dr(\varepsilon)}{d\varepsilon} \right) - C^E(\varepsilon) = 0$$
(25)

Ob izbrani tehnologiji bo povpraševanje po mobilnosti naslednje:

$$D(N) - C^P(\varepsilon) - r(\varepsilon) = 0$$
(26)

Če primerjamo enačbo (25) s prvo enačbo izpeljave (24) in enačbo (26) z drugo enačbo izpeljave (24), dobimo, da je prva najboljša rešitev za določanje višine cestnine:

$$r(\varepsilon) = C^E(\varepsilon)$$
(27)

Ta rešitev hkrati zagotavlja izbor optimalne tehnologije kot tudi optimalnega obsega mobilnosti, ko je tehnologija že izbrana. Glede nato, da izbor tehnologije vpliva tako na mejne zasebne stroške kot tudi na mejne eksterne stroške, smo pokazali, kako so odločitve na dolgi rok samodejno optimizirane z uporabo načela zaračunavanja mejnih eksternih stroškov.

3.3. Dinamični model izračunavanja cestnine ob prometnih zastojih

Dinamični model določanja cestnine ob prometnih zastojih je mogoče opredeliti tudi kot problem izbire zadostne kapacitete prometne infrastrukture. To vprašanje se nekoliko razlikuje od vprašanj, ki smo ju obravnavali v poglavjih 3.2.1. in 3.2.2., saj v primeru odločitev o potrebni kapaciteti prometne infrastrukture na dolgi rok ne odločajo posamezniki, kot v omenjenih primerih, temveč oblastni organ. Posamezniki sprejemajo zgolj kratkoročne odločitve o tem, ali bodo uporabili določeno cesto ali ne in kdaj jo bodo uporabili. Kljub nekoliko drugačni zasnovi je tudi ta model smiselno obrazložiti, saj na zelo eleganten način pokaže, da je mogoče z uporabo načela zaračunavanja mejnih eksternih stroškov doseči dolgoročno ravnotežje tudi na tem področju (Verhoef, 2003/1, str. 8).

Vzemimo, da ima ena sama cesta navzgor omejeno kapaciteto, ki jo označimo kot K . Povprečni stroški enega potovanja za posameznika so označeni kot $C^P(N, K)$, kjer je N število uporabnikov obravnavane ceste. Naj $\partial C^P / \partial N \geq 0$ predstavlja prometni zastoj pri dani kapaciteti ceste in $\partial C^P / \partial K \leq 0$ zmanjševanje prometnega zastoja s povečevanjem kapacitete ceste. Mejni družbeni stroški povečevanja kapacitete ceste so dani kot funkcija $C^K(K)$. Na podlagi tega lahko zapišemo naslednjo funkcijo družbene blaginje:

$$W = \int_0^N D(x)dx - N * C^P(N, K) - \int_0^K C^K(x)dx \quad (28)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 8).

Za dosego družbenega optimuma je potrebno poiskati takšne vrednosti N in K , da sta zadoščena naslednja pogoja:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial K} &= -N * \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial K} - C^K(K) = 0 \\ \frac{\partial W}{\partial N} &= D(N) - C^P(\bullet) - N * \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial N} = 0 \end{aligned} \quad (29)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 8).

Ob dani kapaciteti obravnavane ceste in ob uvedbi plačevanja uporabe glede na mejne eksterne stroške, bodo uporabniki izbrali naslednji obseg mobilnosti:

$$D(N) - C^P(\bullet) - r = 0 \quad (30)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 8).

S primerjavo enačbe (30) in druge enačbe izpeljave (29) dobimo višino cestnine, ki upošteva stroške prometnih zastojev po načelu prve najboljše rešitve:

$$r = N * \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial N} \quad (31)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 9).

Na osnovi prve enačbe izpeljave (29) in na podlagi enačbe (31) pridemo do enega najbolj zanimivih analitičnih zaključkov na področju transportne ekonomije. To je, da so prihodki od zaračunavanja stroškov prometnih zastojev ravno dovolj za zagotavljanje optimalne ponudbe kapacitete določene ceste. Ti pogoji upoštevajo konstantne donose obsega pri nastanku prometnih zastojev, kar pomeni, da lahko funkcijo $C^P(N, K)$ zapišemo kot $C^P(N / K)$ in konstantne donose obsega pri širitvi cestne infrastrukture. Zapišimo $N/K=R$, kar pomeni razmerje, in dobimo:

$$\frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial N} = \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial R} * \frac{\partial R}{\partial N} = \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial R} * \frac{1}{K}$$

$$\frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial K} = \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial R} * \frac{\partial R}{\partial K} = \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial R} * \frac{-N}{K^2}$$

(Verhoef, 2003/1, str. 9).

Če uporabimo prvo enačbo izpeljave (32) v enačbi (31) dobimo skupne prilive od tistega dela cestnine, ki se neposredno nanaša na zaračunavanje stroškov prometnih zastojev (T):

$$T = N * N * \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial N} = \frac{N^2}{K} * \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial R}$$

(Verhoef, 2003/1, str. 9).

Če vstavimo drugo enačbo izpeljave (32) v prvo enačbo izpeljave (29) in obe strani pomnožimo s K, končno dobimo:

$$\frac{N^2}{K} * \frac{\partial C^P(\bullet)}{\partial R} - K * C^K(K) = 0$$

(Verhoef, 2003/1, str. 9).

Prvi člen predstavlja skupne prihodke od zaračunavanja stroškov prometnih zastojev, drugi člen pa predstavlja stroške zagotavljanja cestne kapacitete, pod pogojem, da je $C^K(K)$ konstanten. To pomeni, da bo državni proračun na področju financiranja širitve kapacitet cestne infrastrukture v ravnotežju, saj je mogoče izdatke za povečevanje kapacitete cestne infrastrukture, ki je posledica prometnih zastojev, v celoti pokriti s prihodki od zaračunavanja eksternih stroškov prometnih zastojev (Verhoef, 2003/1, str. 9).

Modeli, predstavljeni v tem poglavju in v poglavjih 3.2.1. in 3.2.2. so precej abstraktni. Glavni namen teh modelov je prikaz osnovnih načel, da je optimalno zaračunavanje eksternih stroškov zagotovilo za doseganje kratkoročnega in dolgoročnega ravnovesja in najvišje družbene blaginje. Pomembno je tudi to, da optimalno zaračunavanje eksternih stroškov na dolgi rok vpliva na obnašanje subjektov, kar je predpogoj za prilagajanje krivulj povpraševanja in ponudbe. Zgornja analiza prve najboljše rešitve ni zanimiva zgolj s teoretičnega vidika, temveč je pomembna za določitev osnov za primerjavo dejanskega stanja, je torej »benchmark« za vsakršno politiko zaračunavanja uporabe cestne infrastrukture. Ta analiza je ključna tudi pri analizi uvedbe modelov druge najboljše rešitve, saj je le tako mogoče oceniti ali izračunati, kolikšno je odstopanje od najvišje možne družbene blaginje (Verhoef, 2003/1, str. 10).

Trije predstavljeni modeli temeljijo na predpostavki, da vsi ostali trgi delujejo učinkovito. Med ostalimi trgi je na prvem mestu trg nepremičnin, na drugem mestu pa tudi trg avtomobilov. Če to ni tako, potem je potrebno v model vnesti nove omejitve druge najboljše rešitve, kar nas oddalji od družbenega optimuma (Verhof, 2003/1, str. 10).

3.4. Uporaba druge najboljše rešitve v praksi

V praksi se je torej treba nasloniti na sicer nepopolne rešitve, ki pa naj bi bile čim bližje prvotni ideji. Izračun mejnih družbenih stroškov je že sam po sebi zelo zapleten, problematična pa je tudi neposredna uporaba v cestninskem sistemu, saj uporabniki niso jasno obveščeni, koliko jih bo prevoz po določenem odseku ceste dejansko stal. Zaradi tega se uporabniki ne morejo povsem pravilno odločati, kdaj naj opravijo določen prevoz, kar je predpogoj za doseganje boljše izrabe cestne infrastrukture (Verhoef, 2003/1, str. 12).

Kljub temu pa kot cilj oziroma kot program za primerjanje »benchmark« še naprej ostaja prva najboljša rešitev. Uvajanje cestninskega sistema mora zato zasledovati osnovni cilj, to pa je vzpostavitev cestninskega sistema na celotni cestni mreži. Tako bo zmanjšanje blagostanja zaradi uveljavitve druge najboljše rešitve najmanjše. Ključno vprašanje uvedbe cestninskega sistema na celotni cestni mreži so stroški tovrstnega pobiranja cestnine, ki nikakor ne bi smeli preseči 10 % celotne pobrane cestnine na cestni mreži določene države. Pri odločanju o uvedbi tehnologije pobiranja cestnine je zato potrebno upoštevati omenjena dejstva: stroškovna sprejemljivost in pokrivanje celotnega ali vsaj čim večjega dela cestnega omrežja (Verhoef, 2003/1, str. 21 in Verhoef, 2003/2, str. 23).

Pri uporabi druge najboljše rešitve v praksi je potrebno vedeti, da cestnina ali davek na uporabo cestne infrastrukture v tem primeru popravlja oziroma kompenzira nepopolnosti, ki preprečujejo doseganje prve najboljše rešitve. Na ta način dosežemo optimalni nivo blagostanja, kar je cilj uvajanja tovrstne politike (Verhoef, 2003/1, str. 13).

V tem poglavju bomo tako prikazali štiri različne modele doseganja optimuma pri drugi najboljši rešitvi, ki upoštevajo prisotnost različnih nepopolnosti. Prvi model upošteva motnje, ki nastanejo zaradi vzporedne cestne povezave, kjer ni zaračunavanja uporabe cestne infrastrukture. Drugi model upošteva nepravilnosti, ki nastanejo zaradi neučinkovitega zaračunavanja stroškov za drugi način transporta, npr. javni transport. Tretji je model, ki kaže na doseganje optimuma pri pogoju neravnotežij v drugih delih ekonomije. Četrty model pa upošteva proračunske omejitve države pri vlaganju v novo cestno infrastrukturo.

3.4.1. Zaračunavanje cestnine pri motnjah na vzporedni cestni mreži

Tovrstni model lahko izpeljemo kot klasični problem pobiranja cestnine na cestnem omrežju dveh vzporednih cestnih povezav. Obe cesti povezujeta dve točki. Uporabniki se razporedijo na obe cesti glede na mejne zasebne stroške. Slednji morajo biti enaki na obeh vzporednih cestah, pri čemer je potrebno upoštevati tudi cestnino, če je ena od cest cestninska. V kolikor prihaja na obeh cestah do prometnih zastojev, bi morali na obeh cestah zaračunavati stroške prometnih zastojev, kot smo jih opredelili v (31):

$$r_i = N_i * \frac{dC_i^P(N_i)}{dN_i} \quad (35)$$

kjer je i označba ene od obeh cestnih povezav. V kolikor zaračunavanje cestnine oziroma v konkretnem primeru stroškov prometnih zastojev ni mogoče zaračunati neposrednim uporabnikom cest na obeh cestnih povezavah, temveč zgolj na eni sami, potem seveda ni smiselno uveljaviti cestnino, določeno glede na prvo najboljšo možnost. Ko imamo cesto, kjer pobiramo cestnino (T) in cesto, kjer cestnine ne pobiramo (U), določimo cestnino na cesti T po naslednji enačbi:

$$r_T = N_T * \frac{dC_T^P(N_T)}{dN_T} - N_U * \frac{dC_U^P(N_U)}{dN_U} * \frac{-\frac{dD(N)}{dN}}{\frac{dC_U^P(N_U)}{dN_U} - \frac{dD(N)}{dN}} \quad (36)$$

Ob obravnavi zgornje enačbe, kjer uvajamo cestnino zgolj na eno cestno povezavo, medtem ko je druga cestnine prosta, je potrebno opozoriti tudi na strukturo povpraševanja po cestnem prevozu. Gre za cenovno elastičnost, ki je naklon krivulje povpraševanja. Cenovna elastičnost ob danih pogojih za vožnjo po vsaki od obeh cest določa obseg odliva prometa iz ceste T na cesto U. Ob določanju višine cestnine na cesti T se znajdemo v situaciji, ko s to cestnino vplivamo na prometne tokove na obeh cestnih povezavah in posredno tako tudi na celotno družbeno blagostanje. K vsemu naj dodamo še opozorilo, da je lahko druga najboljša cestnina celo negativna, v primeru, ko jo zaračunavamo na cesti, ki uporabnikom povzroča večje mejne zasebne stroške kot vzporedna cesta brez cestnine. V primerjavi s prvo najboljšo cestnino pa je druga najboljša cestnina vedno manjša in sicer za faktor, ki se giblje med 0 in 1 (Verhoef, 2003/1, str. 14).

3.4.2. Zaračunavanje cestnine pri cenovnih motnjah v drugih načinih transporta

Pomembna predpostavka, ki mora biti izpolnjena pri doseganju prve najboljše rešitve je, da morajo biti vsi načini transporta učinkovito cenovno ovrednoteni, kar pomeni, da morajo vsepovsod veljati načela določanja cen glede na mejne družbene stroške. V praksi je ta pogoj le redko izpolnjen, saj politične odločitve razmere na trgu izkrivljajo, tako da ni mogoče doseči optimalnega družbenega blagostanja. Sredstva za izkrivljanje razmer na trgu so: različne subvencije, kot denimo javni avtobusni prevoz, kontrolirane cene pod dejanskimi stroški, kot denimo potniški železniški prevoz, in uvajanje različnih metod izračunavanja stroškov za različne načine transporta. Analitično lahko omenjeni problem rešujemo podobno kot zgornji problem dveh vzporednih cestnih povezav, pri čemer denimo javni potniški promet predstavlja vzporedno povezavo brez cestnine (Verhoef, 2003/1, str. 14).

V nadaljevanju bomo pogledali preprost model, ki temelji na nekaterih predpostavkah. Pri analizi bomo upoštevali zgolj kratek rok, kar pomeni, da se spreminjajo zgolj variabilni stroški. Variabilni stroški za uporabnike javnega transporta so tako stroški vozovnice P_T in stroški časa, ki ga posameznik v povprečju porabi za potovanje z

javnim transportom C_T . Skupni kratkoročni družbeni stroški javnega transporta so določeni kot skupni variabilni stroški izvajalca javnega transporta TVC^{TO} in zmnožek stroškov povprečnega potovalnega časa uporabnikov javnega transporta C_T in števila uporabnikov javnega transporta N_T . V javnem potniškem transportu torej ni prometnih zastojev, ni pa tudi posledic Mohringovega efekta, kar so pozitivne eksternalije, ki jih uporabniki javnega transporta povzročajo drug drugemu. Kot primer Mohringovega efekta lahko navedemo povečanje frekvence vlakov, ker se povečuje število uporabnikov javnega železniškega prevoza, pri čemer večja frekvenca vlakov daje uporabnikom večje zadovoljstvo, saj lažje izberejo odhod v času, ki jim najbolj ustreza. Tako kot zgoraj tudi tukaj uporabimo oznako $C_P(N_P)$ za splošne stroške cestne infrastrukture, kjer N_P predstavlja obseg prometa po cesti. Poleg tega moramo upoštevati deljeno povpraševanje po transportu $D(N)$, kjer je $N = N_T + N_P$.

Izbira načina prevoza je rezultat razlike med zasebnimi stroški uporabe posameznega načina transporta. To izbiro sicer lahko modeliramo tudi s križno elastičnostjo povpraševanja, vendar to predstavlja nepotrebno zapletanje, ki ga za našo uporabo ne potrebujemo, poleg tega pa je model križne elastičnosti povpraševanja preveč restriktiven za naše potrebe, saj predpostavlja visoko homogenost uporabnikov transportne infrastrukture, poleg tega pa nizko zamenljivost med javnim in osebnim prevozom. Ob upoštevanju dejstva, da gre v obeh primerih za prevoz iz kraja A v kraj B, kriterija majhne zamenljivosti ne moremo doseči.

Korekten način modeliranja izbire načina prevoza bi tako moral upoštevati ne le stroške uporabe javnega transporta, temveč tudi nedenarne stroške, kot so razlike v okusu posameznikov, zasebnost, udobje, zanesljivost in tako naprej. V procesu optimizacije tako ne moremo več uporabljati zvezne funkcije, saj lahko med posameznimi skupinami uporabnikov pride do nezveznih preskokov v funkciji povpraševanja.

Preden zapišemo enačbo za doseganje druge najboljše rešitve, je potrebno opozoriti še na možnost, da ima izvajalec javnega prometa določeno tržno moč. Glede na dejanske razmere izvajalci javnega prevoza niso v poziciji, da bi morali sprejeti ceno, ki je na trgu, saj so običajno edini ponudnik, kar pomeni določeno tržno moč, ki je omejena zgolj s konkurenco drugih načinov transporta.

Ob upoštevanju zgornjih predpostavk lahko postavimo enačbo za določanje optimalne višine cestnine. Enačbo lahko zapišemo po izračunu maksimuma funkcije razlike med skupnimi koristmi in skupnimi stroški, ob upoštevanju omejitev, da je potrebno za vsakega posameznika izenačiti mejne koristi in mejne stroške.

$$\Lambda = \int_0^{N^P + N^T} D(x) dx - N^P * C^P(N^P) - N^T * C^T - TVC^{TO}(N^T) + \lambda_p (C_p(N^P) + r - D(N^P + N^T)) + \lambda_t (C^T + P^T(N^T) - D(N^P + N^T)) \quad (37)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 15).

Z rešitvijo zgornje Langrangeove funkcije dobimo naslednje pogoje za nastop ekstrema:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \Lambda}{\partial N^P} &= D - C^P - N^P * \frac{dC^P}{dN^P} + \lambda_p * \frac{dC^P}{dN^P} - (\lambda_p + \lambda_T) * \frac{dD}{dN} = 0 \\
\frac{\partial \Lambda}{\partial N^T} &= D - C^T - \frac{dTVC^{TO}}{dN^T} + \lambda_T * \frac{dP^T}{dN^T} - (\lambda_p + \lambda_T) * \frac{dD}{dN} = 0 \\
\frac{\partial \Lambda}{\partial r} &= \lambda_p = 0 \\
\frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda_p} &= C^P + r - D = 0 \\
\frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda_T} &= C^T + P^T - D = 0
\end{aligned} \tag{38}$$

Z uporabo druge, tretje in zadnje enačbe v izpeljavi (38) je mogoče pokazati, da je:

$$\lambda_T = \frac{\frac{dTVC^{TO}}{dN^T} - P^T}{\frac{dP^T}{dN^T} - \frac{dD}{dN}} \tag{39}$$

Z uporabo prve, tretje in četrte enačbe izpeljave (38) ter enačbe (39) je mogoče izpeljati enačbo za določanje optimalne višine cestnine kot druge najboljše rešitve:

$$r = N^P * \frac{dC^P}{dN^P} - \left(\frac{dTVC^{TO}}{dN^T} - P^T \right) * \frac{-\frac{dD}{dN}}{\frac{dP^T}{dN^T} - \frac{dD}{dN}} \tag{40}$$

(Verhoef, 2003/1, str. 16).

Prvi člen desne strani enačbe (40) kaže, da je višina cestnine neposredno odvisna od obremenjenosti ceste, na kateri zaračunavamo cestnino. Če na cesti nastajajo zastoji, enačba upošteva tudi stroške, ki nastanejo zaradi tega. Drugi člen desne strani pa kaže na vpliv cenovnih motenj v javnem prevozu. Večja, kot je razlika med mejnimi stroški, ki jih ima izvajalec javnega transporta in ceno vozovnic, bolj smo se odmaknili od družbenega optimuma, nižja mora biti cestnina. V idealnih razmerah, ko bi uporabniki javnega transporta vozovnice plačevali glede na mejne stroške, ki nastajajo v javnem transportu, bi ta člen bil enak 0, kar pomeni, da bi celotni drugi člen desne strani ne imel nobenega vpliva na višino cestnine. To pomeni, da bi v primeru, ko vzporedne ali alternativne načine transporta zaračunavamo glede na mejne stroške, tudi preučevano cestno povezavo lahko zaračunavali glede na družbeni optimum (Verhoef, 2003/1, str. 16).

Drugi faktor drugega člena desne strani enačbe (40) kaže tudi na vpliv elastičnosti celotnega povpraševanja po transportu in elastičnosti povpraševanja po javnem transportu na višino cestnine. V primeru, ko je povpraševanje po transportu popolnoma elastično, je ta faktor enak 0, kar pomeni, da z višino cestnine ni mogoče vplivati na obseg povpraševanja po javnem transportu. Enak primer nastopi tudi takrat, ko izvajalec

javnega transporta umetno zadržuje kapaciteto na nivoju, ki povzroča presežek povpraševanja po javnem transportu. Tudi v tem primeru lahko višino cestnine določimo po prvi najboljši možnosti, saj s cestnino v nobenem primeru ne moremo vplivati na povpraševanje po javnem transportu (Verhoef, 2003/1, str. 16).

Drugačna situacija nastopi, če je povpraševanje po transportu popolnoma neelastično, ali pa je cena vozovnic v javnem transportu popolnoma neobčutljiva na povpraševanje po javnem transportu. V tem primeru je druga najboljša cestnina enaka razliki med cestnino, ki temelji na mejnih družbenih stroških, vključno s stroški prometnih zastojev, in presežkom mejnih stroškov javnega transporta nad ceno vozovnic. V primeru popolnoma neelastičnega povpraševanja sta obsega povpraševanja po vsakem od obeh načinov transporta v naprej dana in cena cestnega transporta ter cena javnega transporta bi morala biti enaka mejnim stroškom vsakega od načinov transporta (Verhoef, 2003/1, str. 16).

Ta preprost model je dovolj za ugotovitev, da v primeru, ko ostali sektorji transportnega sistema niso ustrezno urejeni oziroma ne delujejo po načelu mejnih stroškov, ne moremo dosegati optimalnih rezultatov v nobenem drugem transportnem sektorju. V okolju, kjer obstajajo motnje in kjer iščemo drugo najboljšo rešitev za doseganje družbenega optimuma, enačbe rešujemo s pomočjo Lagrangeove metode. Pri tem izračunamo tudi Lagrangeove multiplikatorje λ , ki predstavljajo zamolčano ceno oziroma cestnino (angl.: shadow toll) neoptimalnega določanja cen prometne infrastrukture. Zaradi teh multiplikatorjev se druge najboljše rešitve vedno razlikujejo od prvih najboljših rešitev, kjer so vsi podsistemi transportnega sistema ustrezno zaračunani. Kadar lahko izvajalec javnega transporta prosto določa cene vozovnic, takrat je $\partial \Lambda / \partial P^T = \lambda_T = 0$, kar pomeni, da je optimalna cestnina odvisna zgolj od mejnih stroškov in obsega uporabe cestne infrastrukture (Verhoef, 2003/1, str. 17). Zgornje ugotovitve so pomembne, ko se odločamo, kako zaračunavati uporabo določene transportne infrastrukture. V kolikor želimo doseči, da se financiranje transportne infrastrukture čim bolj izloči iz državnega proračuna, potem je potrebno vse vrste transportne infrastrukture zaračunavati glede na mejne družbene stroške. Če se zaradi političnih razlogov ena od vrst izvzame, to povzroči uvajanje drugih najboljših rešitev tudi drugod. Večja, kot so ta odstopanja, dlje od dolgoročnega družbenega ravnovesja smo. Ukrepi prometne politike morajo torej biti temeljito premišljeni in ne smejo temeljiti na ideoloških opredelitvah o domnevnih prednostih ene vrste transportne infrastrukture.

3.4.3. Zaračunavanje cestnine ob motnjah v drugih delih ekonomije

Potreben pogoj za doseganje prve najboljše možnosti je tudi, da so vsi sektorji gospodarstva, ki so neposredno ali posredno povezani s transportnim sektorjem v ravnovesju in da dosegajo prvo najboljšo možnost optimuma. Ta pogoj je skoraj nemogoče izpolniti, saj je vsak gospodarski sektor tako ali drugače povezan s transportnim sektorjem in vsi ti sektorji bi morali biti v ravnovesju po prvi najboljši možnosti, kar pomeni, da ne bi smelo nobeno podjetje imeti tržne moči, prav tako nobeno podjetje ne bi smelo onesnaževati okolja, ne da bi zato plačalo ustrezno ceno,

glede na mejne stroške onesnaževanja. V praksi je to seveda nemogoče popolnoma doseči.

Zato bomo znova preučili preprost model, ki bo tokrat obravnaval tovorni transport. Predpostavimo, da imamo dva gospodarska sektorja A in B, ki vsak različno onesnažuje okolje. Zaradi tega nastajajo konstantni eksterni stroški $C_{E,A}$ in $C_{E,B}$. Povpraševanje po transportu je izvedeno povpraševanje, ki je neposredno povezano z obsegom povpraševanja po izdelkih obeh podjetij in obsegom transporta na proizvedeno in prodano enoto izdelka. Transport je tako opredeljen kot nujen korak, da je mogoče ponudbo in povpraševanje spraviti fizično skupaj ter izvesti transakcijo. Zato v postavljenem modelu predpostavljamo, da je transport potreben pri vsaki prodani enoti izdelka. Predpostavimo, da je potreben za prodajo vsake enote izdelka enak obseg transporta, kar pomeni, da ni razlik glede na proizvajalca – obseg transporta za prodajo izdelkov Q_A in Q_B je enak, če sta prodani količini obeh proizvajalcev enaki. Predpostavljamo tudi, da na omrežju ne nastajajo prometni zastoji in da je mogoče stroške transporta ločiti na zasebne C^P in eksterne C^E . Krivulji povpraševanja in ponudbe za izdelek i označimo kot D_i in S_i in da razen eksternalij trg deluje popolno ter da so cene na trgu odraz mejnih družbenih stroškov. Povprečni transportni stroški C^P bodo tako razlika med mejno koristnostjo D in mejnimi proizvodnimi stroški S . Predpostavimo tudi, da lahko podjetja dobijo transportne storitve le po ceni, ki vsebuje tudi določen davek na transport oziroma cestnino. Naslednji model tako predstavlja drugo najboljšo rešitev:

$$\Lambda = \int_0^{Q_A} D_A(x)dx - \int_0^{Q_A} S_A(x)dx - Q_A * C_A^E + \int_0^{Q_B} D_B(x)dx - \int_0^{Q_B} S_B(x)dx - Q_B * C_B^E - (C^P + C^E) * (Q_A + Q_B) + \lambda_A * (S_A(Q_A) + C^P + r - D_A(Q_A)) + \lambda_B * (S_B(Q_B) + C^P + r - D_B(Q_B)) \quad (41)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 18).

Enačba (41) doseže ekstrem, ki je pogoj za doseganje optimuma, ob naslednjih pogojih:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Lambda}{\partial Q_A} &= D_A - S_A - C_A^E - C^P - C^E + \lambda_A * (S'_A - D'_A) = 0 \\ \frac{\partial \Lambda}{\partial Q_B} &= D_B - S_B - C_B^E - C^P - C^E + \lambda_B * (S'_B - D'_B) = 0 \\ \frac{\partial \Lambda}{\partial r} &= \lambda_A + \lambda_B = 0 \\ \frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda_A} &= S_A + C^P + r - D_A = 0 \\ \frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda_B} &= S_B + C^P + r - D_B = 0 \end{aligned} \quad (42)$$

Iz česar lahko izpeljemo naslednji enačbi:

$$\begin{aligned}\lambda_A &= \frac{C_A^E + C^E - r}{S'_A - D'_A} \\ \lambda_B &= \frac{C_B^E + C^E - r}{S'_B - D'_B}\end{aligned}\tag{43}$$

Izpeljana faktorja odražata zamolčano cestnino, ki je posledica neoptimalnega določanja cene uporabe cestne infrastrukture. Ta faktorja naraščata za oba proizvajalca, kar odraža naraščanje mejnih eksternih stroškov proizvodnje in transporta. Optimalno višino cestnine tako določimo kot:

$$r = C^E + \frac{\frac{C_A^E}{S'_A - D'_A} + \frac{C_B^E}{S'_B - D'_B}}{\frac{1}{S'_A - D'_A} + \frac{1}{S'_B - D'_B}}\tag{44}$$

Iskanje druge najboljše rešitve pokaže, da je potrebno k cestnini, ki jo določimo kot prvo najboljšo rešitev in kaže mejne eksterne stroške transporta, dodati še člen, ki odseva mejne eksterne stroške, povzročene zaradi produkcije v obeh obravnavanih sektorjih. Bolj natančno: tehtano povprečje omenjenih mejnih eksternih stroškov je vključeno v cestnino, kjer utež razkriva občutljivost ravnotežnega obsega produkcije na cenovna popačenja. V primeru, ko sta povpraševanje ali ponudba v določenem sektorju popolnoma neelastična, ta člen izgine. Zaključek je precej intuitiven, saj je v primeru, ko ni mogoče vplivati na izpuste v okolje, najbolje, da regulator določi tolikšen davek na transport, da z njim pokrije tudi stroške, ki nastajajo zaradi eksternih stroškov proizvodnje. V tem primeru dosežemo optimum v transportnem sektorju in tudi v obeh obravnavanih proizvodnih sektorjih. V posebnem primeru, ko sta $C_A^E = C_B^E$, je mogoče doseči prvo najboljšo rešitev, saj v tem primeru cestnina vključuje tudi eksterne stroške proizvodnje izdelkov. Glede na to, da smo predpostavili, da je vsaka dobrina proizvedena in da je za njeno prodajo potreben tudi transport, pri čemer so vse poti enako dolge, je zaračunana cestnina neločljivo povezana s prvo najboljšo možnostjo obdavčitve tako proizvodnje kot tudi transporta (Verhoef, 2003/1, str. 19).

Cestnina, kot smo jo izpeljali v (44), kaže, da se motnje iz drugih sektorjev gospodarstva prenašajo v transportni sektor tako, da prve najboljše možnosti pri določanju višine cestnine ni mogoče doseči. Namen izpeljave zgornjega modela je tako v tem, da pokažemo, da na razmere v transportnem sektorju vplivajo tudi razmere oziroma motnje v drugih sektorjih gospodarstva. Če bi motnje v drugih sektorjih gospodarstva prezrli in v transportnem sektorju uvedli cestnino po načelu prve najboljše možnosti, bi prišli do neoptimalnih razmer, družbeno blagostanje pa bi bilo nižje, kot bi sicer lahko bilo (Verhoef, 2003/1, str. 19).

3.4.4. Določanje cestnine ob motnjah zaradi proračunske omejitve države

V tem poglavju bomo predstavili primer, ko v sistemu nastopi motnja zaradi proračunske omejitve države, ki posledično vpliva na optimizacijski proces določanja

cestnine. Za določanje optimalne stopnje obdavčitve običajno uporabljamo standardni postopek, kjer predpostavljamo, da je mejna koristnost enaka za vse akterje. Vendar pa se v praksi izkaže, da to ni vedno tako, še posebej, če država denimo uporablja davčne dohodke, ki jih pobere od transporta, za zmanjševanje motenj obdavčitve na trgu dela. V tem primeru lahko nastopi tako imenovana dvojna korist. Takšno višjo družbeno vrednost davčnih dohodkov opredelimo kot λ_p , ki označuje dodaten učinek vsake enote davčnega dohodka. V primeru, ko je $\lambda_p > 0$ pomeni, da država davčne dohodke porablja tako, da povečuje učinkovitost družbe, če pa je $\lambda_p < 0$, potem to pomeni, da bi potrošniki denar porabili bolj učinkovito od države. To preprosto načelo bomo vpeljali v transportni sektor, kjer je edina eksternalija okolje in postavili naslednjo Lagrangeovo funkcijo:

$$\Lambda = \int_0^N D(x)dx - N * (C^P + C^E) + \lambda_p * r * N + \lambda * (C^P + r - D(N)) \quad (45)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 19).

Ob nastopu ekstrema prve stopnje veljajo naslednji pogoji:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Lambda}{\partial N} &= D - C^P - C^E + \lambda_p * r - \lambda * D' = 0 \\ \frac{\partial \Lambda}{\partial r} &= \lambda_p * N + \lambda = 0 \\ \frac{\partial \Lambda}{\partial \lambda} &= C^P + r - D = 0 \end{aligned} \quad (46)$$

Uvedemo prvo in tretjo enačbo izpeljave (46) v funkcijo (45) in dobimo:

$$r = \frac{C^E - \lambda_p * N * D'}{1 + \lambda_p} = \frac{C^E * \left(1 + \lambda_p * \frac{N * (-D')}{C^E}\right)}{1 + \lambda_p} \quad (47)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 20).

Zanimivo je, da iz enačbe (47) vidimo, da tudi v primeru, ko je $\lambda_p > 0$, nima smisla davkov povečevati preko standardnega Pigoujevega načela $r = C^E$, ki velja ob konstantnih mejnih eksternih stroških. Vzrok za to je v tem, da moramo ob maksimizaciji prihodkov cestnino prilagoditi v eno ali drugo smer, odvisno od cenovne elastičnosti. To pomeni, da infinitezimalno majhen dvig davka na posameznega uporabnika ceste povzroči zmanjšanje števila uporabnikov ceste. Če imamo popolnoma neelastično povpraševanje, je seveda jasno, da lahko dodatne davčne prihodke dobimo, ne da bi vplivali na število uporabnikov oziroma na število uporab ceste. Vendar pa se je potrebno pri tem zavedati, da smo privzeli, da se z višanjem davčnih prihodkov λ_p ne zmanjšuje, kar pa je seveda povsem nerealistično. Drugače je, če je povpraševanje elastično, kar pomeni, da se D' približuje 0 od zgoraj. V tem primeru moramo cestnino znižati za doseganje standardnega Pigoujevega pogoja, saj nižji davki povzročijo

proporcionalno višje davčne prihodke. V praksi ugotovimo, da je signum razlike davka in koristi davčnega prihodka enak signumu elastičnosti povpraševanja:

$$\text{sgn}(r - C^E) = \text{sgn}\left(\frac{N^*(-D')}{C^E} - 1\right) \quad (48)$$

(Verhoef, 2003/1, str. 20).

To pomeni, da je mogoče tudi v primeru, ko je elastičnost povpraševanja zelo majhna ali če so mejni eksterni stroški relativno nizki, vedno najti takšno davčno stopnjo r , ki bo presegla eksterne stroške transporta (Verhoef, 2003/1, str. 20).

3.4.5. Zaključek

Iz vseh štirih obravnavanih primerov uporabe druge najboljše rešitve vidimo, da so ti pristopi vedno bolj zapleteni od prve najboljše rešitve. Na splošno lahko iz literature najdemo vrsto primerov, da bolj nepopolne razmere z več motnjami na trgu zahtevajo bolj in bolj zapletene druge najboljše rešitve. Vedno bolj zapletene druge najboljše rešitve pa zahtevajo več in boljše vhodne podatke, na podlagi katerih lahko potem določimo rešitve, s katerimi bi se približali optimalnemu stanju. Zato je vedno najboljša politika tista, ki vodi k odpravljanju nepravilnosti in motenj na trgu. Z odpravo le-teh se izognemo vse bolj zapletenemu iskanju druge najboljše rešitve, ki je v praksi običajno ocena, za katero niti zagotovo ne vemo, ali res prispeva k dvigu blaginje ali pa jo morda celo zmanjšuje.

Na področju transporta je potrebno opozoriti tudi na težnje, ki so močno prisotne zlasti v nekaterih mestih v Evropi, da bi promet administrativno omejevali. To lahko povzroči zelo visoke družbene stroške, ki presegajo družbene koristi tovrstnega početja. Pri tem je potrebno upoštevati tudi stroške, da tovrstne prepovedi uveljavimo, nadzorujemo in tako naprej. Prava pot je torej vedno tista, ki vodi do odpravljanja motenj v sistemu in ki omogoča uveljavljanje sistema določanja cen, ki temelji na mejnih družbenih stroških.

4. UPORABA DRUGE NAJBOLJŠE REŠITVE ZA IZRAČUNAVANJE CESTNINE

V teoretičnem delu te magistrske naloge smo videli različne načine za izračunavanje oziroma določanje višine cestnine. Najbolj osnovni model temelji na povrnitvi stroškov, ki so nastali z gradnjo infrastrukture in ki še nastajajo z njenim upravljanjem ter vzdrževanjem. Ekonomsko najbolj upravičen model je tisti, ki temelji na mejnih družbenih stroških, ki jih povzroči zadnji uporabnik, ki vstopi na cestno infrastrukturo, saj nas to pripelje do prve najboljše rešitve. Vendar pa smo že v teoretični obravnavi videli, da se pri uvajanju tega pristopa v prakso srečamo s precejšnjimi težavami. Prva je ta, da gospodarstvo kot sistem ne deluje idealno, v njem je namreč precej neravnovesij, trgi ne delujejo idealno, obstajajo administrativne ovire, zato uporaba modela mejnih družbenih stroškov ne vodi do optimalnih rešitev. V praksi se tako

zatečemo k uporabi druge najboljše rešitve, ki bi nas v danih okoliščinah pripeljala do družbenega optimuma.

V poglavju 3.4. smo predstavili štiri različne motnje, ki lahko nastopijo v transportnem sistemu. Na področju izračunavanja cestnine za avtoceste je v Sloveniji najpomembnejša motnja obstoj vzporedne cestne infrastrukture, kjer plačilo ni neposredno odvisno od števila prevoženih kilometrov. Uporabnik, ki za uporabo državnih (vzporednih) cest plača pavšalno letno nadomestilo, je zato za uporabo vzporedne infrastrukture stimuliran dvojno: z večjo uporabo državne cestne infrastrukture zmanjšuje ceno na prevoženi kilometer, hkrati pa mu ni potrebno plačati cestnine za vožnjo po avtocesti.

Za izračunavanje cestnine za avtoceste bomo zato uporabili model, ki je prikazan v poglavju 3.4.1., ki predpostavlja obstoj cestninske ceste in necestninske vzporedne ceste. Ta primer je v Evropski uniji, sploh pa na omrežju TEN najbolj pogost, predstavljeni model pa bomo uporabili na podatkih za ceste na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno. Ta odsek je del TEN omrežja in ga bomo predstavili kot primer, po katerem bi bilo mogoče model dinamičnega izračunavanja cestnine uvesti na celotnem TEN omrežju.

V tem poglavju bomo najprej opredelili in pojasnili spremenljivke, ki so v modelu, nato pa bomo na podlagi vhodnih podatkov izračunali optimalno cestnino za avtocesto na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno. Rezultate bomo tudi komentirali in predlagali ustrezne rešitve za uporabo v praksi.

Kot izhodišče za izračun bomo primerjali uporabo dveh povezav med Kranjem in Ljubljano. Izhodišče poti bo v naselju Planina 3, pred blagovnico Spar v Kranju. To točko smo kot izhodišče izbrali, ker je sredi največjih spalnih naselij v Kranju. Kot drugo točko smo izbrali križišče med avtocesto Podtabor – Ljubljana na Celovski cesti. Tam se namreč srečata avtocesta in vzporedna cesta Kranj – Jeprca – Ljubljana, od koder potem vsi uporabniki pot nadaljujejo po eni cesti. Optimalno cestnino bomo izračunali na podlagi podatkov o urni obremenjenosti cestninske ceste Kranj – Torovo – Ljubljana in necestninske ceste Kranj – Jeprca – Ljubljana. Preučevani mesec bo april 2003, saj gre za mesec, ko še ni bistvenih prometnih tokov zaradi poletne turistične sezone, hkrati pa je bilo leta 2003 v tem času tudi nekaj dni »med prazniki«, ko večji del zaposlenih kot običajno koristi letni dopust. Zaradi tega so seveda manjše tudi prometne obremenitve.

Urne prometne obremenitve so ločene tudi po smeri, kjer se jasno pokaže prevladujoča smer prometnih obremenitev: v jutranji prometni konici v smeri Kranj – Ljubljana, v popoldanski prometni konici pa v nasprotni smeri. Geografski potek obeh poti je razviden na Sliki 3.

Slika 3: Potek cestninske avtoceste Kranj – Ljubljana in necestninske ceste Kranj – Jeprca – Medvode – Ljubljana.



Vir: DARS d.d., osi cest.

4.1. Razlaga spremenljivk

V tem podpoglavju bomo najprej definirali spremenljivke, ki so v enačbi (36). Nato bomo spremenljivke časovno opredelili ter določili osnovno enoto zajetja in opazovanja. Pojasnili bomo morebitne uporabljene klasifikacije in druge relevantne metodološke elemente. Na koncu bomo govorili o uporabljenih izvedenih spremenljivkah in o metodoloških ter vsebinskih pomanjkljivostih.

4.1.1. Definicije spremenljivk

Spremenljivke, ki jih bomo uporabili pri izračunavanju cestnine na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno so:

r_T – višina cestnine na cestninski cesti – to je odvisna spremenljivka, vse ostale so neodvisne.

N – število uporabnikov cestninske in necestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu, spremenljivka je seštevek prometne obremenitve na cestninski in necestninski cesti, gre za vsa vozila, ki so v enournem intervalu prečkala števno mesto v določeni smeri. Števni mesti sta: cestninska postaja Torovo za cesto Kranj – Torovo – Ljubljana in števno mesto Meja pri Kranju za cesto Kranj – Jeprca – Ljubljana. Spremenljivka je tok v obravnavanem časovnem intervalu.

N_T – število uporabnikov cestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu, gre za vsa vozila, ki v izbranem časovnem intervalu prečkajo števno mesto, ki je cestninska postaja Torovo v določeni smeri. Spremenljivka je tok v obravnavanem časovnem intervalu.

N_U – število uporabnikov necestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu, gre za vsa vozila, ki v izbranem časovnem intervalu prečkajo števno mesto, ki je števno mesto Meja pri Kranju v določeni smeri. Spremenljivka je tok v obravnavanem časovnem intervalu.

R^P – povprečna bruto plača za opravljeno delovno uro v Republiki Sloveniji. Spremenljivka je tok v obravnavanem časovnem intervalu.

Poleg spremenljivk bomo pri izračunu uporabljali tudi nekatere konstante, ki jih je potrebno podrobneje opisati:

T_T – bruto čas, ki je potreben za potovanje z avtom v idealnih razmerah po cestninski (avto)cesti od začetne točke do končne točke in poleg časa same vožnje upošteva tudi prihod do prevoznega sredstva in od prevoznega sredstva do končne točke, manipulacijo ... Potreben čas je empirično izmerjen z vožnjo od izhodiščne do končne točke v razmerah, ko je mogoče voziti natanko toliko, kot je dovoljeno, vsi semaforji so izključeni in torej ne povzročajo dodatnih zastojev.

T_U – bruto čas, ki je potreben za potovanje z avtom v idealnih razmerah po necestninski cesti od začetne točke do končne točke in poleg časa same vožnje upošteva tudi prihod do prevoznega sredstva in od prevoznega sredstva do končne točke, manipulacijo ... Potreben čas je empirično izmerjen z vožnjo od izhodiščne do končne točke v razmerah, ko je mogoče voziti natanko toliko, kot je dovoljeno, vsi semaforji so izključeni in torej ne povzročajo dodatnih zastojev.

C_T^{mai} – stroški vzdrževanja avtomobila na eno vožnjo po cestninski cesti. Stroški so določeni kot ocena povprečnih stroškov rednega vzdrževanja vozil s prevladujočo uporabo avtocest, ki jo je za potrebe te raziskave ocenil Avtoservis Pintar, Kranj.

C_U^{mai} – stroški vzdrževanja avtomobila na eno vožnjo po necestninski cesti. Stroški so določeni kot ocena povprečnih stroškov rednega vzdrževanja vozil s prevladujočo uporabo državnih cest, ki jo je za potrebe te raziskave ocenil Avtoservis Pintar, Kranj.

$N_T^{\max}$ – maksimalna kapaciteta cestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu. Ta spremenljivka je določena na podlagi tehničnih parametrov ceste. Za štiripasovno avtocesto znaša maksimalna urna obremenitev, kjer prometni zastoji še ne nastajajo, zmanjša pa se povprečna potovalna hitrost, 2.500 vozil na uro v eno smer.

$N_U^{\max}$ – maksimalna kapaciteta necestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu. Za dvopasovno državno cesto prvega reda znaša maksimalna urna obremenitev, kjer prometni zastoji še ne nastajajo, zmanjša pa se povprečna potovalna hitrost, 1.000 vozil na uro v eno smer.

Poleg omenjenih konstant je za celotni april 2003 konstantna tudi cena neosvinčenega 95 oktanskega bencina za liter.

4.1.2. Osnovna enota zajetja in opazovanja

N_T – število uporabnikov cestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu: osnovna enota opazovanja je voznik po kriteriju uporabe/neuporabe avtoceste Kranj – Ljubljana pri cestninski postaji Torovo v izbranem časovnem intervalu.

N_U – število uporabnikov necestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu: osnovna enota opazovanja je voznik po kriteriju uporabe/neuporabe ceste Kranj – Jeprca – Ljubljana na števnem mestu Meja pri Kranju v izbranem časovnem intervalu.

R^P – povprečna bruto plača za opravljeno delovno uro v Republiki Sloveniji: osnovna enota zajetja je zaposleni v Republiki Sloveniji, po kriteriju polnega delovnega časa.

4.1.3. Uporabljene klasifikacije

Za podatke, ki se nanašajo na vrednost uporabljenih spremenljivk, se ne uporabljajo nobene klasifikacije.

4.1.4. Drugi relevantni metodološki elementi

Za korektnost predstavljenega modela je potrebno opozoriti še na dva metodološka elementa.

Obravnavani časovni interval je relativno kratek, gre za en mesec (april) v letu 2003. V tako kratkem časovnem intervalu ni vpliva dolgoročne rasti prometa. Zato je potrebno opozoriti, da bi v primeru, ko bi podobne izračune opravljali na zelo dolgih časovnih vrstah, ki bi bile dolge deset ali več let, morali upoštevati rast prometa. To bi morali spremljati z vidika stroškov, ki jih imajo uporabniki cestne mreže in analizirati, kdaj je potrebno oziroma družbeno smotno povečati kapaciteto cestne mreže. V nasprotnem primeru lahko cestnina doseže višino, ko znižuje družbeno blaginjo, to pa je v nasprotju z njenim namenom.

V obravnavanem mesecu sta tudi dve motnji v prometnem toku, na kateri je potrebno opozoriti. Prva motnja je bilo izvajanje preplastitve na cesti Kranj – Jeprca – Ljubljana v obdobju od sobote, 19. aprila, do ponedeljka, 21. aprila 2003. Zaradi preplastitve je promet potekal izmenično enosmerno in je bila kapaciteta vzporedne ceste znatno zmanjšana. Tega v model seveda nismo vključili, zato je cestnina v tem obdobju v smeri Ljubljana – Kranj precej nižja od pričakovane za delovni dan v času popoldanske prometne konice. Zanimivo je, da jutranja obremenitev še ni bila motena, medtem ko je bila popoldanska že precej manjša – očitno so tisti vozniki, ki so zjutraj porabili precej več časa zaradi del na cesti ob povratku popoldan raje uporabili avtocesto.

Druga motnja pa je čas med dvema praznikoma, kar je vplivalo na prometne tokove v dnevih od 28. aprila do konca meseca, saj so bile prometne obremenitve precej nižje na obeh cestah, zaradi tega pa je nižja tudi izračunana družbeno optimalna cestnina.

4.1.5. Izvedene spremenljivke in njihova vključitev v analizo

V modelu bom uporabljal naslednje izvedene spremenljivke:

ΔT_T – povečanje bruto potovalnega časa za potovanje z avtom po cestninski cesti ob maksimalni obremenjenosti cestninske ceste. Ta spremenljivka je ocenjena kot 50 % idealnega potovalnega časa.

ΔT_U – povečanje bruto potovalnega časa za potovanje z avtom po necestninski cesti ob maksimalni obremenjenosti necestninske ceste. Ta spremenljivka je ocenjena kot 100 % idealnega potovalnega časa.

C_T^{fu} – stroški porabljenega goriva za vožnjo po cestninski cesti v idealnih razmerah. Spremenljivka je določena kot zmnožek cene za liter neosvinčenega 95 oktanskega bencina, prepotovane razdalje in povprečne porabe 0,08 litra bencina na kilometer. Poraba je ocenjena kot povprečje porabe goriva vozil v Sloveniji pri prevladujoči hitrosti 130 kilometrov na uro.

ΔC_T^{fu} – povečanje stroškov porabljenega goriva za vožnjo po cestninski cesti v razmerah maksimalne obremenjenosti cestninske ceste. Spremenljivka je določena kot zmnožek cene za liter neosvinčenega 95 oktanskega bencina, prepotovane razdalje in povečanja povprečne porabe goriva na kilometer za 0,005 litra.

C_U^{fu} – stroški porabljenega goriva za eno vožnjo po necestninski cesti v idealnih razmerah. Spremenljivka je določena kot zmnožek cene za liter neosvinčenega 95 oktanskega bencina, prepotovane razdalje in povprečne porabe 0,075 litra bencina na kilometer. Poraba je ocenjena kot povprečje porabe goriva vozil v Sloveniji pri prevladujoči hitrosti 90 oziroma 50 (naselja) kilometrov na uro.

ΔC_U^{fu} – povečanje stroškov porabljenega goriva za eno vožnjo po necestninski cesti v razmerah maksimalne obremenjenosti necestninske ceste. Spremenljivka je določena kot zmnožek cene za liter neosvinčenega 95 oktanskega bencina, prepotovane razdalje in povečanja povprečne porabe goriva na kilometer za 0,015 litra. Povečanje je primerjalno večje kot pri vožnji po avtocesti, saj se zaradi semaforjev poveča število ustavljanj in speljevanj, podaljša se čakanje pred semaforji ...

ΔC_T^{mai} – povečanje stroškov vzdrževanja avtomobila za eno vožnjo po cestninski cesti v razmerah maksimalne obremenjenosti cestninske ceste. Po oceni ADAC se na avtocesti stroški vzdrževanja ob vožnji ob polni obremenjenosti povečajo za 20 %.

ΔC_U^{mai} – povečanje stroškov vzdrževanja avtomobila za eno vožnjo po cestninski cesti v razmerah maksimalne obremenjenosti cestninske ceste. Po oceni ADAC se na avtocesti stroški vzdrževanja ob vožnji ob polni obremenjenosti povečajo za 50 %, predvsem zaradi ustavljanj in speljevanj. Spremenljivka je stanje v času.

Vse spremenljivke so izmerjene/ocenjene/izračunane v aprilu 2003 oziroma po tedanjih cenah. Njihova vključitev v analizo je potrebna zaradi zahtev preučevanega modela in sledi neposredno iz modela, kot je določen v poglavju 4.2.

4.1.6. Vsebinske in metodološke pomanjkljivosti

Uporabljen model, s katerim bomo izračunavali optimalno višino cestnine na avtocesti Kranj – Ljubljana v pogojih necestninske vzporedne ceste nižjega reda, ima naslednje pomanjkljivosti:

- ključna vsebinska pomanjkljivost obravnavanega primera je obstoj necestninske vzporedne povezave, zaradi česar je sistem že po definiciji izven ravnovesja. S cestnino na cestninski cesti tako v praksi rešujemo enačbo z dvema neznankama, ko z višino cestnine na cestninski cesti skušamo doseči družbeni optimum uporabe tako cestninske, kot tudi necestninske ceste;
- zajeti podatki o prometnih obremenitvah na avtocesti Kranj – Ljubljana in na vzporedni cesti Kranj – Jeprca – Ljubljana se nanašajo na prometne obremenitve v pogojih, ko se avtocesta že cestnini s fiksno cestnino. To povzroča prekomerni odliv prometa z avtoceste na vzporedno cesto v času izven prometne konice, v času prometne konice, ko bi morala biti cestnina višja od dejansko zaračunane pa povzroča nasploh prevelik promet na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno, saj se opravijo tudi tisti prevozi, ki niso upravičeni;
- poleg obravnavanih prometnih povezav obstaja še ena vzporedna necestninska povezava, in sicer Kranj – Vodice – Ljubljana, ki pa poteka delno po vzporedni cesti, delno pa po avtocesti, ki pa se ne cestnini. Zaradi tega je nismo vključili v analizo, problem pa so tudi podatki o prometnih obremenitvah, ki niso na voljo za urne intervale;
- poseben problem je ocena funkcije po kateri se zvišujejo zasebni stroški uporabe cestninske oziroma necestninske ceste v odvisnosti od prometne obremenitve ceste. Za potrebe te raziskave smo se odločili za funkcijo

$$C_p = C_p^{\min} + \frac{N_t}{N_{\max}} * \Delta C_p, \text{ ki predpostavlja, da so zasebni stroški uporabe izbrane}$$

ceste vsota minimalnih stroškov uporabe te ceste v pogojih, ko je cesta povsem neobremenjena in zmnožka razmerja med trenutno in maksimalno možno obremenjenostjo avtoceste in povečanja zasebnih stroškov uporabe v pogojih maksimalne obremenjenosti cestne;

- ni ločevanja med vozili, glede na njihove tehnične značilnosti (onesnaževanja okolja...) in obremenjevanje cestne infrastrukture (osebna vozila/tovorna vozila/avtobusi). V tej fazi analize z ločevanjem ne bi pridobili bistvenih dodatnih informacij, saj je namen raziskave zgolj pokazati, kako je mogoče sicer relativno zapleten model vendarle uvesti v prakso in pridobiti dokaj relevantne rezultate.

Vse omenjene omejitve je potrebno upoštevati pri razlagi rezultatov modela in napovedni moči le-tega.

4.2. Model določanja cestnine na relaciji Kranj – Ljubljana

To podpoglavje je praktični del magistrskega dela. V njem bomo določili model in ga utemeljili, izračunali opisne statistike spremenljivk ter izračunali optimalno višino cestnine za avtocesto na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno. Na koncu bomo interpretirali rezultate in podali nekatere smernice za nadaljnje raziskovanje, ki bodo temeljile na podlagi rezultatov tega raziskovanja.

4.2.1. Določitev modela in njegova utemeljitev

Predpostavimo, da so uporabniki cestne mreže na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno racionalni in da vedno izberejo tisto pot, ki jim prinese največjo zasebno korist. Model, na podlagi katerega bomo izračunali optimalno višino cestnine za avtocesto na relaciji Kranj – Ljubljana ali obratno in sledi iz definicije problema, kot smo ga izpeljali v poglavju 3.4.1., je:

$$r_T = N_T * \frac{dC_T^P(N_T)}{dN_T} - N_U * \frac{dC_U^P(N_U)}{dN_U} * \frac{-\frac{dD(N)}{dN}}{\frac{dC_U^P(N_U)}{dN_U} - \frac{dD(N)}{dN}} \quad (49)$$

Teoretična izpeljava modela je določena v poglavju 3.4.1., kjer smo obravnavali izpeljavo modela, na podlagi katerega dosežemo družbeni optimum v pogojih, ko imamo cestninsko (avto) cesto in necestninsko vzporedno cesto.

Za uporabo tega modela smo se odločili, ker je v Sloveniji obstoj necestninske vzporedne cestne mreže, kjer plačilo za uporabo ni neposredno odvisno od količine uporabe, eden od ključnih dejavnikov, ki vplivajo na določanje višine cestnine. Poleg

tega je to vprašanje rešljivo znotraj prometne politike same oziroma znotraj transportnega sistema.

V enačbi so naslednje funkcije:

$C_T^P(N_T)$ – funkcija zasebnih stroškov uporabe cestninske ceste v odvisnosti od obremenjenosti (števila uporabnikov v preučevanem časovnem intervalu) cestninske ceste,

N_U – število uporabnikov vzporedne necestninske ceste v preučevanem časovnem intervalu,

$C_U^P(N_U)$ – funkcija zasebnih stroškov uporabe necestninske ceste v odvisnosti od obremenjenosti (števila uporabnikov v preučevanem časovnem intervalu) necestninske ceste,

$D(N)$ – funkcija povpraševanja po prevozu po preučevanih cestnih povezavah med dvema krajema, ki je glede na opredelitev na Sliki 1 enaka mejnim zasebnim koristim uporabe cestne infrastrukture $MPB(N)$ in mejnim družbenim koristim uporabe cestne infrastrukture $MSB(N)$.

Kot smo opredelili zgoraj, imamo znotraj modela tri funkcije odvisnosti, kjer je neodvisna spremenljivka število uporabnikov posamezne povezave ali vseh povezav. Te funkcije je potrebno opredeliti in pojasniti.

Funkcija povpraševanja po cestnem prevozu je glede na opredelitev na Sliki 1 enaka mejni zasebni koristnosti in mejni družbeni koristnosti. Odločitev za eno ali drugo mejno koristnost je odvisna od odločevalca o uporabi cestne infrastrukture. V konkretnem primeru, ko bomo preučevali uporabo cestnih povezav na relaciji Kranj – Ljubljana in obratno, je potrebno uporabiti funkcijo mejne zasebne koristnosti, saj so posamezniki tisti, ki se odločajo o uporabi cestne infrastrukture in o časovni porazdelitvi uporabe cestne infrastrukture. Če bi se odločili, da bomo funkcijo povpraševanja opredelili kot funkcijo družbene koristnosti, bi to pomenilo, da bi se posamezniki odločali tako, kot bi bilo optimalno za družbo kot celoto. To je seveda nemogoče, saj se takoj pojavi tako imenovano zastojkarstvo, ko nekateri posamezniki ravnaajo v nasprotju z družbenim optimumom, ob tem pa dosegajo večje zasebne koristnosti od ostalih.

Funkcijo povpraševanja po cestnem prevozu bomo tako opredelili kot:

$$D(N) = \left[R^P * (\Delta T_T * N_T^{\max} + \Delta T_U * N_U^{\max}) + (N_T^{\max} (\Delta C_T^{fu} + \Delta C_T^{mai}) + N_U^{\max} * (\Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai})) \right] - \\ - N * \left[\frac{R^P * (\Delta T_T * N_T^{\max} + \Delta T_U * N_U^{\max}) + (N_T^{\max} (\Delta C_T^{fu} + \Delta C_T^{mai}) + N_U^{\max} * (\Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai}))}{N_T^{\max} + N_U^{\max}} \right] \quad (50)$$

Za potrebe te raziskave ocenjujemo, da se potreben čas za potovanje po cestninski (avto) cesti v razmerah polne obremenjenosti poveča za 50 %, pri čemer je izhodišče idealni čas potovanja v razmerah, ko cesto uporablja en sam uporabnik. Poleg tega smo za potrebe te raziskave določili, da se čas, ki je potreben za potovanje, ne podaljšuje linearno glede na obremenjenost ceste, temveč z razmerjem trenutne obremenjenosti in maksimalne kapacitete cestninske ceste.

Za necestninsko cesto ocenjujemo, da se potrebni čas za potovanje v razmerah maksimalne obremenjenosti poveča za 100 %, pri čemer potreben čas ne narašča linearno, temveč z razmerjem med trenutno obremenjenostjo in maksimalno kapaciteto ceste. Ti dejstvi smo upoštevali pri izpeljavi enačbe (50).

Opredelimo zdaj še funkciji zasebnih stroškov vožnje po cestninski in necestninski cesti. Upoštevali bomo stroške porabljenega časa, porabljenega goriva in vzdrževanja vozila.

$$C_T^P(N_T) = \left[R^P * \left(T_T + \Delta T_T * \left(\frac{N_T}{N_T^{\max}} \right) \right) \right] + \left[C_T^{fu} + \Delta C_T^{fu} * \left(\frac{N_T}{N_T^{\max}} \right) \right] + \left[C_T^{mai} + \Delta C_T^{mai} * \left(\frac{N_T}{N_T^{\max}} \right) \right] \quad (51)$$

in

$$C_U^P(N_U) = \left[R^P * \left(T_U + \Delta T_U * \left(\frac{N_U}{N_U^{\max}} \right) \right) \right] + \left[C_U^{fu} + \Delta C_U^{fu} * \left(\frac{N_U}{N_U^{\max}} \right) \right] + \left[C_U^{mai} + \Delta C_U^{mai} * \left(\frac{N_U}{N_U^{\max}} \right) \right] \quad (52)$$

Zdaj, ko imamo izvedene vse parcialne funkcije, lahko z zahtevanim odvajanjem parcialnih funkcij iz enačbe (49) izpeljemo operativno enačbo za izračun cestnine v preučevanem časovnem intervalu.

$$r_T = \frac{N_T}{N_T^{\max}} * (R^P * \Delta T_T + \Delta C_T^{fu} + \Delta C_T^{mai}) - \frac{N_U}{N_U^{\max}} * (R^P * \Delta T_U + \Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai}) * \left(\frac{R^P (\Delta T_T N_T^{\max} + \Delta T_U N_U^{\max}) + N_T^{\max} (\Delta C_T^{fu} + \Delta C_T^{mai}) + N_U^{\max} (\Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai})}{N_T^{\max} + N_U^{\max}} \right) * \left(\frac{\frac{N_U}{N_U^{\max}} (R^P * \Delta T_U + \Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai})}{\frac{N_T}{N_T^{\max}} (\Delta T_T N_T^{\max} + \Delta T_U N_U^{\max}) + N_T^{\max} (\Delta C_T^{fu} + \Delta C_T^{mai}) + N_U^{\max} (\Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai})} + \frac{R^P (\Delta T_T N_T^{\max} + \Delta T_U N_U^{\max}) + N_T^{\max} (\Delta C_T^{fu} + \Delta C_T^{mai}) + N_U^{\max} (\Delta C_U^{fu} + \Delta C_U^{mai})}{N_T^{\max} + N_U^{\max}} \right) \quad (53)$$

S to izpeljavo smo dobili relativno enostaven model, ki ga bomo uporabili za izračun cestnine na realnih podatkih.

4.2.2. Opisne statistike

Na začetku poglavja bomo opredelili konstante, ki so rezultat empiričnih merjenj in izračunov in ki se v časovnem intervalu ne spreminjajo.

$$N_T^{\max} = 2.500 \text{ vozil} / h$$

$$N_U^{\max} = 1.000 \text{ vozil} / h$$

$$R^P = 1.420 \text{ SIT} / h$$

$$\Delta T_T = 0,21667h * 0,5 = 0,10833h$$

$$\Delta T_U = 0,3h * 1,0 = 0,3h$$

$$\Delta C_T^{fu} = 0,005l * 21,7km * 181,00SIT = 19,6385SIT$$

$$\Delta C_T^{mai} = 0,20SIT / km * 21,7km = 4,34SIT$$

$$\Delta C_U^{fu} = 0,01l / km * 19,2km * 181,00SIT = 34,752SIT$$

$$\Delta C_U^{mai} = 0,25SIT / km * 19,2km = 4,80SIT$$

Za spremenljivke o obremenjenosti cestne infrastrukture v posameznih urni intervalih v preučevanem obdobju od 1.4.2003 od 00:00 do 30.4.2003 do 24:00 so opisne statistike podane v nadaljevanju.

Urna obremenitev avtoceste v smeri Kranj – Ljubljana:

- največja vrednost: 1.203 vozila;
- najmanjša vrednost: 18 vozil;
- variacijski razmik: 1.185 vozil,
- vsota vrednosti spremenljivke: 271.687 vozil;
- aritmetična sredina: 377,343 vozila;
- varianca: 62.245,208;
- standardni odklon: 249,490 vozila;
- koeficient variacije: 0,661 oz. 66,1 %.

Urna obremenitev avtoceste v smeri Ljubljana – Kranj:

- največja vrednost: 1.165 vozil;
- najmanjša vrednost: 15 vozil;
- variacijski razmik: 1.150 vozil;
- vsota vrednosti spremenljivke: 250.232 vozil;
- aritmetična sredina: 347,544 vozila;
- varianca: 61.214,643;
- standardni odklon: 247,416 vozila;
- koeficient variacije: 0,712 oz. 71,2 %.

Urna obremenitev državne ceste v smeri Kranj – Jeprca – Ljubljana:

- največja vrednost: 853 vozil;
- najmanjša vrednost: 16 vozil;
- variacijski razmik: 837 vozil;
- vsota vrednosti spremenljivke: 187.368 vozil;
- aritmetična sredina: 260,233 vozila;
- varianca: 29.066,677;
- standardni odklon: 170,490 vozila;
- koeficient variacije: 0,655 oz. 65,5 %.

Urna obremenitev državne ceste v smeri Ljubljana – Jeprca – Kranj:

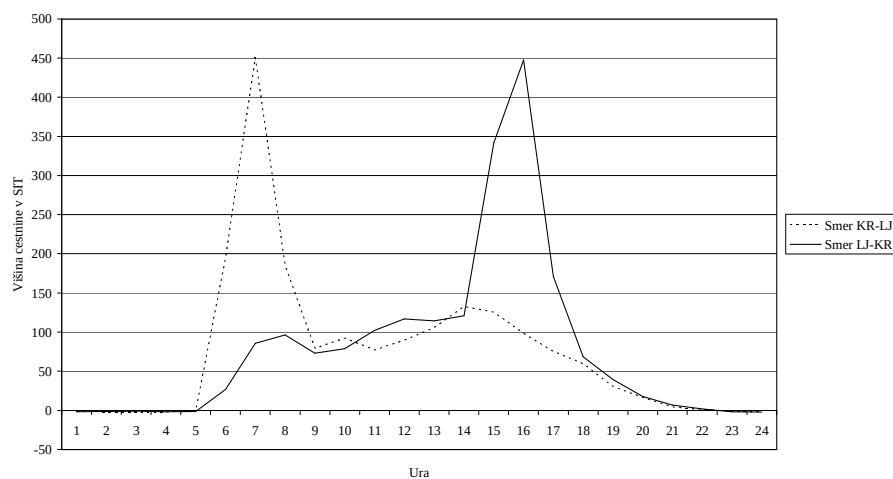
- največja vrednost: 816 vozil;
- najmanjša vrednost: 13 vozil;
- variacijski razmik: 803 vozila;
- vsota vrednosti spremenljivke: 191.005 vozil;
- aritmetična sredina: 265,285 vozila;

- varianca: 36.624,926;
- standardni odklon: 191,376 vozila;
- koeficient variacije: 0,721 oz. 72,1 %.

4.2.3. Model druge najboljše rešitve določanja cestnine

V nadaljevanju bomo predstavili rezultate modela določanja višine cestnine na avtocesti Kranj – Ljubljana ob upoštevanju prometnih obremenitev in kapacitete vzporedne ceste Kranj – Jeprca – Ljubljana. Časovni potek višine cestnine za prvi delovni dan v aprilu, ki ga navajamo kot primer, je razviden iz Slike 4.

Slika 4: Časovni potek višine družbeno optimalne cestnine za prvi delovni dan v aprilu 2003.

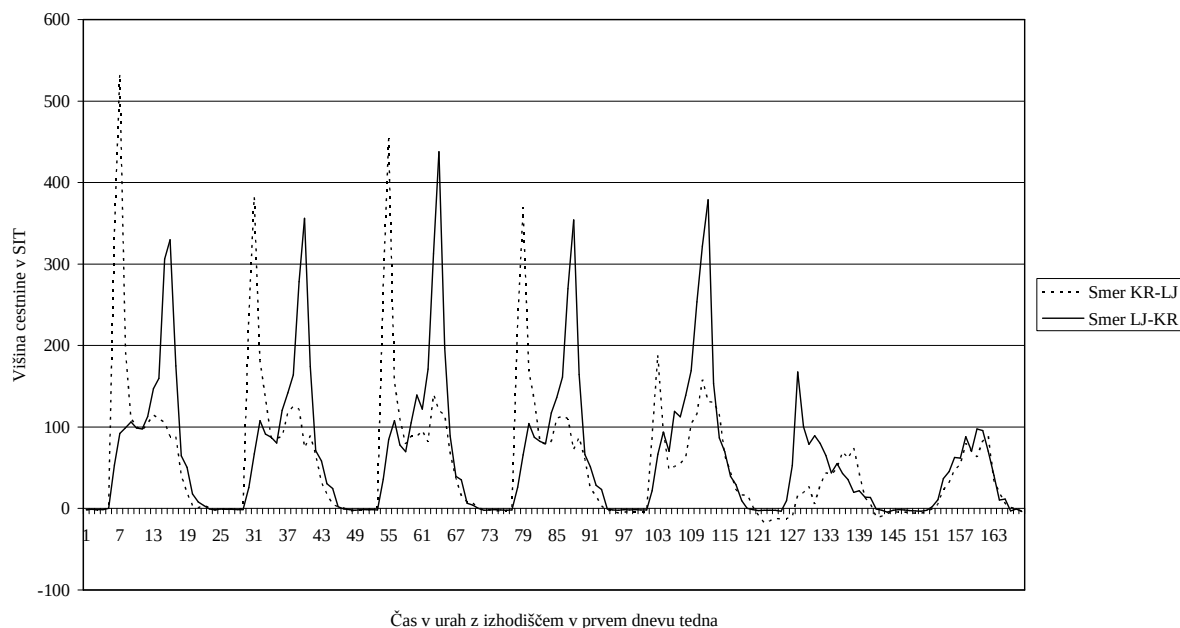


Vir: izračun, glej dodatek.

Iz Slike 4 je razviden časovni potek optimalne cestnine, s katero bi se približali družbenemu optimumu tako glede uporabe posamezne prometne povezave, kot tudi glede skupne prometne obremenitve celotnega prometnega sistema v izbranem časovnem intervalu.

V nadaljevanju si bomo pogledali časovni potek višine družbeno optimalne cestnine za prvi delovni teden v aprilu 2003. Potek je razviden iz Slike 5.

Slika 5: Časovni potek višine družbeno optimalne cestnine za prvi delovni teden v aprilu 2003.



Vir: izračun, glej dodatek.

Iz Slike 5 je razvidno, da se višina cestnine v času prometnih konic lepo ponavlja v vseh delovnih dneh, s tem, da je jutranja konica najbolj izrazita v ponedeljek. Zanimiv je tudi potek višine družbeno optimalne cestnine v času vikenda, kjer je razviden sobotni vrh v smeri proti Gorenjski in nedeljsko gibanje višine cestnine, ki je časovno skoraj identična za obe smeri vožnje.

Predstavljeni časovni potek višine družbeno optimalne cestnine velja v opisanih okoliščinah. Ob uvedbi tovrstnega sistema bi prišlo do določenih sprememb v časovnem poteku prometnih tokov, saj so vhodni podatki pridobljeni v okoliščinah fiksne cestnine na avtocesti. Uvedba dinamičnega modela določanja cestnine v praksi bi zato morala potekati v več fazah tako, da bi pridobljene podatke o premestitvi prometnih tokov upoštevali v nadaljnjih izračunavanjih višine cestnine. Izračunavanje višine cestnine bi bil torej dinamični proces, kjer bi se višina cestnine čim prej odzivala na spremembe v poteku prometnih tokov v realnem življenju.

Podrobnejši izračuni višine cestnine v posameznih časovnih intervalih so razvidni iz dodatka, kjer je na podlagi obravnavanega modela izračunana družbeno optimalna cestnina za celotno obravnavano obdobje, torej od 1. 4. 2003 od 00:00 do 30. 4. 2003 do 24:00. Pri tem posebej opozarjam na negativne vrednosti cestnine v nočnem času, kar pomeni, da bi glede na razmere na cestni mreži bila uporaba vzporedne državne ceste Kranj – Jeprca – Ljubljana družbeno bolj koristna kot uporaba avtoceste Kranj – Ljubljana. Vzrok za to je v nižjih stroških goriva pri nižji povprečni hitrosti na vzporedni cesti, do česar pride v primeru, ko je vzporedne cestna infrastruktura malo obremenjena.

4.2.4. Interpretacija rezultatov in njihovih omejitev

Ključna ugotovitev, ki sledi iz dobljenih modelskih rezultatov je, da družbeno optimalna cestnina ni enaka v vseh časovnih intervalih. Ravno nasprotno, zaradi časovno različnega povpraševanja po uporabi prometne infrastrukture se višina cestnine spreminja, s tem pa je mogoče vplivati na prometne tokove in se tako v večjem številu korakov približali družbeno optimalnemu stanju.

Iz modelske analize sledi tudi to, da je potrebno zaračunavati različno višino cestnine glede na smer vožnje v izbranem časovnem intervalu, saj gre za precejšnjo asimetrijo povpraševanja po smeri vožnje.

Ključna omejitev rezultatov je dejstvo, da so podatki o časovnem poteku prometnih obremenitev po posamezni smeri vožnje zbrani v okolju, ko se cestnina na avtocesti Kranj – Ljubljana pobira v fiksnem znesku, ne glede na prometno obremenitev. To je sicer res prvi korak približevanja k družbenemu optimumu, toda ta višina cestnine ne stimulira časovno fleksibilne uporabe cestnega sistema, poleg tega pa povzroča v času prometne konice preveliko povpraševanje po prevozu po avtocesti, v času izven prometnih konic pa obstoječa fiksna cestnina povzroča družbeno neoptimalen odliv prometnih tokov na vzporedno cestno mrežo. Ne glede na to, da so pridobljeni podatki dobra osnova za prvi krog modelskih izračunov, ki bi jih bilo po uvedbi dinamičnega modela izračunavanja cestnine v praksi potrebno ponavljati in se tako glede na odzive trga – uporabnikov cest približevati družbeno optimalnemu stanju.

Omejitev dobljenih rezultatov je tudi v tem, da števno mesto na državni cesti Kranj – Jeprca – Ljubljana ne beleži prevozov vozil glede na vrsto (osebna vozila, tovorna vozila, avtobusi). Zaradi tega smo vsa vozila opredelili kot osebna vozila, ki sicer prevladujejo. Zato so rezultati dobljeni le za osebna vozila, torej prvi cestninski razred. V kolikor bi želeli model diferencirati po vrsti vozila, bi morali najprej pridobiti podatke o prehodu vozil po vrsti tudi za državno cesto Kranj – Jeprca – Ljubljana.

Obravnavani model se sicer nanaša na zelo majhen del TEN omrežja, čeprav bi ga bilo mogoče uporabiti na celotnem TEN omrežju, s čimer bi zagotovili bolj optimalno rabo cestne mreže. Pri tem je pomembno, da se poenotijo kriteriji za izračunavanje cestnine in model za izračunavanje cestnine, medtem ko je ob uvajanju dinamičnega modela cestnine v praksi potrebno uporabiti lokalni pristop in upoštevati prometne razmere na vsakem odseku TEN omrežja posebej. Prizadevanja Evropske komisije pri sprejemanju nove direktive o cestnini na TEN omrežju (ki je sicer nekoliko ponesrečeno poimenovana direktiva o evrovinjeti) že gredo v smer vnašanja dinamike pri izračunavanju cestnine na TEN omrežju. Pri tem je potrebno opozoriti, da gre zgolj za cestnino za tovorna vozila z največjo dovoljeno maso nas 3,5 tone, poleg tega pa je odločitev o pobiranju cestnine prepuščena državam članicam. Ob sprejemanju kriterijev in modela za izračunavanje cestnine so se članice že razdelile na tako imenovane »periferne« članice, kjer je tranzitnih prometnih tokov malo in ki cestnini nasprotujejo ter »osrednje« članice, kjer so močni tranzitni tokovi in ki cestnine uvajajo zato, da

pokrivajo stroške cestne infrastrukture ter včasih tudi del eksternih stroškov transporta (npr. Avstrija).

5. PREDLAGANE SPREMEMBE

V zadnjem poglavju vsebinske analize problema raziskave bomo prikazali nekatere potrebne ukrepe, s katerimi bi lahko povečali družbeno učinkovitost cestninskega sistema in s tem tudi družbeno blaginjo. Uvajanje kakršnega koli cestninskega sistema zahteva postopnost, saj cestnina vpliva na odločitve o lokaciji bivalnih področij, industrije in tako naprej, kar so po svoji naravi dolgoročne odločitve. Subjekti na trgu, ki so racionalni, se prilagajajo trenutnim razmeram, nenadna sprememba razmer pa jim lahko povzroči relativno visoke stroške. Zato bomo v prvem delu pogledali nekatere smiselne spremembe v cestninskem sistemu pred uvedbo sistema fleksibilne cestnine. V drugem delu predstavili smiselne spremembe v okolju klasičnega pobiranja cestnine, kot ga poznamo danes, v zadnjem delu pa bomo predstavili možne in potrebne spremembe po uvedbi elektronskega pobiranja cestnine v prostem prometnem toku.

5.1. Smiselne spremembe cestninskega sistema pred uvedbo fleksibilnega modela izračunavanja cestnine

V Evropski uniji so trenutno na TEN omrežju v veljavi trije sistemi za pokrivanje stroškov infrastrukture. Prvi je sistem plačevanja prek davkov, ki niso neposredno povezani s prevozi. S tem sistemom na noben način ni mogoče doseči družbenega optimuma, zato je neprimeren. V tem primeru je najbolj smiselno takoj uvesti elektronsko pobiranje cestnine v prostem prometnem toku.

Drugi sistem temelji na tako imenovanih vinjetah, torej na pavšalnem prispevku za uporabo cest na TEN omrežju. Tudi s tem sistemom ni mogoče doseči družbenega optimuma, zato je najbolj smiselno takoj uvesti elektronsko cestninjenje v prostem prometnem toku. Takšen prehod sta na TEN omrežju za tovorna vozila že izvedli Avstrija in Nemčija, od nečlanic Evropske unije pa Švica, razpisi za tovrstni sistem so že v teku na Češkem, Slovaškem in Madžarskem.

Slovenija je skupaj z Italijo, Francijo, Španijo in Portugalsko del tako imenovanih cestninskih držav Evropske unije. To je tretji sistem pobiranja cestnine. Ta je sicer neposredno odvisen od obsega uporabe avtocest, vendar pa je vse prej kot optimalen. V veljavi so različni sistemi pobiranja cestnine: tako imenovani odprt cestninski sistem na avtocestah, kjer uporabniki plačujejo uporabo avtoceste le na daljših poteh, ko prehajajo iz ene regije v drugo, medtem ko za uporabo avtoceste na krajših odsekih, kjer ni tako imenovanih čelnih cestninskih postaj, ne plačajo ničesar. Tako ena skupina uporabnikov avtocest (ki potujejo na daljših relacijah) subvencionira tiste, ki potujejo na krajših relacijah in tako imenovani zaprt cestninski sistem, kjer vsak uporabnik plača cestnino, ki je v neposredni odvisnosti od dejanske uporabe. V tem sistemu je potrebno registrirati vsak vhod na avtocesto in izhod z avtoceste, pri tem pa plačati cestnino, ki je

odvisna od prevožene razdalje. V uporabi so tudi mešani sistemi, ki so kombinacija prej omenjenih dveh osnovnih sistemov.

Ta kratek opis stanja kaže, da imamo v Evropski uniji nepregleden sistem, ki je v nasprotju z zahtevami za doseganje družbenega optimuma in torej ne stimulira racionalne uporabe cestne mreže. Družbena blaginja je zato nižja, posledice neprimerne sistema plačevanja uporabe cestne infrastrukture pa se kažejo predvsem v čedalje bolj razpršeni poselitvi, ki povzroča prekomerne prometne tokove. Poleg tega se cestna mreža, ki ni del TEN omrežja ali je TEN omrežju vzporedna običajno plačuje prek enkratnega povračila za uporabo cest ali drugih taks.

Zato bi bilo potrebno že v prvi fazi, pred uvedbo sistema fleksibilne cestnine poenotiti plačevanje cestne infrastrukture, ki je lahko na največ dveh različnih nivojih. Za uporabo lokalne in državne cestne infrastrukture bi morali plačevati z enoletnim povračilom za uporabo cest in s tem pokriti vse stroške, ki nastajajo na tej cestni mreži. To pomeni, da bi stroške transporta vsaj internalizirali, če jih že ne uspemo razdeliti na uporabnike glede na dejansko uporabo. Na drugi strani bi morali poenotiti tudi sistem pobiranja cestnine na avtocestni mreži, ki mora temeljiti na dejansko prevoženi razdalji. S tem bi poslali pomembno informacijo subjektom na transportnem trgu, da želi zakonodajalec uvesti sistem, ki se bo čim bolj približal družbeno optimalnemu, preprečili pa bi tudi prelivanje sredstev med različnimi skupinami uporabnikov avtocestne infrastrukture.

Uvedba plačevanja glede na dejansko prevoženo razdaljo je na avtocestni mreži vsaj teoretično mogoča, saj so vstopi in izstopi kontrolirani in je na njih mogoče postaviti ustrezne naprave za registracijo prehodov oziroma plačevanje cestnine. Uvedba takšnega sistema na državno cestno mrežo je pri obstoječi tehnologiji utopična, saj bi stroški lahko zlahka presegli pobrana sredstva, kar je ena od nevarnosti, na katere opozarjamo v tretjem poglavju.

5.2. Možne spremembe v okolju klasičnega pobiranja cestnine

Po izpeljavi ukrepov, ki so navedeni v poglavju 5.1. bi bilo mogoče v okolju klasičnega pobiranja cestnine, kot ga poznamo danes, uvesti delno diferencirano cestnino, ki bi destimulirala uporabo avtocestne mreže v času prometnih konic, predvsem za izbrane kategorije vozil (tovorna vozila). Pod delno diferencirano cestnino razumemo cestnino, ki je v času največjih prometnih obremenitev višja od običajne cestnine za 10 do 20 %. Na ta način bi zmanjšali obremenjenost avtocestne mreže v času največjih obremenitev, kar bi povečalo pretočnost in zmanjšalo tako zasebne kot družbene stroške uporabe cestne mreže.

V praksi je uvedba takšnega sistema relativno zapletena, čeprav vseeno mogoča in izvedljiva. Od upravljalca avtocestne mreže zahteva relativno visoko zavzetost in adaptacijo programske ter strojne opreme za izvajanje pobiranja cestnine.

Uvedba delno diferencirane cestnine bi bila pomemben signal za subjekte na transportnem trgu, da se zakonodajalec približuje uvedbi sistema, ki bo temeljil na

družbenih in zasebnih stroških uporabe cestne infrastrukture. Po določenem prehodnem obdobju bi tako lažje uvedli sistem plačevanja cestne infrastrukture, ki bi temeljil na mejnih družbenih stroških, zaradi tega pa bi bili manjši tudi stroški subjektov na trgu, ki bi se postopno prilagajali spremenjenim razmeram. Ob jasno izraženi strategiji zakonodajalca bi sicer že veljale nekatere spodbude za prilagajanje, še vedno pa ne bi fleksibilna cestnina v polni meri »kaznovala« subjekte na trgu, ki so svoje odločitve o lokaciji in logistiki zasnovali na predpostavkah, ki so veljale pred uvajanjem sistema plačevanja uporabe cestne infrastrukture po dejanski uporabi. Tovrstni pristop je eden od predlogov, ki jih Evropska komisija trenutno obravnava v okviru priprave tako imenovane direktive o »evrovinjeti«.

5.3. Spremembe v okolju elektronskega pobiranja cestnine v prostem prometnem toku

Elektronsko pobiranje cestnine v prostem prometnem toku je tehnologija, ki omogoča relativno poceni pobiranje cestnine v odvisnosti od dejansko prevožene razdalje po cestni infrastrukturi. Tehnologija je že na voljo in je že v komercialni uporabi (Švica, Avstrija, Nemčija).

Evropska unija je aprila leta 2004 uzakonila dve enakovredni tehnologiji elektronskega pobiranja cestnine v prostem prometnem toku. Prva tehnologija je mikrovalovna DSRC (Designated Short Range Communication) tehnologija, ki deluje na frekvenci 5,8 GHz. Tehnološka rešitev, ki je v uporabi, deluje tako, da se nad vstopne točke na cestno infrastrukturo montirajo portali, na katerih so antene, ki omogočajo komunikacijo z elektronskimi tablicami, ki so vgrajene na vozilih. Posamezna elektronska tablica je nosilec podatka o vrsti vozila, registrski številki, nanjo pa lahko zapišemo tudi mesto vstopa in izstopa s cestne infrastrukture. Druga možna izvedba te tehnologije je, da določeno cesto razdelimo na več pododsekov. Na vsakem pododseku zgradimo portale z antenami, ki beležijo vozila, ki so prevozila posamezen pododsek. Skupna cestnina za določeno prevoženo razdaljo je v tem primeru vsota cestnine za posamezne pododseke, ki jih je uporabnik prevozil. Tovrstna tehnologija je od začetka leta 2004 že v uporabi v Avstriji, kjer jo uporabljajo za cestninjenje tovornih vozil nad 3,5 tone, leta 2007 pa načrtujejo uvedbo plačevanja cestnine glede na dejansko prevoženo razdaljo tudi za ostala vozila.

Druga razpoložljiva tehnologija je elektronsko cestninjenje s sistemom GPS (Global Positioning System). Ta tehnologija deluje v povezavi s sistemom mobilne telefonije GSM. Za delovanje sistema je potrebno v vozilo vgraditi napravo, ki sprejema satelitski signal za navigacijo GPS in na podlagi tega sproti določa lego vozila. Lego vozila nato primerja s karto digitalnih osi cest in na podlagi tega ugotavlja, ali se vozilo nahaja na cestninski cesti in kolikšna je prevožena razdalja po cestninski cesti. Naprava zabeleži vstop na cestninsko cesto in izstop s cestninske ceste, na koncu pa na podlagi podatkov o vozilu, ki so v napravi (največja dovoljena masa, emisijski razred ...), določi cestnino in ta podatek prek kratkega sporočila SMS posreduje v obračunski center. Ta sistem razvija Nemčija, ki ga je za vozila nad 12 ton največje dovoljene mase uvedla 1. 1. 2005. Sistem že deluje in izvajalci so z rezultati zadovoljni, saj zagotavlja najmanj 99,4 % natančnost.

Uvedba enega od elektronskih sistemov pobiranja cestnine v prostem prometnem toku je predpogoj za ekonomično uvedbo sistema zaračunavanja uporabe cestne infrastrukture po dejansko prevoženi razdalji in glede na mejne družbene stroške. Pri tem pa je potrebno poudariti, da sistem mikrovalovne komunikacije DSRC omogoča ekonomično pobiranje cestnine samo na avtocestni mreži, medtem ko sistem GPS/GSM, ki za svoje delovanje direktno ne potrebuje nobene obcestne infrastrukture, potencialno omogoča ekonomično pobiranje cestnine na celotni cestni mreži. Z vidika transportne ekonomije je to zelo pomembno, saj je ravno pobiranje cestnine na celotni cestni mreži, ki temelji na dejanski uporabi, sistem, ki vodi do najvišje družbene blaginje. Na dolgi rok mora biti torej cilj prometne politike uvedba plačevanja uporabe po dejanski uporabi za celotno cestno mrežo.

V praksi bi tovrstni sistem plačevanja deloval tako, da bi upravljalci cest napovedali pričakovane stroške uporabe določenega cestnega odseka. Na podlagi tega bi se uporabniki odločili za uporabo in za čas uporabe. Končni obračun bi se izvedel naknadno (ex-post), ko bi postalo jasno, kolikšna je bila zasedenost posamezne ceste v določenem časovnem intervalu. Na podlagi prejetih računov bi uporabniki korigirali svoje odločitve v prihodnje. To je sistem, ki sicer ne vodi direktno v ravnotežje, vendar pa ima skozi sistem »učenja« na minulih rezultatih v sebi vgrajen sistem približevanja k ravnovesnemu stanju z določenim časovnim odlogom. Kako velik je ta časovni odlog, je odvisno od tega, kako dolgi so cikli obračunavanja stroškov uporabe cestne infrastrukture (mesečni, letni), saj večja frekvenca izdajanja računov pomeni hitrejšo prelivanje informacij, ki so na njih, v dejanske odločitve agentov.

Predstavljeni model izračunavanja cestnine je model, ki temelji na odloženem izračunu cestnine (ex-post), saj smo na podlagi podatkov o dejanski obremenjenosti avtoceste, izračunali, kolikšna bi morala biti cestnina, da bi bila družbeno optimalna. S tem sicer kršimo načelo informiranosti agentov, vendar pa je mogoče te izračune uporabiti tudi za vnaprejšnje določanje cestnine (ex-ante), čemur potem agenti prilagodijo svoje obnašanje.

6. SKLEP

Na podlagi preučevanja literature s področja prometne politike in transportne ekonomije lahko zaključimo, da je usmeritev prometne politike Evropske unije na področju zaračunavanja stroškov cestne infrastrukture opredeljena na načelu, da morajo uporabniki poravnati vse stroške, ki nastanejo pri uporabi cestne infrastrukture, tako neposredne, kot posredne.

V nadaljevanju smo ugotovili, da obstajata dva ključna načina izračunavanja stroškov cestne infrastrukture. Prvi temelji na načelu povrnitve stroškov, kar pomeni, da pri določanju stroškov, ki jih morajo povrniti uporabniki, upoštevamo zgolj neposredne stroške cestne infrastrukture. Drugi, veliko širši pristop pa temelji na teoriji mejnih družbenih stroškov, ki poleg stroškov same infrastrukture, upošteva tudi stroške, ki

nastanejo posredno: prometne nesreče, okoljske škode, škode zaradi prometnih zastojev in tako naprej.

V raziskavi smo pokazali, da neuporaba neposrednega plačevanja za uporabo cestne infrastrukture povzroča, da se vse bolj oddaljamo od družbenega optimuma. To so razmere, v katerih prihaja do notranjih subvencij med različnimi tipi uporabnikov cestne infrastrukture, do neravnovesij pa prihaja tudi v celotnem narodnem gospodarstvu. Pri zaračunavanju stroškov uporabe cestne infrastrukture, ne glede na to, za kakšen pristop ali model se odločimo, je torej ključen pomen cestnine, saj je to trenutno edini način, s katerim je mogoče stroške uporabe cestne infrastrukture zaračunati neposrednim uporabnikom. Vsi drugi trenutno znani načini ne vodijo do optimalnega stanja, saj so posredni in na njih vplivajo različni dejavniki, ki s samo uporabo cestne infrastrukture niso popolnoma povezani.

Obstajata statični in dinamični sistem izračunavanja cestnine. Prvi po vsebini pomeni, da je cestnina vedno enaka, ne glede na prometne obremenitve in druge parametre. Je torej neke vrste plačilo uporabnine oziroma cestna dajatev. Dinamični sistem izračunavanja pomeni, da se cestnina v času in prostoru spreminja. Pri tem je mogoče upoštevati različne parametre. V takšen sistem izračunavanja cestnine je mogoče vključiti različne stroške, ki nastajajo pri uporabi cestne infrastrukture.

V raziskavi smo pokazali, da lahko družbeni optimum dosežemo le z uporabo sistema izračunavanja cestnine, ki temelji na mejnih družbenih stroških. Vendar pa se je v nadaljevanju izkazalo, da je uporaba takšnega sistema v praksi skoraj nemogoča. Zato smo iskali druge najboljše rešitve pod predpostavkami različnih neravnovesij, ki obstajajo v narodnem gospodarstvu. Ne glede na to pa smo jasno opozorili, da je model mejnih družbenih stroškov še naprej osnovni primerjalni model, h kateremu je potrebno težiti z ukrepi, ki jih sprejemamo v praksi. V slovenskih razmerah se je za najpomembnejšo motnjo v narodnem gospodarstvu, ki preprečuje doseganje družbenega optimuma na področju zaračunavanja stroškov cestne infrastrukture, izkazal obstoj necestninskih povezav, ki so vzporedne s cestninsko cestno mrežo. Zaradi tega je potrebno s cestnino na cestninski cestni mreži regulirati prometne tokove na obeh sistemih, kar močno zoži manevrski prostor za določanje višine cestnine.

Na podlagi modelske simulacije za izračun cestnine na relaciji Kranj – Ljubljana, pri čemer model temelji na drugi najboljši rešitvi v razmerah obstoja cestninske in necestninske cestne mreže, smo ugotovili, da bi bilo potrebno v primerjavi z obstoječim statičnim modelom cestnino v času jutranje in popoldanske prometne konice povišati. V času izven obeh prometnih konic pa bi bilo potrebno cestnino znižati. Na ta način bi se bolj približali družbenemu optimumu. Ob tem je potrebno opozoriti še na to, da so podatki o prometnih obremenitvah pridobljeni v okolju statičnega modela izračunavanja cestnine. Zato bi bilo potrebno po uvedbi dinamičnega modela izračunavanja cestnine v praksi izvesti več krogov revizij višine cestnine, pri katerih bi upoštevali spremembe v prometnih obremenitvah, ki bi nastale kot reakcija uporabnikov cestne infrastrukture na spremenjene razmere.

Obravnavani model izračunavanja cestnine je mogoče uporabiti na celotnem TEN omrežju, čeprav ga je potrebno uvajati za vsak odsek posebej. Le ob upoštevanju

kombinacije lokalnih in tranzitnih prometnih tokov je namreč mogoče postaviti model cenovne politike, s katerim se bo mogoče čim bolj približati družbenemu optimumu v celotni Evropski uniji.

Obstoječa tehnologija pobiranja cestnine, ki temelji na odprtem cestninskem sistemu in le delno avtomatiziranem pobiranju cestnine (sistem avtomatskega brezgotovinskega cestninjenja ABC je na voljo zgolj vozilom prvega cestninskega razreda), so možnosti za uvedbo dinamičnega modela izračunavanja cestnine zelo omejene. Uvajanja modelov, ki vodijo do družbenega optimuma je mogoče šele po uvedbi elektronskega cestninjenja v prostem prometnem toku, ki bo omogočal napovedovanje predvidene višine cestnine in potem tudi obračun dejanske cestnine glede na trenutne razmere na cestni mreži. Tehnologija elektronskega pobiranja cestnine v prostem prometnem toku že obstaja in je že v komercialni uporabi, vendar samo za tovorna vozila. Vendar pa je večina evropskih držav že sprejela strateške usmeritve, da bodo cestnino zaračunavale tudi voznikom osebnih vozil.

Z raziskavo smo tako uspeli dokazati, da dinamični model izračunavanja cestnine vodi do družbenega optimuma, njegova aplikacija na dejanske podatke o prometnih tokovih pa pokaže, da trenutni sistem izračunavanja cestnine, ki ga uporabljamo v Sloveniji in drugih članicah Evropske unije, ne vodi do družbenega optimuma. S tem je delovna hipoteza iz uvoda dokazana.

LITERATURA:

1. Abel Andrew, Bernanke Ben: Macroeconomics. Boston : Addison Wesley, 2001, 630 str.
2. Arnott Richard: Congestion Tolling and Urban Spatial Structure. Boston College – Department of Economics. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/00078.pdf>), 6. 10. 2003.
3. Bergkvist Erik, Westin Lars: Regionalvaluation of infrastructure improvements. The case of Swedish road freight. Departmetn of Economics Umea University. (URL: <http://www.econ.umu.se/ues/ues463.pdf><http://www.econ.umu.se/ues/ues463.pdf>), 23. 9. 2001.
4. Bousquet Franck: Road Infrastructure Concession Practice in Europe. French Highway Directorate, World Bank. (URL: http://econ.worldbank.org/files/2400_wps2675.pdf) 31. 3. 2003.
5. Burdon Rebecca, Ehrhardt David: Free Entry in Infrastructure. World Bank. (URL: <http://econ.worldbank.org/docs/670.pdf>), 6. 1. 2001.
6. Burns Phil: Information, Accounting and the Regulation of Concessioned Infrastructure Monopolies. London Economics. (URL: <http://econ.worldbank.org/docs/609.pdf>), 28. 10. 2002.
7. Button Kenneth: Transport Economics. Cheltenham : Edward Elgar Publishing Limited, 1996, 269 str.
8. Button Keneth, Nijkamp Peter: The Realities of Using Benefit Transfers in Transport Decision Making. George Mason University. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/98062.pdf>), 16. 4. 2002.
9. Button Kenneth J., Verhoef Erik T.: Road Pricing, Traffic Congestion and the Environment. Cheltenham : Edward Elgar Publishing Limited, 1999, 316 str.
10. Calthrop Edward: On subsidising auto – commuting. Katholieke Universiteit Leuven. (URL: <http://www.econ.kuleuven.ac.be/ew/academic/energmil/downloads/ete-wp01-13.pdf>) 18. 6. 2003.
11. De Palma Andre, Lindsey Robin: Private toll roads: a dynamic equilibrium analysis. University of Alberta. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/97057.pdf>), 23. 2. 2002.
12. Downs Antony: Stuck in Traffic: Coping With Peak – Hour Traffic Congestion. Cheltenham : Edward Elgar Publishing Limited, 1999, 187 str.
13. Dunn James A.: Driving Forces: The Automobile, its Enemies and the Politics of Mobility. New York : Avebury, 2001, 681 str.
14. Engel Eduardo et. al: Highway Franchizing and Real Estate Values. National Bureau of Economics Research. (URL: <http://www.nber.org/papers/w8803.pdf>) 26. 2. 2003.
15. Engel Eduardo: Least – Present – Value – of Revenue Auctions and Highway Franchizing. Nation Bureau of Economics Research. (URL: <http://www.nber.org/papers/w6689.pdf>) 23. 9. 2003.
16. Estache Antonio et. al: The Long and Winding Path to Private Financing and Regulation of Toll Roads. World Bank. (URL: http://econ.worldbank.org/files/1142_wps2387.pdf) 4. 7. 2003.

17. Green William: *Econometric Analysis*. New Jersey : Prentice Hall, 2003, 1026 str.
18. Gomez – Ibanez Jose A.: *Going Private: The International Experience With Transport Privatization*. Cheltenham : Edward Elgar Publishing Limited, 1997, 352 str.
19. Gomez – Ibanez Jose A. et al: *Essays in Transport Economics and policy*. New York : Avebury, 1996, 218 str.
20. Katz Alexandra et. al.: *Returns to Publicly Owned Transport Infrastructure Investment*. Norway Institute of Economics. (URL: <http://www.ssb.no/publikasjoner/DP/pdf/dp-154.pdf>), 22. 7. 2003.
21. Levinson David M.: *Financing Transport Networks (Transport Economics, Management and Policy)*. Cheltenham : Edward Elgar Publishing Limited, 2002, 232 str.
22. Mayers Inge, Proost Stef: *Reforming Transport Pricing: an Economist's Perspective on Equity, Efficiency and Acceptability*. Katholieke Universiteit Leuven. (URL: <http://www.econ.kuleuven.ac.be/ew/academic/energimil/downloads/ETE-WP-2002-12.PDF>) 7. 10. 2003.
23. Nijkamp Peter et. al.: *A Meta – Approach to Investigate the Variance in Transport Elasticities: A Cross – National European Comparison*. Free university Amsterdam. (URL: <http://monitor.isa/433428576/433008632T031006140917.txt.binXMysM0dapplication/octet-streamXsysM0dftp://zappa.ubvu.vu.nl/19970071.pdf>), 16. 9. 2003.
24. Padjen Juraj: *Prometna politika*. Zagreb : Ekonomski institut Zagreb, 1996, 209 str.
25. Rietveld Piet: *Valuation of Travel Time and Traveller Information in Multimodal Personal Travel under Uncertainty*. Tinbergen Institute. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/03036.pdf>), 18. 4. 2003.
26. Roth Gabriel, Boorstin Daniel: *Roads in market Economy*. New York : Avebury, 1998, 292 str.
27. Rouwendal Jan: *Speed Choice, Car Following Theory and Congestion Tolling*. Tinbergen Institute. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/02102.pdf>), 11. 8. 2003.
28. Santos Georgina: *The environmental benefits from road pricing*. Department of Applied Economics Cambridge. (URL: <http://www.econ.cam.ac.uk/dae/repec/cam/pdf/wp0020.pdf>) 2. 10. 2003.
29. Sarangi Sudipta et. al.: *Transport Cost Sharing*. Luisiana State university. (URL: http://www.bus.lsu.edu/economics/papers/pap02_08.pdf), 18. 6. 2003.
30. Small Kenneth A.: *Road Work: A New Highway Pricing and Investment Policy*. New York : Avebury, 2001, 318 str.
31. Van Dender Kurt: *Pricing transport networks with fixed residential location*. Katholieke Universiteit Leuven. (URL: <http://www.econ.kuleuven.ac.be/ew/academic/energimil/downloads/ete-wp01-02.pdf>), 6. 10. 2003.
32. Verhoef Erik: *The Implementation of Marginal External Cost Pricing in Road Transport*. Free University Amsterdam. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/98091.pdf>), 7. 10. 2003.

33. Verhoef Erik et. al: How Large is the Gap Between Present and Efficient Transport Prices in Europe? Katholieke Universiteit Leuven. (URL: <http://www.econ.kuleuven.ac.be/ew/academic/energimil/downloads/ete-wp01-20.pdf>) 6. 10. 2003.
34. Verhoef Erik: Inside the Queue. Tinbergen Institute. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/02062.pdf>) 18. 9. 2003.
35. Verhoef Erik: Second – Best Congestion Pricing General networks. Tinbergen Institute. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/00084.pdf>) 16. 8. 2003.
36. Verhoef Erik: Second – Best Congestion Pricing in General Static Transportation Networks with Elastic Demand. Tinbergen Institute. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/00078.pdf>) 10. 8. 2003.
37. Verhoef Erik: Time – Varying Tolls in a Dynamic Model of Road Traffic Congestion with Elastic Demand. Free University Amsterdam. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/97028.pdf>) 31. 8. 2002.
38. Wang Shunli: Modelling Externalities between Ecological and Economic Systems. Free university Amsterdam. (URL: <http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/01098.pdf>), 28. 2. 2002.

VIRI:

1. Commission of the European Communities: Green Paper: Towards Fair and Efficient Pricing in Transport. Brussels : Commission of the European Communities, 1995, 52 str.
2. Commission of the European Communities: White paper – European transport policy for 2010: time to decide. Brussels : Commission of the European Communities, 2001, 124 str.
3. Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji, interni podatki.

DODATEK

Podatki za izračun optimalne višine cestnine in rezultati izračuna na podlagi modela (53).

Datum	Ura	Torovo (število vozil)		Jeprca (število vozil)		Višina cestnine v SIT	
		SMER KR - LJ	SMER LJ - KR	SMER KR - LJ	SMER LJ - KR	SMER KR - LJ	SMER LJ - KR
1.4.2003	1:00	20	31	17	26	-1	-2
1.4.2003	2:00	33	22	28	18	-2	-1
1.4.2003	3:00	35	16	29	13	-2	-1
1.4.2003	4:00	36	34	30	29	-2	-2
1.4.2003	5:00	119	94	100	79	0	-1
1.4.2003	6:00	640	282	537	237	195	27
1.4.2003	7:00	939	446	788	375	451	86
1.4.2003	8:00	625	469	524	394	185	96
1.4.2003	9:00	433	417	363	351	79	73
1.4.2003	10:00	462	431	388	362	92	79
1.4.2003	11:00	428	481	359	404	77	102
1.4.2003	12:00	456	510	383	429	90	117
1.4.2003	13:00	489	505	410	425	106	114
1.4.2003	14:00	540	517	453	435	133	121
1.4.2003	15:00	527	824	442	693	126	342
1.4.2003	16:00	475	934	399	785	99	448
1.4.2003	17:00	424	603	356	507	75	171
1.4.2003	18:00	385	407	323	342	60	69
1.4.2003	19:00	297	326	249	274	31	39
1.4.2003	20:00	239	244	201	205	17	18
1.4.2003	21:00	168	184	141	155	5	7
1.4.2003	22:00	136	144	114	121	1	2
1.4.2003	23:00	106	85	89	71	-1	-2
1.4.2003	24:00:00	58	48	49	40	-2	-2
2.4.2003	1:00	44	44	17	26	-3	-3
2.4.2003	2:00	41	26	28	19	-2	-2
2.4.2003	3:00	27	30	29	13	-1	-2
2.4.2003	4:00	43	25	30	29	-2	-1
2.4.2003	5:00	121	71	100	79	0	0
2.4.2003	6:00	647	290	538	238	196	26
2.4.2003	7:00	897	428	790	376	456	87
2.4.2003	8:00	598	483	526	395	188	96
2.4.2003	9:00	517	429	364	351	74	72
2.4.2003	10:00	471	462	389	363	92	77
2.4.2003	11:00	451	468	360	405	76	104
2.4.2003	12:00	488	487	384	430	88	119
2.4.2003	13:00	516	504	411	426	104	115
2.4.2003	14:00	479	561	454	436	138	118
2.4.2003	15:00	578	654	443	694	123	355
2.4.2003	16:00	476	797	400	787	99	460
2.4.2003	17:00	435	607	357	508	75	172
2.4.2003	18:00	425	421	324	343	57	68
2.4.2003	19:00	270	349	250	275	33	38
2.4.2003	20:00	202	231	201	206	19	19
2.4.2003	21:00	142	189	141	155	7	7
2.4.2003	22:00	174	169	114	121	-1	0

2.4.2003	23:00	112	89	89	72	-1	-2
2.4.2003	24:00:00	57	48	49	40	-2	-2
3.4.2003	1:00	34	28	17	26	-2	-1
3.4.2003	2:00	29	21	27	18	-1	-1
3.4.2003	3:00	33	24	29	13	-2	-2
3.4.2003	4:00	32	41	30	28	-2	-2
3.4.2003	5:00	104	56	99	78	1	1
3.4.2003	6:00	661	248	530	234	187	28
3.4.2003	7:00	888	405	777	370	440	85
3.4.2003	8:00	642	441	517	389	177	95
3.4.2003	9:00	469	366	358	346	74	74
3.4.2003	10:00	386	366	382	357	94	81
3.4.2003	11:00	472	445	354	399	71	101
3.4.2003	12:00	467	489	377	423	86	114
3.4.2003	13:00	416	492	405	419	107	111
3.4.2003	14:00	495	541	447	429	131	115
3.4.2003	15:00	494	722	436	683	124	338
3.4.2003	16:00	526	733	393	775	91	448
3.4.2003	17:00	418	622	351	500	73	164
3.4.2003	18:00	356	388	319	338	59	67
3.4.2003	19:00	257	349	246	270	32	36
3.4.2003	20:00	238	272	198	202	16	15
3.4.2003	21:00	205	169	139	153	2	7
3.4.2003	22:00	174	154	113	119	-2	1
3.4.2003	23:00	124	127	88	71	-2	-5
3.4.2003	24:00:00	87	54	48	40	-4	-3
4.4.2003	1:00	58	36	44	29	-3	-2
4.4.2003	2:00	50	44	38	36	-2	-2
4.4.2003	3:00	66	28	50	23	-3	-2
4.4.2003	4:00	52	25	39	20	-2	-1
4.4.2003	5:00	136	71	103	57	-1	-2
4.4.2003	6:00	708	296	536	239	189	27
4.4.2003	7:00	865	470	655	380	296	87
4.4.2003	8:00	628	578	476	467	144	141
4.4.2003	9:00	476	476	360	385	74	89
4.4.2003	10:00	459	486	348	393	68	94
4.4.2003	11:00	503	476	381	385	85	89
4.4.2003	12:00	535	510	405	412	99	105
4.4.2003	13:00	609	641	461	518	134	178
4.4.2003	14:00	612	724	463	585	135	234
4.4.2003	15:00	621	863	470	697	140	344
4.4.2003	16:00	578	874	438	706	119	353
4.4.2003	17:00	550	619	416	500	105	164
4.4.2003	18:00	511	455	387	368	88	80
4.4.2003	19:00	465	404	352	326	70	60
4.4.2003	20:00	344	345	260	279	32	40
4.4.2003	21:00	222	237	168	191	8	14
4.4.2003	22:00	219	160	166	129	7	3
4.4.2003	23:00	193	116	146	94	4	-1
4.4.2003	24:00:00	171	93	129	75	2	-2
5.4.2003	1:00	177	59	124	49	0	-2
5.4.2003	2:00	120	55	84	46	-3	-2
5.4.2003	3:00	102	33	71	27	-3	-2

5.4.2003	4:00	96	41	67	34	-3	-2
5.4.2003	5:00	133	72	93	60	-2	-2
5.4.2003	6:00	227	211	159	176	5	11
5.4.2003	7:00	308	363	215	302	17	50
5.4.2003	8:00	428	609	299	507	44	171
5.4.2003	9:00	444	497	310	414	49	107
5.4.2003	10:00	457	444	319	370	53	82
5.4.2003	11:00	410	467	287	389	39	93
5.4.2003	12:00	470	460	328	383	56	90
5.4.2003	13:00	507	432	354	360	69	77
5.4.2003	14:00	505	373	353	311	68	54
5.4.2003	15:00	506	397	354	331	68	63
5.4.2003	16:00	533	353	372	294	78	47
5.4.2003	17:00	515	336	360	280	71	41
5.4.2003	18:00	534	289	373	241	78	28
5.4.2003	19:00	435	286	304	238	46	27
5.4.2003	20:00	301	247	210	206	15	18
5.4.2003	21:00	235	223	164	186	6	13
5.4.2003	22:00	161	138	113	115	-1	1
5.4.2003	23:00	119	113	83	94	-3	-1
5.4.2003	24:00:00	99	65	69	54	-3	-2
6.4.2003	1:00	73	60	56	45	-3	-3
6.4.2003	2:00	70	56	54	42	-3	-2
6.4.2003	3:00	48	48	37	36	-2	-2
6.4.2003	4:00	42	42	32	32	-2	-2
6.4.2003	5:00	39	57	30	43	-2	-3
6.4.2003	6:00	74	99	57	75	-3	-2
6.4.2003	7:00	139	131	107	99	0	-1
6.4.2003	8:00	179	176	138	133	3	2
6.4.2003	9:00	220	242	169	182	8	11
6.4.2003	10:00	282	328	217	247	19	28
6.4.2003	11:00	327	359	252	271	30	36
6.4.2003	12:00	362	400	279	302	39	47
6.4.2003	13:00	377	392	290	296	43	45
6.4.2003	14:00	423	443	326	334	58	61
6.4.2003	15:00	410	406	315	306	54	49
6.4.2003	16:00	401	450	309	339	51	64
6.4.2003	17:00	439	446	338	336	64	63
6.4.2003	18:00	464	393	357	296	73	45
6.4.2003	19:00	330	317	254	239	30	25
6.4.2003	20:00	255	227	196	171	14	8
6.4.2003	21:00	188	202	145	152	4	5
6.4.2003	22:00	141	113	109	85	0	-2
6.4.2003	23:00	106	110	82	83	-2	-2
6.4.2003	24:00:00	45	50	35	38	-2	-2
7.4.2003	1:00	57	40	51	39	-2	-2
7.4.2003	2:00	21	21	19	20	-1	-1
7.4.2003	3:00	36	29	32	28	-2	-1
7.4.2003	4:00	36	38	32	37	-2	-2
7.4.2003	5:00	111	91	100	88	0	0
7.4.2003	6:00	757	312	681	301	333	53
7.4.2003	7:00	943	394	849	380	533	92
7.4.2003	8:00	593	406	534	391	195	99

7.4.2003	9:00	460	419	414	404	110	106
7.4.2003	10:00	441	406	397	391	100	99
7.4.2003	11:00	433	404	390	389	96	98
7.4.2003	12:00	450	430	405	415	105	113
7.4.2003	13:00	468	484	421	467	115	147
7.4.2003	14:00	460	502	414	484	110	160
7.4.2003	15:00	451	676	406	652	105	306
7.4.2003	16:00	417	700	375	675	88	330
7.4.2003	17:00	418	523	376	504	88	175
7.4.2003	18:00	301	338	271	326	40	64
7.4.2003	19:00	229	305	206	294	19	50
7.4.2003	20:00	138	204	124	197	3	18
7.4.2003	21:00	116	158	104	152	1	8
7.4.2003	22:00	145	127	130	122	4	3
7.4.2003	23:00	118	77	106	74	1	-1
7.4.2003	24:00:00	43	50	39	48	-2	-2
8.4.2003	1:00	26	24	36	34	-1	-1
8.4.2003	2:00	18	20	27	19	-1	-1
8.4.2003	3:00	18	21	26	23	-1	-1
8.4.2003	4:00	34	25	23	25	-2	-1
8.4.2003	5:00	122	65	102	63	0	-1
8.4.2003	6:00	691	278	581	234	232	26
8.4.2003	7:00	878	398	731	338	382	67
8.4.2003	8:00	547	446	515	409	182	108
8.4.2003	9:00	471	391	451	378	136	91
8.4.2003	10:00	407	375	373	370	87	87
8.4.2003	11:00	424	436	374	365	86	80
8.4.2003	12:00	424	496	377	432	88	120
8.4.2003	13:00	443	474	423	459	118	142
8.4.2003	14:00	420	546	432	493	125	164
8.4.2003	15:00	514	717	436	628	122	278
8.4.2003	16:00	474	837	360	706	74	356
8.4.2003	17:00	469	580	384	508	89	174
8.4.2003	18:00	377	406	333	346	65	71
8.4.2003	19:00	294	301	252	309	32	58
8.4.2003	20:00	218	278	197	245	17	30
8.4.2003	21:00	173	182	144	212	5	25
8.4.2003	22:00	161	140	125	121	2	2
8.4.2003	23:00	115	100	102	89	1	-1
8.4.2003	24:00:00	75	54	55	53	-3	-2
9.4.2003	1:00	43	38	23	22	-3	-2
9.4.2003	2:00	32	21	16	18	-2	-1
9.4.2003	3:00	31	26	16	19	-2	-2
9.4.2003	4:00	27	28	30	23	-1	-2
9.4.2003	5:00	122	70	109	60	1	-2
9.4.2003	6:00	692	261	619	256	270	36
9.4.2003	7:00	870	378	786	366	454	85
9.4.2003	8:00	613	457	490	410	157	108
9.4.2003	9:00	537	422	422	360	110	78
9.4.2003	10:00	444	413	365	345	79	70
9.4.2003	11:00	445	408	380	401	89	105
9.4.2003	12:00	449	483	380	456	88	139
9.4.2003	13:00	504	513	397	436	95	122

9.4.2003	14:00	514	551	376	502	81	171
9.4.2003	15:00	519	702	460	659	140	313
9.4.2003	16:00	429	789	425	770	120	438
9.4.2003	17:00	457	568	420	533	115	197
9.4.2003	18:00	396	387	338	373	67	89
9.4.2003	19:00	300	345	263	277	36	39
9.4.2003	20:00	235	274	195	256	15	35
9.4.2003	21:00	172	237	155	167	8	6
9.4.2003	22:00	149	135	144	129	7	4
9.4.2003	23:00	122	99	103	92	0	0
9.4.2003	24:00:00	65	59	67	50	-1	-2
10.4.2003	1:00	40	37	36	34	-2	-2
10.4.2003	2:00	48	22	27	19	-3	-1
10.4.2003	3:00	51	34	26	23	-3	-2
10.4.2003	4:00	45	36	22	25	-3	-2
10.4.2003	5:00	116	68	101	62	0	-2
10.4.2003	6:00	695	259	574	231	226	26
10.4.2003	7:00	914	385	722	334	370	66
10.4.2003	8:00	653	451	509	404	169	104
10.4.2003	9:00	478	406	446	373	132	87
10.4.2003	10:00	448	408	369	365	81	82
10.4.2003	11:00	486	410	369	361	79	79
10.4.2003	12:00	473	490	373	427	82	117
10.4.2003	13:00	497	501	418	454	111	136
10.4.2003	14:00	536	519	427	487	114	161
10.4.2003	15:00	629	728	431	621	110	270
10.4.2003	16:00	470	728	356	698	72	354
10.4.2003	17:00	460	644	379	502	87	165
10.4.2003	18:00	416	445	329	342	60	66
10.4.2003	19:00	385	370	249	305	24	51
10.4.2003	20:00	241	289	195	242	15	28
10.4.2003	21:00	197	185	143	210	3	23
10.4.2003	22:00	213	175	124	119	-2	-1
10.4.2003	23:00	148	116	101	88	-2	-2
10.4.2003	24:00:00	116	64	54	52	-6	-2
11.4.2003	1:00	113	27	67	23	-4	-1
11.4.2003	2:00	92	33	55	28	-4	-2
11.4.2003	3:00	85	29	51	24	-4	-2
11.4.2003	4:00	80	33	48	28	-4	-2
11.4.2003	5:00	155	84	92	70	-4	-2
11.4.2003	6:00	683	263	406	220	89	22
11.4.2003	7:00	930	405	553	338	188	67
11.4.2003	8:00	705	467	419	390	96	94
11.4.2003	9:00	542	413	322	345	48	70
11.4.2003	10:00	556	518	330	433	51	119
11.4.2003	11:00	570	505	339	422	55	113
11.4.2003	12:00	596	553	354	462	62	139
11.4.2003	13:00	727	603	432	504	104	169
11.4.2003	14:00	759	724	451	605	116	254
11.4.2003	15:00	863	807	513	674	158	322
11.4.2003	16:00	799	870	475	727	131	379
11.4.2003	17:00	797	578	474	483	130	153
11.4.2003	18:00	756	452	449	378	114	87

11.4.2003	19:00	604	412	359	344	64	70
11.4.2003	20:00	527	328	313	274	44	39
11.4.2003	21:00	424	294	252	246	23	29
11.4.2003	22:00	388	202	231	169	17	9
11.4.2003	23:00	385	124	229	104	16	0
11.4.2003	24:00:00	266	96	158	80	2	-1
12.4.2003	1:00	285	66	119	47	-8	-3
12.4.2003	2:00	325	53	81	44	-18	-2
12.4.2003	3:00	268	40	68	26	-15	-2
12.4.2003	4:00	220	45	64	33	-12	-2
12.4.2003	5:00	275	85	89	58	-13	-3
12.4.2003	6:00	447	198	152	169	-12	10
12.4.2003	7:00	644	249	207	291	-10	53
12.4.2003	8:00	743	429	287	487	16	168
12.4.2003	9:00	771	445	298	398	19	100
12.4.2003	10:00	727	373	307	355	27	79
12.4.2003	11:00	812	385	275	374	5	89
12.4.2003	12:00	763	466	316	368	29	80
12.4.2003	13:00	745	485	340	346	44	65
12.4.2003	14:00	757	430	339	299	42	44
12.4.2003	15:00	664	407	340	318	49	55
12.4.2003	16:00	524	333	358	283	70	43
12.4.2003	17:00	536	345	346	269	62	36
12.4.2003	18:00	464	349	359	231	74	20
12.4.2003	19:00	404	311	292	229	42	22
12.4.2003	20:00	291	262	202	198	13	14
12.4.2003	21:00	228	181	158	178	5	14
12.4.2003	22:00	287	151	108	110	-11	-1
12.4.2003	23:00	209	125	80	90	-10	-2
12.4.2003	24:00:00	139	96	66	52	-6	-5
13.4.2003	1:00	101	66	65	53	-4	-2
13.4.2003	2:00	109	45	63	49	-4	-1
13.4.2003	3:00	84	44	43	42	-4	-2
13.4.2003	4:00	89	56	38	37	-5	-3
13.4.2003	5:00	98	71	35	50	-6	-3
13.4.2003	6:00	138	133	66	87	-6	-3
13.4.2003	7:00	233	188	124	115	-4	-2
13.4.2003	8:00	310	249	160	154	-1	2
13.4.2003	9:00	383	374	197	212	5	11
13.4.2003	10:00	414	449	252	287	23	37
13.4.2003	11:00	559	522	292	314	31	45
13.4.2003	12:00	551	557	323	350	48	63
13.4.2003	13:00	574	510	337	343	54	62
13.4.2003	14:00	550	521	378	388	80	88
13.4.2003	15:00	587	487	366	355	70	71
13.4.2003	16:00	614	444	358	394	63	98
13.4.2003	17:00	637	441	392	390	83	96
13.4.2003	18:00	769	394	414	344	89	71
13.4.2003	19:00	543	332	295	277	34	41
13.4.2003	20:00	337	317	228	199	19	10
13.4.2003	21:00	245	204	168	177	6	12
13.4.2003	22:00	167	157	126	99	1	-3
13.4.2003	23:00	108	118	95	96	0	-1

13.4.2003	24:00:00	70	78	40	44	-4	-4
14.4.2003	1:00	57	39	41	38	-3	-2
14.4.2003	2:00	34	29	25	28	-2	-1
14.4.2003	3:00	39	27	28	26	-2	-1
14.4.2003	4:00	61	41	44	40	-3	-2
14.4.2003	5:00	165	99	120	96	0	1
14.4.2003	6:00	743	301	540	291	190	49
14.4.2003	7:00	1052	430	765	415	412	113
14.4.2003	8:00	635	478	461	461	132	143
14.4.2003	9:00	593	444	431	429	113	122
14.4.2003	10:00	546	448	397	432	92	124
14.4.2003	11:00	512	487	372	470	79	150
14.4.2003	12:00	505	534	367	515	76	183
14.4.2003	13:00	591	515	430	497	112	169
14.4.2003	14:00	517	560	376	541	81	204
14.4.2003	15:00	538	728	391	703	89	360
14.4.2003	16:00	515	720	374	695	80	351
14.4.2003	17:00	477	510	347	492	66	166
14.4.2003	18:00	407	392	296	378	44	91
14.4.2003	19:00	290	373	211	360	16	82
14.4.2003	20:00	212	268	154	259	5	37
14.4.2003	21:00	177	172	129	166	1	11
14.4.2003	22:00	128	115	93	111	-2	2
14.4.2003	23:00	106	79	77	76	-3	-1
14.4.2003	24:00:00	61	52	44	50	-3	-2
15.4.2003	1:00	53	30	37	27	-3	-2
15.4.2003	2:00	46	15	32	14	-2	-1
15.4.2003	3:00	39	26	27	23	-2	-1
15.4.2003	4:00	50	41	35	37	-3	-2
15.4.2003	5:00	150	83	105	75	-2	-1
15.4.2003	6:00	695	252	484	228	146	25
15.4.2003	7:00	949	464	661	419	297	113
15.4.2003	8:00	646	522	450	471	123	148
15.4.2003	9:00	537	443	374	400	79	102
15.4.2003	10:00	515	473	359	427	71	118
15.4.2003	11:00	570	490	397	442	91	128
15.4.2003	12:00	520	535	362	483	73	156
15.4.2003	13:00	568	530	396	479	90	153
15.4.2003	14:00	560	640	390	578	87	233
15.4.2003	15:00	609	717	424	647	107	298
15.4.2003	16:00	543	834	378	753	81	413
15.4.2003	17:00	537	611	374	552	79	210
15.4.2003	18:00	496	578	346	522	64	186
15.4.2003	19:00	344	340	240	307	23	54
15.4.2003	20:00	273	263	190	237	11	28
15.4.2003	21:00	209	192	146	173	3	11
15.4.2003	22:00	193	130	135	117	1	2
15.4.2003	23:00	116	99	81	89	-3	0
15.4.2003	24:00:00	92	44	64	40	-3	-2
16.4.2003	1:00	96	36	56	32	-4	-2
16.4.2003	2:00	91	20	53	18	-4	-1
16.4.2003	3:00	71	26	41	23	-4	-1
16.4.2003	4:00	105	25	61	22	-4	-1

16.4.2003	5:00	190	73	111	65	-3	-2
16.4.2003	6:00	759	293	443	259	109	35
16.4.2003	7:00	1014	447	591	396	219	99
16.4.2003	8:00	718	576	419	510	95	176
16.4.2003	9:00	602	542	351	480	60	153
16.4.2003	10:00	632	499	369	442	68	127
16.4.2003	11:00	589	502	344	444	56	129
16.4.2003	12:00	622	559	363	495	65	164
16.4.2003	13:00	717	610	418	540	95	199
16.4.2003	14:00	638	648	372	573	70	228
16.4.2003	15:00	731	750	426	664	100	314
16.4.2003	16:00	658	802	384	710	76	363
16.4.2003	17:00	668	664	390	588	79	240
16.4.2003	18:00	583	455	340	403	55	103
16.4.2003	19:00	482	381	281	337	32	68
16.4.2003	20:00	385	335	225	296	15	49
16.4.2003	21:00	332	216	194	191	8	15
16.4.2003	22:00	309	124	180	110	5	1
16.4.2003	23:00	268	132	156	117	1	2
16.4.2003	24:00:00	225	84	131	74	-2	-1
17.4.2003	1:00	196	51	86	45	-8	-2
17.4.2003	2:00	224	37	99	33	-8	-2
17.4.2003	3:00	238	31	105	27	-8	-2
17.4.2003	4:00	238	36	105	32	-8	-2
17.4.2003	5:00	314	69	138	61	-6	-2
17.4.2003	6:00	882	275	389	243	63	30
17.4.2003	7:00	1177	461	519	408	141	106
17.4.2003	8:00	838	536	370	474	54	149
17.4.2003	9:00	730	442	322	391	34	96
17.4.2003	10:00	762	478	336	423	40	115
17.4.2003	11:00	692	504	305	446	28	130
17.4.2003	12:00	683	526	301	465	27	143
17.4.2003	13:00	823	565	363	500	51	168
17.4.2003	14:00	752	627	332	554	38	212
17.4.2003	15:00	822	764	362	676	51	326
17.4.2003	16:00	812	923	358	816	49	490
17.4.2003	17:00	833	663	367	586	53	239
17.4.2003	18:00	800	498	353	440	47	126
17.4.2003	19:00	814	398	359	352	49	75
17.4.2003	20:00	568	316	250	279	12	43
17.4.2003	21:00	458	238	202	210	1	20
17.4.2003	22:00	488	164	215	145	4	6
17.4.2003	23:00	457	109	202	96	1	0
17.4.2003	24:00:00	544	65	240	57	9	-2
18.4.2003	1:00	568	41	230	32	4	-2
18.4.2003	2:00	604	33	244	26	7	-2
18.4.2003	3:00	772	26	312	21	26	-1
18.4.2003	4:00	587	37	237	29	5	-2
18.4.2003	5:00	578	77	234	61	4	-2
18.4.2003	6:00	969	293	392	232	59	24
18.4.2003	7:00	1203	432	486	342	111	67
18.4.2003	8:00	1066	454	431	359	79	75
18.4.2003	9:00	1163	497	470	393	101	93

18.4.2003	10:00	969	491	392	388	59	91
18.4.2003	11:00	906	595	366	471	47	142
18.4.2003	12:00	916	739	370	585	49	232
18.4.2003	13:00	956	721	386	570	56	220
18.4.2003	14:00	794	778	321	615	29	260
18.4.2003	15:00	831	929	336	735	35	384
18.4.2003	16:00	937	890	379	704	53	350
18.4.2003	17:00	705	626	285	495	18	160
18.4.2003	18:00	630	511	255	404	9	100
18.4.2003	19:00	482	432	195	342	-3	67
18.4.2003	20:00	376	296	152	234	-7	25
18.4.2003	21:00	303	268	122	212	-9	18
18.4.2003	22:00	255	156	103	123	-9	2
18.4.2003	23:00	198	124	80	98	-9	-1
18.4.2003	24:00:00	132	98	53	78	-7	-2
19.4.2003	1:00	126	62	88	46	-3	-3
19.4.2003	2:00	119	49	83	36	-3	-2
19.4.2003	3:00	95	51	66	38	-3	-2
19.4.2003	4:00	87	55	61	41	-3	-3
19.4.2003	5:00	169	73	118	54	0	-3
19.4.2003	6:00	242	154	168	114	6	0
19.4.2003	7:00	269	224	187	166	10	7
19.4.2003	8:00	421	282	293	208	42	16
19.4.2003	9:00	453	331	315	245	51	26
19.4.2003	10:00	522	487	363	360	73	73
19.4.2003	11:00	477	514	332	380	58	84
19.4.2003	12:00	433	554	301	410	45	100
19.4.2003	13:00	410	501	285	370	39	79
19.4.2003	14:00	381	446	265	330	31	59
19.4.2003	15:00	398	460	277	340	36	64
19.4.2003	16:00	373	365	260	270	30	35
19.4.2003	17:00	371	333	258	246	29	27
19.4.2003	18:00	375	326	261	241	30	25
19.4.2003	19:00	254	283	177	209	8	16
19.4.2003	20:00	228	236	159	174	5	9
19.4.2003	21:00	191	186	133	138	1	3
19.4.2003	22:00	122	144	85	106	-3	-1
19.4.2003	23:00	124	132	86	98	-3	-1
19.4.2003	24:00:00	74	70	51	52	-3	-3
20.4.2003	1:00	70	63	54	40	-3	-3
20.4.2003	2:00	51	51	39	33	-2	-3
20.4.2003	3:00	47	49	36	31	-2	-3
20.4.2003	4:00	49	40	38	26	-2	-2
20.4.2003	5:00	61	43	47	27	-2	-2
20.4.2003	6:00	60	84	46	54	-2	-4
20.4.2003	7:00	126	126	97	80	-1	-4
20.4.2003	8:00	192	193	149	123	5	-1
20.4.2003	9:00	281	381	217	243	19	22
20.4.2003	10:00	312	512	241	326	26	52
20.4.2003	11:00	321	624	248	398	29	88
20.4.2003	12:00	281	621	217	396	19	86
20.4.2003	13:00	331	609	256	388	31	82
20.4.2003	14:00	303	517	234	330	24	54

20.4.2003	15:00	350	524	271	334	36	56
20.4.2003	16:00	371	553	287	353	42	64
20.4.2003	17:00	426	497	330	317	60	48
20.4.2003	18:00	491	466	380	297	85	40
20.4.2003	19:00	388	400	300	255	48	26
20.4.2003	20:00	268	397	207	253	17	25
20.4.2003	21:00	173	333	134	212	3	14
20.4.2003	22:00	97	247	75	157	-2	3
20.4.2003	23:00	79	195	61	124	-3	-1
20.4.2003	24:00:00	47	150	36	96	-2	-3
21.4.2003	1:00	39	140	36	38	-2	-9
21.4.2003	2:00	35	115	33	31	-2	-7
21.4.2003	3:00	29	90	27	24	-1	-6
21.4.2003	4:00	26	78	24	21	-1	-5
21.4.2003	5:00	42	114	39	31	-2	-7
21.4.2003	6:00	71	200	66	54	-1	-12
21.4.2003	7:00	134	323	125	88	3	-17
21.4.2003	8:00	168	436	157	119	8	-19
21.4.2003	9:00	268	599	250	163	33	-20
21.4.2003	10:00	373	865	347	235	74	-15
21.4.2003	11:00	377	965	351	262	76	-11
21.4.2003	12:00	346	1007	322	274	62	-9
21.4.2003	13:00	393	1089	366	296	84	-4
21.4.2003	14:00	463	982	431	267	122	-10
21.4.2003	15:00	477	917	444	249	131	-13
21.4.2003	16:00	526	970	490	264	163	-11
21.4.2003	17:00	610	789	568	215	226	-18
21.4.2003	18:00	615	861	573	234	230	-16
21.4.2003	19:00	445	672	415	183	112	-20
21.4.2003	20:00	307	473	286	129	46	-20
21.4.2003	21:00	197	399	184	108	14	-19
21.4.2003	22:00	130	279	121	76	3	-15
21.4.2003	23:00	63	183	59	50	-2	-11
21.4.2003	24:00:00	47	159	44	43	-2	-10
22.4.2003	1:00	37	111	31	75	-2	-3
22.4.2003	2:00	40	97	34	66	-2	-3
22.4.2003	3:00	21	62	18	42	-1	-3
22.4.2003	4:00	45	74	38	50	-2	-3
22.4.2003	5:00	158	140	134	95	4	-2
22.4.2003	6:00	782	364	662	247	310	25
22.4.2003	7:00	1008	479	853	325	535	54
22.4.2003	8:00	633	580	536	394	194	88
22.4.2003	9:00	542	513	459	348	137	65
22.4.2003	10:00	484	620	410	421	105	103
22.4.2003	11:00	498	666	421	452	113	123
22.4.2003	12:00	482	798	408	542	104	188
22.4.2003	13:00	503	715	426	485	115	145
22.4.2003	14:00	533	799	451	542	132	188
22.4.2003	15:00	583	893	493	606	161	243
22.4.2003	16:00	517	1059	438	719	123	355
22.4.2003	17:00	448	921	379	625	88	260
22.4.2003	18:00	462	562	391	381	95	81
22.4.2003	19:00	369	441	312	299	55	43

22.4.2003	20:00	220	335	186	227	13	19
22.4.2003	21:00	166	231	140	157	5	4
22.4.2003	22:00	129	172	109	117	1	-1
22.4.2003	23:00	88	240	74	163	-2	5
22.4.2003	24:00:00	54	106	46	72	-2	-3
23.4.2003	1:00	47	51	37	41	-2	-2
23.4.2003	2:00	31	27	25	22	-2	-2
23.4.2003	3:00	49	31	39	25	-2	-2
23.4.2003	4:00	36	31	29	25	-2	-2
23.4.2003	5:00	144	99	115	79	1	-2
23.4.2003	6:00	826	313	657	250	301	30
23.4.2003	7:00	983	475	782	379	439	86
23.4.2003	8:00	730	517	581	413	229	105
23.4.2003	9:00	577	540	459	431	134	116
23.4.2003	10:00	520	550	414	439	106	121
23.4.2003	11:00	533	549	424	438	112	121
23.4.2003	12:00	540	647	429	516	115	176
23.4.2003	13:00	578	617	460	492	135	158
23.4.2003	14:00	562	714	447	570	127	220
23.4.2003	15:00	608	766	483	611	152	257
23.4.2003	16:00	527	889	419	709	109	356
23.4.2003	17:00	455	812	362	648	77	292
23.4.2003	18:00	441	480	351	383	71	88
23.4.2003	19:00	348	380	277	303	39	50
23.4.2003	20:00	262	274	208	219	18	20
23.4.2003	21:00	194	211	154	168	6	9
23.4.2003	22:00	145	138	115	110	1	0
23.4.2003	23:00	106	89	84	71	-2	-2
23.4.2003	24:00:00	65	75	52	60	-2	-2
24.4.2003	1:00	46	43	36	33	-2	-2
24.4.2003	2:00	35	27	27	21	-2	-2
24.4.2003	3:00	36	27	28	21	-2	-2
24.4.2003	4:00	51	31	40	24	-2	-2
24.4.2003	5:00	137	82	106	63	0	-3
24.4.2003	6:00	780	306	606	235	251	24
24.4.2003	7:00	987	509	767	391	420	91
24.4.2003	8:00	728	510	566	392	215	92
24.4.2003	9:00	533	498	414	382	105	87
24.4.2003	10:00	563	544	437	418	120	107
24.4.2003	11:00	546	548	424	421	111	109
24.4.2003	12:00	506	707	393	543	93	195
24.4.2003	13:00	555	608	431	467	116	139
24.4.2003	14:00	590	656	458	504	133	165
24.4.2003	15:00	598	871	465	669	137	311
24.4.2003	16:00	566	996	440	765	121	417
24.4.2003	17:00	536	801	417	615	106	258
24.4.2003	18:00	503	539	391	414	92	105
24.4.2003	19:00	360	437	280	336	40	63
24.4.2003	20:00	300	334	233	257	24	31
24.4.2003	21:00	237	223	184	171	11	9
24.4.2003	22:00	187	188	145	144	4	4
24.4.2003	23:00	122	135	95	104	-1	-1
24.4.2003	24:00:00	89	84	69	65	-2	-3

25.4.2003	1:00	75	65	49	40	-3	-3
25.4.2003	2:00	56	42	37	26	-3	-2
25.4.2003	3:00	54	38	35	24	-3	-2
25.4.2003	4:00	82	55	54	34	-3	-3
25.4.2003	5:00	175	120	115	74	-1	-4
25.4.2003	6:00	764	340	502	210	155	13
25.4.2003	7:00	935	530	614	328	248	52
25.4.2003	8:00	644	579	423	358	103	66
25.4.2003	9:00	573	589	376	365	77	69
25.4.2003	10:00	563	639	370	395	74	85
25.4.2003	11:00	612	755	402	467	91	128
25.4.2003	12:00	592	819	389	507	84	156
25.4.2003	13:00	685	822	450	509	120	157
25.4.2003	14:00	728	861	478	533	139	175
25.4.2003	15:00	721	965	473	597	135	229
25.4.2003	16:00	650	1165	427	721	106	350
25.4.2003	17:00	674	848	443	525	115	169
25.4.2003	18:00	573	708	376	438	77	110
25.4.2003	19:00	568	546	373	338	76	56
25.4.2003	20:00	375	455	246	282	24	34
25.4.2003	21:00	352	295	231	183	19	7
25.4.2003	22:00	265	239	174	148	6	1
25.4.2003	23:00	244	196	160	121	4	-2
25.4.2003	24:00:00	159	125	104	77	-2	-4
26.4.2003	1:00	132	101	75	55	-5	-5
26.4.2003	2:00	152	90	87	49	-5	-4
26.4.2003	3:00	132	90	75	49	-5	-4
26.4.2003	4:00	184	86	105	47	-4	-4
26.4.2003	5:00	208	159	118	87	-3	-5
26.4.2003	6:00	331	374	188	205	6	8
26.4.2003	7:00	449	484	256	265	23	24
26.4.2003	8:00	559	624	318	342	45	53
26.4.2003	9:00	588	668	335	366	52	64
26.4.2003	10:00	563	838	320	459	46	116
26.4.2003	11:00	562	896	320	490	45	137
26.4.2003	12:00	495	923	282	505	31	147
26.4.2003	13:00	393	806	224	441	14	105
26.4.2003	14:00	562	758	320	415	45	90
26.4.2003	15:00	509	610	290	334	34	50
26.4.2003	16:00	451	591	257	323	23	45
26.4.2003	17:00	515	563	293	308	35	39
26.4.2003	18:00	584	576	332	315	51	42
26.4.2003	19:00	445	499	253	273	22	27
26.4.2003	20:00	339	447	193	245	7	18
26.4.2003	21:00	239	314	136	172	-2	2
26.4.2003	22:00	134	261	76	143	-5	-2
26.4.2003	23:00	154	232	88	127	-5	-3
26.4.2003	24:00:00	95	165	54	90	-4	-5
27.4.2003	1:00	76	114	48	64	-3	-5
27.4.2003	2:00	54	87	34	49	-3	-4
27.4.2003	3:00	73	73	46	41	-3	-4
27.4.2003	4:00	63	64	40	36	-3	-3
27.4.2003	5:00	71	113	45	63	-3	-5

27.4.2003	6:00	132	176	84	99	-4	-4
27.4.2003	7:00	154	220	98	123	-3	-3
27.4.2003	8:00	223	333	141	187	1	5
27.4.2003	9:00	287	432	182	242	7	18
27.4.2003	10:00	356	503	226	282	17	30
27.4.2003	11:00	368	525	233	294	19	35
27.4.2003	12:00	378	756	240	424	21	96
27.4.2003	13:00	356	697	226	390	17	78
27.4.2003	14:00	329	582	209	326	13	47
27.4.2003	15:00	341	614	216	344	15	55
27.4.2003	16:00	356	548	226	307	17	40
27.4.2003	17:00	410	483	260	271	27	27
27.4.2003	18:00	484	431	307	241	44	18
27.4.2003	19:00	419	337	266	189	29	6
27.4.2003	20:00	267	251	169	141	5	-1
27.4.2003	21:00	219	236	139	132	1	-2
27.4.2003	22:00	147	153	93	86	-3	-5
27.4.2003	23:00	83	101	53	57	-4	-5
27.4.2003	24:00:00	61	70	39	39	-3	-4
28.4.2003	1:00	42	38	33	30	-2	-2
28.4.2003	2:00	26	31	21	25	-1	-2
28.4.2003	3:00	31	31	25	25	-2	-2
28.4.2003	4:00	54	61	43	49	-2	-2
28.4.2003	5:00	132	108	105	86	0	-2
28.4.2003	6:00	542	300	431	239	116	26
28.4.2003	7:00	637	398	507	317	169	56
28.4.2003	8:00	515	418	410	333	103	63
28.4.2003	9:00	536	476	426	379	113	86
28.4.2003	10:00	534	548	425	437	112	120
28.4.2003	11:00	467	556	371	443	82	124
28.4.2003	12:00	478	527	380	420	86	110
28.4.2003	13:00	514	525	409	418	103	109
28.4.2003	14:00	465	566	370	451	81	129
28.4.2003	15:00	475	628	378	500	85	164
28.4.2003	16:00	460	622	366	496	79	161
28.4.2003	17:00	420	514	334	410	63	103
28.4.2003	18:00	368	386	293	308	45	51
28.4.2003	19:00	336	310	267	247	36	29
28.4.2003	20:00	240	261	191	208	13	17
28.4.2003	21:00	164	186	130	148	3	5
28.4.2003	22:00	145	115	115	92	1	-1
28.4.2003	23:00	107	64	85	51	-2	-2
28.4.2003	24:00:00	51	54	41	43	-2	-2
29.4.2003	1:00	57	42	43	34	-3	-2
29.4.2003	2:00	39	25	30	20	-2	-1
29.4.2003	3:00	41	17	31	14	-2	-1
29.4.2003	4:00	56	41	42	33	-2	-2
29.4.2003	5:00	127	100	96	81	-1	-2
29.4.2003	6:00	502	271	380	221	85	21
29.4.2003	7:00	598	414	453	337	128	65
29.4.2003	8:00	495	453	375	369	82	81
29.4.2003	9:00	478	452	362	368	75	81
29.4.2003	10:00	477	470	361	383	75	89

29.4.2003	11:00	490	494	371	402	80	100
29.4.2003	12:00	460	477	348	388	68	92
29.4.2003	13:00	497	449	376	366	83	80
29.4.2003	14:00	475	620	360	505	74	168
29.4.2003	15:00	512	675	388	550	89	204
29.4.2003	16:00	439	588	332	479	61	149
29.4.2003	17:00	473	481	358	392	73	94
29.4.2003	18:00	471	362	357	295	73	47
29.4.2003	19:00	366	319	277	260	38	34
29.4.2003	20:00	290	238	220	194	20	14
29.4.2003	21:00	237	200	180	163	10	8
29.4.2003	22:00	162	107	123	87	1	-1
29.4.2003	23:00	153	104	116	85	0	-1
29.4.2003	24:00:00	120	55	91	45	-2	-2
30.4.2003	1:00	89	25	58	17	-4	-2
30.4.2003	2:00	58	20	37	14	-3	-1
30.4.2003	3:00	69	30	45	21	-3	-2
30.4.2003	4:00	81	40	52	28	-3	-2
30.4.2003	5:00	150	75	97	52	-3	-3
30.4.2003	6:00	464	255	300	177	42	8
30.4.2003	7:00	543	318	351	221	64	18
30.4.2003	8:00	548	357	354	248	66	26
30.4.2003	9:00	513	468	332	325	55	55
30.4.2003	10:00	560	470	362	326	69	55
30.4.2003	11:00	548	497	354	345	66	64
30.4.2003	12:00	541	528	350	367	63	75
30.4.2003	13:00	563	580	364	403	70	94
30.4.2003	14:00	631	567	408	394	94	89
30.4.2003	15:00	641	622	414	432	98	111
30.4.2003	16:00	730	586	472	407	134	96
30.4.2003	17:00	723	532	467	369	131	76
30.4.2003	18:00	706	425	456	295	123	42
30.4.2003	19:00	715	377	462	262	127	30
30.4.2003	20:00	532	309	344	215	61	16
30.4.2003	21:00	393	197	254	137	26	2
30.4.2003	22:00	415	143	268	99	30	-2
30.4.2003	23:00	435	95	281	66	35	-3
30.4.2003	24:00:00	381	72	246	50	23	-3
Maksimum		1203	1165	853	816	535	490
Minimum		18	15	16	13	-18	-20
Variacijski razmik		1185	1150	837	803	553	510
Vsota vrednosti		271687	250232	187368	191005	38740	46389
Aritmetična sredina		377,343	347,544	260,233	265,285	53,806	64,430
Varianca		62245,208	61214,643	29066,677	36624,926	5774,463	8070,087
Standardni odklon		249,490	247,416	170,490	191,376	75,990	89,834
Koeficient variacije		0,661	0,712	0,655	0,721	1,412	1,394
Pobrana cestnina		59.771.140,00 SIT	55.051.040,00 SIT			24.509.277,00 SIT	28.633.207,00 SIT

Vir: Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji d.d., Direkcija Republike Slovenije za ceste, lastni izračun.