

Dr. JOLANDA BABIČ
ŽG Prometni inštitut
Ljubljana, Moše Pijadejeva 39

Prometno planiranje
Pregled
UDK: 65.012.2
Priljubljeno: 23.03.1990.
Prihvačeno: 04.06.1990.

MODELIRANJE TRANSPORTNEGA SISTEMA KOT PRIPOMOČEK PROMETNEGA PLANIRANJA

SAŽETAK

Tematika članka je podijeljena u dva dijela. U prvom dijelu su opisani uobičajeni modelski instrumenti za pomoć u planiranju prometnog sustava, postojeći i novi ciljevi planiranja. U drugom dijelu prikazana je modelska struktura kao instrument za doseganje tih ciljeva.

Postojeći modeli za planiranje su statični modeli, često zasnovani u obliku optimizacijskih zadataka koji sadrže određene pretpostavke o ponašanju korisnika ili vremenski određenom stanju privrede. Kako pokrivaju velika područja, manje se, uobičajeno prostorno ograničene, promjene u potražnji ne poznaju u modelima. Za njihovo razmatranje potrebna je izgradnja novih modela koji zbog drugačijeg sadržaja nisu povezani s globalnim modelom. Obično ne sadrže parametre s pomoću kojih bi se utvrdili odzivi sustava na razne promjene a niti parametre koji bi opisivali te promjene.

Zbog takvih nedostataka i promijenjenih zahtjeva, koje društvo odnosno potražnja prometnih usluga postavljaju prometnom sustavu, potrebna je drugačija osnova planiranja i modeliranja kao pomagalo planiranju sustava. To zahtijeva novo određivanje ciljeva planiranja. U članku su, s obzirom na ciljeve, opisana dva načina planiranja: a) utvrđeni način koji usmjeruje planiranje u zadovoljavanje buduće potražnje ocijenjene na osnovi predviđenog privrednog razvoja, i b) usporedno planiranje ponude i potražnje. Ponuda ima, osim zadatka da zadovolji potražnju, još jedan značajan zadatak - generira (i usmjeruje) novu potražnju koja nastaje zbog povoljne ponude.

I. MODELIRANJE V POMOĆ PLANIRANJU ZA ZADOVOLJITEV POVPRŠEVANJA PO PROMETNIH STORITVAH IN NOVI CILJI PLANIRANJA

UVOD

Predmet obravnave je modeliranje transportnega sistema za pomoć v makro planiranju prometnega sistema, natančneje za tisti del, ki se ukvarja:

- s preučevanjem lokacije in velikosti potreb po prevoznih storitvah - generacija, atrakcija in distribucija potovanj (določevanje števila potnikov in količine blaga na potovanju od nejege izvora do ponora, povezovanje povpraševanja

po prevoznih storitvah z družbeno-ekonomskimi kazalci),

- z ugotavljanjem vrst in kvalitete ponudbe transportnih storitev v odvisnosti od povpraševanja in stanja v prometnem omrežju - modal-split, asignacija,
- z ekonomskim vrednotenjem (v zadnjem času je vedno bolj pomembno tudi ekološko in sociološko vrednotenje) potreb in ponudbe.

Z vidika dolgoročnega razvoja prometa na območju republike ali države je v modeliranju za dolgoročno planiranje potrebno:

- vse zgoraj omenjene elemente povezati v enoten sistem
- obravnavati skupaj vse vrste prometnih omrežij in načinov prevoza za potniški in blagovni promet
- upoštevati pri tem, da spremembe v družbeno-ekonomskem razvoju vplivajo na povpraševanje in ponudbo storitev,
- upoštevati, da tudi spremembe v ponudbi prometnih storitev povzročajo spremembe v družbeno-ekonomskem razvoju in s tem v povpraševanju.

Povezanost vseh vidikov prometnih problemov je zelo pomembna, saj omejitve na delne probleme pomeni izpustitev medsebojnih in zunanjih vplivov, ki lahko značilno vplivajo na modelirano stanje. Pomanjkanje kompleksnega preučevanja vseh vidikov prometnih problemov, ki je značilno tudi za jugoslavenski prostor, opisuje J. Pađen [1].

Modeliranje sistema je v bistvu razlaga delovanja sistema, vendar pa je pričakovanje, da je možno do podrobnosti določiti vse povezave in vplive in predvideti vse okoliščine razvoja (s čimer je model določen), utopija. Zato je potrebno modele in njihove rezultate pravilno umestiti v proces planiranja. S tem prispevom poskušamo narediti korak v tej smeri. Praktične izkušnje bi seveda veliko promenile, na žalost pa je, vsaj v Sloveniji, podpora modeliranju za namen makro-planiranja (po zaključenem projektu Transportni sistem Slovenije leta 1983) zamrla.

Besedilo je razdeljeno v dva dela. Pričujoči del je sestavljen iz treh poglavij. V naslednjem poglavju opisujemo osnovne karakteristike modeliranja in rezultate pregleda ustreznosti modelov, ki so jih naredili v nekaterih državah v večdesetletno tradicijo na tem področju. Tretje poglavje opisuje funkcijo modeliranja v prometnem planiranju. Spremenjenim potrebam v družbi se mora prilagajati tudi

prometni sistem in s tem prometno planiranje. Zato so v tem poglavju opredeljeni tudi novi cilji planiranja. Drugi del z naslovom "Modeliranje v pomoč vzporednemu planiranju ponudbe in povpraševanja" vsebuje opis modelske strukture, opredeljene z novimi cilji planiranja.

2. MODELIRANJE OBSTOJEČIH STANJ TRANSPORTNEGA SISTEMA

Modeliranje sistema pomeni izbiro parametrov, s katerimi se opiše sistem, njihovo količinsko ovrednotenje in zapis odvisnosti med njimi. Že izbira parametrov (vseh parametrov, ki vplivajo na sistem, se ne more vključiti v model zaradi prevelikega števila ali pa preprosto zato, ker se jih ne pozna) pomeni odmik od realnosti, prav tako tudi zapis odvisnosti med njimi. Podatki sami teoretično ne predstavljajo omejitve, v praksi pa je njihovo zbiranje povezano s velikimi stroški in napakami, ki lahko bistveno vplivajo na rezultate modelov.

V prometnem sistemu (in v vseh sistemih, ki ne opisujejo zgolj vzročno-posledične pojave) v katerem je dogajanje pogosto odvisno od nepredvidljivih odločitev ljudi in dogodkov v družbi, je modeliranje še toliko bolj potreben, a hkrati, če ni pravilno uporabljeno, tudi nezanesljiv pripomoček planiranja.

Praviloma bi morali model, v katerem so zapisane zveze med podatki iz izbranega časovnega obdobja, preveriti na neodvisni množici podatkov kakega drugega obdobja. Uspešen rezultat preverjanja šele da osnovo za sklep, da se lahko model uporabi za napoved dogajanja v prihodnosti in s tem za prometno planiranje, če se ne pričakuje bistvenih sprememb v parametrih in v odvisnostih v modelu. Pogosto pa preverjanja na neodvisnih podatkih ni mogoče narediti (zaradi velikih stroškov zbiranja podatkov, ali zaradi tega, ker so se okoliščine spremenile). Kljub temu se v praksi taki modeli uporabljajo, saj so pogosto edini pripomoček za predvidevanje stanj v spremenjenih okoliščinah.

2.1. Značilnosti najpogosteje uporabljenih modelov prometnega planiranja

Agregatni modeli, ki v stopnji ocenjevanja parametrov izhajajo iz podatkov, zbranih po območnih enotah, v uporabi temeljijo na homogenosti prostora (npr. pri enakih vrednostih kazalcev na različnih območjih se le-ta "obnašajo" enako). Z večanjem števila območij je homogenost prostora vedno bolj vprašljiva in s tem tudi ustreznost modelov. Ti modeli se zaradi dobro znanih matematičnih prijemov in dostopnosti do podatkov, ki se v rednih statističnih obdelavah zbirajo v agregirani obliki, precej uporabljajo, predvsem za modeliranje generacije, distribucije in modal-splita (povpraševanja). Povpraševanje je določeno s funkcijo povpraševanja, v kateri spremenljivke predstavljajo prometne, demografske in socialno-ekonomske kazalce. V kalibraciji modela se preizkuša šte-

vilne oblike funkcij in se nato izbere tisto obliko, ki daje "najboljše" rezultate. Vendar izbrana oblika (uskaljena s podatki, zbranimi po območjih v istem časovnem prerezu) ne upravičuje naslednjega sklepa (ki bi bil za nadaljnjo uporabo potreben): če se kazalci ali del njih na nekem območju spremenijo, se povpraševanje spremeni v skladu s funkcijo povpraševanja.

Ker agregatni modeli predpostavljajo obstoj zakonitosti, dobljene na podlagi enakega obnašanja določenih skupin pri enakih parametrih, so se vzporedno razvili modeli (dezagregatni), ki so izpeljani na podlagi odločitev posameznika. To so modeli, izhajajoči iz teorije koristnosti. Ker zahtevajo dezagregatne podatke (zbrane na ustreznem vzorcu populacije), so s te plati bolj zahtevni kot agregatni modeli, zaradi tega so tudi občutljivi na prenos izven območja, ki ga zajema raziskava [2]. Zaradi večje specifičnosti in upoštevanja različnih odločitev ljudi pri enakih vrednostih kazalcev so za opis stanja ustrenejši in se v transportnih študijah v zadnjih letih precej uporabljajo, v modeliranju povpraševanja (predvsem za modal-split), v manjši meri tudi za asignacijo.

Tudi za dezagregatne modele velja podoben zaključek kot za agregatne. Obstoječi vzorci povpraševanja so dobljeni na podlagi dostopnih informacij, vendar je z modeli težko napovedati nove vzorce oziroma novo načinsko delitev, ki jo povzročijo značilne spremembe v prometnem sistemu. Odločitev o spremembi načina prevoza, na primer, je manj odvisna od prisojenih stroškov in trajanja prevoza kot kažejo modeli izbire načina prevoza (modal-split). Ljudje smo pri odločitvah za spremembo manj elastični kot bi pričakovali. Med razlogi za uporabo določenega načina prevoza v mestnem prometu v Kanadi so prisojeni stroški zastopani z okoli 10 odstotnim deležem (izjema je uporaba letala, kjer so stroški zastopani s 3%), z 10-20% (največ za uporabo avtobusa) nastopa kot razlog edina možnost za izbiro prevoznega sredstva, trajanje prevoza nastopa z manj kot 5% (razen pri uporabi letala - 65%), ostalo - okrog 70% so razlogi na podlagi subjektivnih meril [3]. Omenjeni deleži se v različnih okoljih in za potovanja z različnimi nameni spreminjajo, dejstvo pa je, da je del uporabnikovih odločitev nemogoče opisati z neko zakonitostjo.

Za modeliranje asignacije se pogosto uporabljajo modeli, ki temeljijo na Wardropovih načelih z različnimi poenostavitvami stroškovnih funkcij na povezavah (izbira poti je uporabnikova odločitev). Predpostavka modelov (ki upoštevajo tudi dodatne stroške zaradi obremenitve povezav) je, da imajo uporabniki popolno informacijo o stanju na prometnem omrežju. Izbira poti potovanja poteka na podlagi stroškov (časa) in ima podobne šibke strani kot izbira načina prevoza. Eksaktni problem, zapisan s sistemom enačb in neenačb, ima velike dimenzije, ki predstavljajo omejitev pri rešljivosti sistema.

2.2. Modelirana stanja v primerjavi z dejanskimi stanji v sistemu

Omenjeni modeli izhajajo iz dobro razvitih teorij, znana so matematična orodja, ki so podlaga modelov, tudi ocenjevanje napak modelskih rezultatov za opis danega stanja je znano i utemeljeno.

Razvoj v modeliranju poteka v smeri izboljševanja izražave in sicer z novimi metodami, z večanjem števila spremenljivk (faktorjev, ki jih model zajema), boljšim opisom prostorskih in časovnih odvisnosti ter kompleksne obravnave generacije, distribucije, modal-split (a) in asignacije. Vendar se nekaterim pomankljivostim modelov ni mogoče izogniti. Zaradi težav s prenosljivostjo v prostoru in času ter zaradi odvisnosti od zunanjih faktorjev, vseh tistih, ki jih v model ni mogoče vključiti, je z modeli izraženo delovanje sistema le približno. Smisleno je tudi vprašanje, ali se z večanjem števila spremenljivk resnično nekaj pridobi, in ali se hkrati z vključitvijo podrobnih odvisnosti med spremenljivkami ne izgublja preglednost modela, ko se lahko doseže ravno nasproten učinek od pričakovanega.

Pri iskanju odvisnosti med generiranimi tokovi (ali atrakcijo) in družbeno-ekonomskimi faktorji se je v projektu Transportni sistem Slovenije izkazalo, da generavijo (atrakcijo) lahko zadovoljivo opišemo z največ tremi faktorji (prevladovala so odvisnosti z enim ali dvema faktorjema), čeprav je bilo na izbiro 20 kazalcev v potniškem prometu in 12 v tovornem [4]. S podrobnimi odvisnostmi med kazalci lahko natančneje opišemo mikro-okolico, ki jo določajo vključeni kazalci, v makro problemu pa je njihov učinek zanemarljiv ali neprimerljiv z ostalimi podproblemi. Ker podrobne odvisnosti ponavadi pomenijo tudi večje število kazalcev in s tem več podatkov, se poleg že omenjene preglednosti zamegljujejo tudi napake v podatkih, zvezah in računskih postopkih.

Izhodne rezultate modelov, ki so se uporabili v prometnih študijah in na podlagi katerih je prišlo do določenih sprememb v prometnem sistemu, običajno ne primerjajo z realnim stanjem v sistemu po teh spremembah. Taka primerjava je namreč zgolj pomoč analitikom, ki se ukvarjajo z modeliranjem v njihovem nadaljnjem delu, za uporabnika pa nima nobene vrednosti in se mu zdi nepotrebna. Zato finančne podpore, ki bi bila potrebna za ponovitev zbiranja podatkov, ni. Nekaj analiz pa je bilo le narejenih. Med njimi omenimo tiste, iz katerih smo potegnili spodnje primere. Analize za zadnje desetletje v Veliki Britaniji (a) opisuje Atkins [5], Horowitz [2] združuje izkušnje v modeliranju povpraševanja po transportnih storitvah na posameznih območjih ZDA (b), Mackie in Bonsale [6] opisujeta spremembe v številu uporabnikov omrežja po izboljšavah na cestnem omrežju v nekaterih mestih Velike Britanije (c).

(a) Tu je omenjen le primer za prikaz vprašljivi-

vosti prostorske homogenosti v agregatih modelih (nekateri avtorjeve zaključke omo opisali v nadaljevanju), čeprav avtor navaja tudi druge ugotovitve v zvezi z agregatnimi modeli. Napisali smo že, da je v makro planiranju, če je celotno območje razdeljeno na večje število manjših, iskanje skupnih zvez na podlagi prostorsko določenih faktorjev, lahko tudi neuspešno. Za zgled za to navedimo primer iz Velike Britanije. V drugi polovici sedemdesetih let, v projektu The Regional Highway Traffic Model (RHTM) so uspeli z modelom distribucije "pojasniti" le dve tretjini tokov in še to z napako do 100%. Uspela ni torej že kalibracija modela, ki je eden izmed pogojev za nadaljnjo uporabo modela.

Atkins tudi ugotavlja, da distribucija (izbira cilja potovanja) ni tako značilno odvisna od kazalcev, ki se jih običajno izbere za merilo privlačnosti ponora, kot bi pričakovali. Zato tudi razne oblike funkcije povpraševanja ne dajejo vedno zadovoljivih rezultatov.

- b) Horowitz analizira modele, ki izhajajo iz teorije koristnosti in agregatne modele za modeliranje izbire načina prevoza. Zaradi nezadovoljivih rezultatov uporabe predlaga izboljšanje modelov. Pri tem se zavzema predvsem za dezagregatne modele. Ugotavlja, da obstoječi modeli pojasnjujejo le 40-50% delitve tokov po prevoznih sredstvih in da modelov, ki pojasnjujejo celo samo 30% tokov tudi ni malo.

Pri analizi obremenitev omrežja je prišel do zaključka, da je običajna razlika med izračunanimi obremenitvami prometnih povezav (cest) in dejanskimi od 30% do 50% ali še več.

- c) Na nastanek popolnoma novih potreb po prevoznih storitvah, ki so posledica sprememb v ponudbi, se pogosto pozablja ali pa se jih zaradi nepredvidljivosti ne upošteva. Naslednji primeri povedo, da te spremembe niso vedno zanemarljive.

Na podlagi rednih anket na novo zgrajenih cestah sta avtorja zaključila, da novo zgrajena cesta generira v povprečju 6-15% prometa. Pri raziskavah zahodne obvoznice v Londonu so celo ugotovili, da je le 57% prometa, ki uporablja ceste, tistega, ki se je preusmeril z drugih cest na obvoznico. Ves ostali del je na novo generirani promet, ki je nastal iz z modelom nerazložljivih vzrokov.

Tudi Khan [3] navaja nekaj primerov povečanja prometa zaradi večje ponudbe. Hitri vlak (TGV) med Parizom in Lyonom je povzročil 25% večji (novo generirani) promet na tej relaciji.

2.3. Modeliranje z vidika uporabe v planiranju

Na podlagi doslej omenjenih dejstev zaključujemo, da sta bistvena dva vidika modeliranja oziroma dve razlagi modelov:

- a) model za opisovanje odvisnosti med kazalci, ki jih izberemo za opis stanja, če ga analiziramo znotraj prostora, določenega z izbranimi kazalci in uporabljenimi predpostavkami. Taka razlaga modelov je najpogostejša in kot je bilo že rečeno, znanstvenih teorij in načinov uporabe v tej smeri ne manjka, tudi analiza napak modelskih rezultatov (znotraj okvirov) je dobro razvita,
- b) model za opisovanje odvisnosti med kazalci, ki jih izberemo za opis stanja, analiziran v realnem okolju, brez okvira, ki ga postavljajo izbrani kazalci in predpostavke, torej model kot poskus opisa stanja, ki v celoti ni in ne more biti predvidljivo. Take analize modelov so redke, nekaj rezultatov je opisanih v poglavju 2.2 v točkah (a), (b) in (c).

Modeli v pomoč planiranju (in ne samo v ta namen) vsebujejo obe komponenti, zato je pri njihovi uporabi potrebna analiza obeh vrst. Predvsem velja to za uporabo v dolgoročnem ali makro planiranju. Če se namreč plan gradi na količinah, ki so zelo spremenljive ali so vsaj delno odvisne od naključij, obstaja velika verjetnost, da je plan neustrezen. Pri modeliranju kot pripomočku v planiranju, moramo sprejeti dejstvo, da se delni nedoločeni v opisu stanja ne moremo izogniti, kajti temu primerno je potrebno spremeniti sam cilj planiranja.

Zgoraj opisani primeri so rezultat posebnih, kasnejših študij in kažejo na potrebnost dodatne analize modelskih rezultatov oziroma na nezadostnost običajnega modelskega pristopa v planiranju. Modeliranje temelji na strokovno zastavljenih osnovah, ki so v praksi potrjene, z njim se ukvarjajo številni izbrani strokovnjaki. Uporaba modeliranja je običajno podprta z ustrežno finančno podporo, zato je omogočen dostop do kvalitetne baze podatkov. Kje so vzroki, da z njimi lahko razložimo le del dejanskega stanja, smo že povedali. V zadnjih letih se tako kompleksnemu problemu (makroplaniranja) poskušajo izogniti z večjim številom delnih, na neko območje ali vrsto prometa omejenih študij, ki so javnosti preko informacijskih medijev bolj dostopne in ima javni dialog velik vpliv na odločitve v prometni politiki. Makro planiranje za daljše obdobje v razvitih gospodarstvih s sposobnostjo hitrega prilagajanja novim razmeram izgublja pomen - vsaj začasno. V manj razvitih gospodarstvih pa je tako planiranje precej pomembno.

3. PLANIRANJE

3.1. Planiranje za zadovoljitev povpraševanja

Običajen način planiranja poteka takole: na določenem področju sčasoma nastane (ali predvidevamo, da bo nastala) tako velika potreba po prevoznih storitvah, da je z obstoječimi kapacitetami ne moremo več kvalitetno zadovoljiti. Zato ustrežna ustanova zadolži analitike, da ocenijo potrebo in ponudbo obstoječega stanja sistema na tem področju, ocenijo potrebo

v prihodnosti in nato pripravijo eno ali več možnih variant dopolnitve ponudbe, hkrati z ekonomskim vrednotenjem variant. Takemu načinu premišljevanja bi lahko rekli tudi planiranje razvoja transportnega sistema tako, da se čim bolj prilagaja obstoječim potrebam in ocenjenim bodočim potrebam. Učinki ponudbe prometnih storitev v obratni smeri, to je na nastajanje potreb po prevozu, so zanemarljivi. Vendar so za družbo velikega pomena: izboljšanje prometnih povezav na primer zaustavi priseljevanje prebivalstva v mesta, omogoča nastajanje gospodarskih podjetij tam, kjer so glede na prebivalstvo in surovine potrebna. Izboljšanje prometnih povezav, če ga ne spremljajo dodatni ukrepi, ima lahko tudi negativni učinek. Recimo, da povečamo kapaciteto ceste med dvema krajema, ker je obstoječa cesta preobremenjena in nastajajo zastoji. Nova cesta bo pritegnila nove potnike z osebnimi vozili, nekaj tistih, ki so prej uporabljali javni prevoz in tiste, ki se prej zaradi zastojev niso odločili za potovanje. Nova cesta bo spet precej obremenjena (možni so zastoji), potniki ne bodo ničesar pridobili, javni prevoz pa bo ob del dohodka. Sekundarne posledice so problemi s parkirišči, povpraševanje po delovnih mestih in storitvah v razvitejem kraju se bo povečalo. Omenjeni primer je tudi zgled za to, da mora tudi manjše posege v prometni sistem, omejene na določeno vrsto prometa ali na omejeno področje, spremljati temeljita analiza posledic.

Planiranje prometa v smislu prilagajanja povpraševanju vsebuje torej dve komponenti:

1. napoved prihodnjega prometa
 - a) na podlagi prostorskih povezav prometa z družbeno-ekonomskimi kazalci, dobljenih z modeliranjem obstoječega stanja in nato z ocenitvijo kazalcev (število prebivalstva, število osebnih avtomobilov, razporeditev in število delovnih mest, razporeditev industrije, potrošniških centrov...) ali
 - b) na podlagi časovnih odvisnosti med kazalci prometnega stanja in družbeno-ekonomskimi kazalci, ki določajo velikost in razporeditev povpraševanja po prevoznih storitvah
2. napoved na novo generiranega ali zmanjšane prometa (kot posledico sprememb v prometnem omrežju, tehnologiji prometa, gospodarstvu, kvalitativnih sprememb v obnašanju, kulturi, vrednotah ljudi).

Pripadajoče modeliranje ima v grobem naslednje lastnosti (poudarjamo, da opisujemo le vidik modeliranja, opisanem v prejšnjem poglavju pod točko a).

1a) Modeliranje za določevanje prostorskih povezav v nekem časovnem prerezu se v prometnih študijah mikro, pa tudi makro planiranja največ uporablja, saj je v manjših dimenzijah znanih mnogo primernih metod modeliranja. V primeru velikih dimenzij pa je zadovoljivost modelskih rezultatov lahko vprašljiva (omenili smo že distribucijo v modelu RHTM). Modele, ki se uporabljajo za opis obstoječega stanja, smo opisali v prejšnjem poglavju. Modeli ne

vsebujejo dinamičnih elementov, opisana stanja prometnega sistema so statična.

Apliciranje modela na prihodnost zahteva ocenitev družbeno-ekonomskih kazalcev. Po pregledu transportnih študij v Veliki Britaniji in ZDA so ugotovili (Atkins) [5] da bi v povprečju naredili manjšo napako, če bi namesto ocenjenih vrednosti vzeli kar obstoječe. Kot razlog navajajo padec natalitete zaradi kontracepcijskih sredstev (v ozadju tega dejstva so seveda spremembe v vrednotah življenja), število prevoznih sredstev ni naraščalo po predvidevanjih zaradi naftne krize (tudi v Sloveniji je bil učinek krize pooben), ekonomski razvoj se je upočasnil, kar je imelo odločilen vpliv na generacijo potovanj. Podobne ugotovitve navaja tudi Pađen [1] za ocenjevanje prevoznih potreb v jugoslavenskem prometnem sistemu.

1b) Časovne odvisnosti (oziroma modeliranje dinamičnega sistema) so na prometnem področju skoraj nov problem, v nasprotju z makro-ekonomskimi modeli, modeli kemijskih procesov in podobno. Poskus v tej smeri je za asignacijo obstoječega prometa na prometno omrežje opravil Holden [7] z novo definicijo ravnotežja v omrežju. Za primerjanje statičnega (Wardropovega) ravnotežja z bolj ali manj stabilnimi stanji v omrežju je bila narejena analiza stanj v omrežju po spremembah v omrežju in spremembi povpraševanja, z enostavnimi pravili odločanja uporabnika in dinamičnim pristopom v modeliranju [8].

Nekatere časovne relacije med povpraševanjem v potniškem prometu, delovnimi mesti in storitvami predlaga več avtorjev. Poskus njihove združitve v celoto je opisal Bertouglia [9], vendar je posamezne modele podsistemov potrebno še izdelati in spremeniti.

Vsekakor je modeliranje prometnega sistema kot dinamičnega sistema korak v smeri bistvenega izboljšanja modelskih rezultatov, predvsem zaradi sposobnosti modeliranja sprememb v sistemu.

2. Spremembe v povpraševanju, ki so posledica kvalitativnih sprememb v družbi in povečanje generacije prometa zaradi večje ponudbe prevoznih storitev, je težko ali celo nemogoče določiti. V prometnih študijah se tovrstnih sprememb posebej ne obravnava, ker se predpostavljajo, da so le-te v primerjavi s povpraševanjem, ocenjenim z modeliranjem pod točkama 1a in 1b, relativno majhne.

3.2. Vzporedno planiranje ponudbe in povpraševanja

Zaradi tega, ker je povpraševanje po prometnih storitvah v prihodnosti, ki mu hočemo prilagoditi ponudbo, težko ali nemogoče oceniti (razvoj in potrebe družbe se vedno hitreje spreminjajo in napovedovanje postaja prej stvar vedeževalcev kot resnih analiz) in ker se samo povpraševanje prilagaja ponudbi in (vedno bolj) njeni kvaliteti, se sprašujemo po drugačnem, ustrežnejšem načinu planiranja v transportnem

sistemu. Pričakujemo večje spremembe v tehnologiji prevoza, potrebah in s tem povezane možnosti kvalitetnejše ponudbe. Zato se po eni strani postavlja pod vprašaj dolgoročno planiranje v smislu, ki smo ga že omenili - planiranje za zadovoljevanje potreb. Po drugi strani je dolgoročno planiranje velikih objektov potrebno, s tem pa tudi vsaj približna ocena prihodnjega prometa.

Prometna politika in splošna gospodarska politika sta vedno pomembnejša faktorja usmerjanja razvoja prometnega sistema, katerih posledica je določeno povpraševanje po prometnih storitvah, njegova velikost prostorska, načinska in časovna porazdelitev. V zadovoljevanju potreb po prevoznih storitvah morajo biti vse veje prometa prepuščene tražnim zakonitostim, vendar skladen razvoj prometa in gospodarstva, skrb za čisto in zdravo okolje in dolgoročen razvoj družbe zahtevajo primerno uravnavanje in usmerjanje, tako ponudbe kot povpraševanja.

Cilj vzporednega planiranja ponudbe in povpraševanja je uspešno zadovoljevanje potreb in oblikovanje potreb, z ustrezno ponudbo in aktivno vlogo ponudnika prometnih storitev na trgu. Pomembnost prometnega sistema zahteva uskladitev uporabnikovih in ponudnikovih želja z družbeno sprejemljivostjo na podlagi skupnega dogovora. Za argumentiranje svojih odločitev in usmeritev v planiranju mora ponudnik preučiti možne pozitivne in negativne posledice. Planiranje se mora znebiti togosti, ocenjevanja povpraševanja za več let vnaprej in na večjih območjih in skoraj fiksno določene ponudbe. Uspešen prometni sistem (uspešen v poslovanju in v zadovoljevanju potreb) se mora stalno spreminjati glede na potrebe, v bistvu mora biti korak pred potrebami, saj lahko s tem nanje tudi vpliva. Zato govorimo o vzporednosti ponudbe in povpraševanja.

Planiranje prometnega sistema bi moralo zajeti naslednja področja:

- prometni sistem mora biti sposoben hitre prilagoditve ponudbe spremembam povpraševanja. To je možno le ob rednem spremljanju obremenitev omrežja, tokov, povpraševanja (tudi vzroke zanj), zasedenosti vozil, Planiranje mora zato vsebovati orodje, s katerim bi ugotavljali možne posledice v omrežju in na splošno v sistemu zaradi spremenjene ponudbe. Le-ta lahko povzroči spremembe tudi zunaj prometnega sistema, ki dodatno vplivajo na povpraševanje po prometnih storitvah. Pomembno vlogo pri tovrstnem modeliranju ima kvalitetna in dovolj obsežna baza podatkov
- prometna politika mora preko davkov in prispevkov, pa tudi s podpiranjem izboljšav infrastrukture usmerjati povpraševanje. Njene odločitve, ker ne smejo biti neodvisne od javnega mnenja in so plod navzkrižnih interesov prevoznih organizacij, morajo biti podprte strokovnimi argumenti. Sestavni del planiranja je zato tudi predhodno ocenjevanje vseh vrst posledic vpeljavanja ukrepov prometne

politike

- večje povpraševanja po prevoznih storitvah se zadovoljuje z dvigom kvantitete ponudbe (predvsem z gradnjo novih cestnih povezav, kar je z več vidikov zelo vprašljiva odločitev). Potrebo po določenem načinu prevoza pa lahko zadovoljimo tudi z izboljšanjem kvalitete in z racionalnejšo organiziranostjo dotičnega načina prevoza in alternativnih načinov prevoza. Sestavni del planiranja mora biti tudi ugotovitev, kakšne obremenitve in posredno kakšno povpraševanje bi še prenesel prometni sistem, če bi vnjem izvršili kvalitativne ali (in) kvantitativne spremembe
- razvoj prometnega sistema mora biti vzporeden gosodarskemu razvoju. Zato je del planiranja tudi ocenjevanje posledic v prometnem sistemu, če nastajajo novi ali večji industrijski in potrošniški centri.

Besede "posledice" v prometnem sistemu" pomenijo spremembe stanj na vseh vrstah prometnih omrežij in ostale infrastrukture in ekonomske, sociološke in ekološke učinke, ki jih pogojujejo nova stanja in spremembe stanj.

Orodja v pomoč planiranju, s katerimi raziskujemo dogajanja v sistemu, našeta v zgornjih točkah in uporaba običajnih metod modeliranja (predvsem za ocenitev povpraševanja) omogočajo strokovno podlago

- dolgoročnemu prometnemu planiranju, saj lahko vnaprej predvidimo posledice netočnih ocen povpraševanja in raznih sprememb, do katerih lahko pride v razvoju. Temu primerno se zastavi plan razvoja tako, da je ga ob resničnem nastopu spremenjenih okoliščin mogoče prilagoditi brez nepričakovanih posegov v prometni sistem
- odločitvam v prometni politiki
- posegom v prometni sistem, ki so potrebni zaradi nastopa sprememb v povpraševanju, in so omejeni na določeno območje ali na določen način prevoza. Tudi manjši posegi lahko značilno vplivajo na globalno stanje sistema.

Zahtevi za učinkovito uporabo teh orodij sta predvsem dve: kvalitetna, redno obdelovana baza podatkov in še važnejše, taka organiziranost prometnega sistema, ki omogoča hitro prilagajanje, npr. pri uvajanju in ukinjanju zvez v javnem prevozu potnikov, železniškem tovornem prometu, spremenjeni organizaciji prevoznih in spremljajočih uslug, spremembi prometnega režima.

4. ZAKLJUČEK

Ker se tematika nadaljuje, je zaključek hkrati uvod v drugi del. V planiranju se največkrat postavlja vprašanje "Kaj bi bilo potrebno storiti, da bi...". Temu vprašanju ob bok postavljamo še drugo: "Kaj bi se zgodilo, če bi...". Smiselna združitev obeh odgovorov, vsebina, ki gradi na tesni povezanosti ponudbe in povpraševanja, in primerna orodja za raziskovanje vodijo k uspešnemu planiranju. V nadaljevanju bomo obravnavali modelska orodja v ta namen.

II. MODELIRANJE V POMOČ VZPOREDNEMU PLANIRANJU PONUDBE IN POVPRASEVANJA

1. UVOD

Pričujoče besedilo je vsebinsko nadaljevanje članka z naslovom "Modeliranje v pomoč planiranju za zadovoljitev povpraševanja po prometnih storitvah in novi cilji planiranja". Opisali smo potrebo po drugačni zasnovi modeliranja, taki, ki bo omogočila pregled nad posledicami, ki jih v prometnem sistemu povzročajo spremenljive zunanje okoliščine (potreba po prevozu, varstvo okolja, stroški družbe) in notranji razvoj (spremenjena organizacija dela - npr. vozni red, izboljšanje kvalitete prevoza in na sploh ponudbe). Povpraševanje po prevoznih storitvah ni namreč odvisno le od zunanjih faktorjev prometnega sistema, pač pa tudi od ponudbe storitev. Usklajenost ponudbe in povpraševanje je pogoj (ni pa edini) za racionalno delovanje sistema, ki zadovoljuje uporabnika in ponudnika prevoznih storitev, pa tudi dogovorjene interese družbe (skrb za okolje, uspešno nacionalno gospodarstvo).

2. NAMEN IN ZNAČILNOSTI MODELIRANJA ZA VZPOREDNO PLANIRANJE PONUDBE IN POVPRASEVANJA

Nastanek potrebe po prevozu na določeni relaciji, izbira načina in poti prevoza, je v rokah posameznika (v potniškem) ali prevoznika (v tovornem prometu). Na njihove odločitve vplivajo nekateri znani parametri kot so stroški in čas, ki pa z večanjem standarda vse bolj izgubljajo pomen na račun kvalitete in varnosti prevoza, torej bolji subjektivno vrednotenih količin. Vse bolj prihaja do izraza drugi vidik modeliranja (opisan v prvem delu, v drugem poglavju v točki b). Ob tem se pojavlja potreba po ustrežnejšem modeliranju in simuliranju dejanskega stanja in po še tesnejšem sodelovanju analitikov in praktikov.

Analitiki, ki se ukvarjajo s formalnim obravnavanjem problema - modeliranjem in praktiki, ki poznajo trenutno situacijo na terenu, ne razmišljajo o delovanju sistema in s tem povezanih potrebnih posegih v sistem enako. Med obema načinoma razmišljanja je razlika, ki je največkrat skrito prisotna in je ovira razumevanju in sodelovanju strokovnjakov različnih področij in različnih pričakovanj o rezultatih modeliranja. Razvijalec neke metode modeliranja (analitik) se zaveda, da so rezultati modela le bolj ali manj dobre ocene obstoječega ali prihodnjega stanja, medtem ko potrebuje praktik (načrtovalec) za svoje delo konkretne rezultate. Če so mu ti rezultati predstavljeni kot ocene ob določenih predpostavkah, utegne zaključiti, da so modeli nezadovoljivi in da bi določene količine lahko ocenjeval brez modelov. Analitik lahko to sprejme kot nezaupanje v

svoje delo in rezultat je pogosto ohladitev odnosov, nezainteresiranost do modelskega pristopa k planiranju, pa tudi nezainteresiranost analitika do praktičnih problemov. O temu se uradno ne govori veliko, vendar je Atkins [10] dobro in iskreno nakazal ta problem pa tudi v letih po zaključku projekta Transportni sistem Slovenije je prišel do izraza.

Ob zavedanju tega problema (ki je nepremostljiv in bo vedno obstajal) šele lahko pride do konstruktivnega sodelovanja analitikov in uporabnikov modelov. Uporabnik mora sprejeti dejstvo, da so modelske ocene res samo ocene, ki veljajo ob določenih predpostavkah in planirati tako, da bo sistem sposoben prenesti manjše spremembe, ali se prilagoditi brez večjih stroškov spremembam, ki se v času pojavijo. Planiranje mora omogočati hitro prilagajanje razmeram, ne pa biti zastavljeno tako, da zadržimo nekim fiksnim potrebam. Analitik pa se mora včasih odpovedati eksaktnosti in komplicirani sestavi modela. Modelski rezultati so lahko v tem primeru nekoliko slabši, zaradi večje preglednosti poenostavljenega modela pa je le-ta v praksi več in celo bolje uporabljen. Znane so uspešne uporabe modela signacije, v katerem lahko uporabnik ročno posega v modelski proces in celo ročno opravi del asignacije, kar mu omogoča pregled nad situacijo na omrežju v vsakem trenutku in spreminjanje pravil za določevanje poti v primeru prevelikih odstopanj od realnega stanja. Seveda pa le dobro teoretično znanje o metodah modeliranja, njihovo preizkušanje v praksi in poznavanje realnega stanja v prometnem sistemu dopuščajo poenostavitve, ki ne vplivajo bistveno na modelske rezultate.

Za modeliranje, katerega namen je ugotavljanje sprememb v sistemu po hipotetični uvedbi določenih ukrepov prometne politike ali kakšnih drugih spremembah, je značilno:

- modeli, ki "sodelujejo" v modelskem procesu, so lahko običajni modeli, ki se uporabljajo za modeliranje prometnega sistema ali poenostavitve teh modelov
- ker tak način zahteva redno uporabo modeliranja, omogoča le-ta tudi kontrolo izhodnih rezultatov, s tem pa izboljšavo modelov
- ker modeliramo situacije pri spremenljivem povpraševanju, le-tega ni potrebno ocenjevati. Če se iskaže, da je določen del prometnega sistema od povpraševanja močno odvisen, in se oceni bodočega povpraševanja ne moremo izogniti, naj oceno naredijo ekserti
- tak pristop omogoča razdelitev obravnave prometnega sistema - bodisi na območne enote (posamezna enota je preko zunanjih faktorjev povezana z ostalimi enotami, znotraj enot pa niso potrebne skupne zakonitosti) bodisi na kakšen drugačen način razdeljen sistem - nato pa kompleksno povezavo na celotno področje oziroma sistem. Torej preko analize delovanja posameznih enot ali delov sistema sklepamo na celoten sistem, in ne obratno, kot pri večini makro študij sistema

- podatki, zbrani v različnih časih in v različnih pogojih ki določajo prometni sistem, omogočajo zapis časovnih odvisnosti, ki jih brez časovnih vrst ni mogoče dobro opisati. Če določene kazalce ne moremo povezati s časom ali drugimi kazalci, sklepamo, da tudi v prihodnosti takih povezav ne bo. Časovne odvisnosti oziroma nemožnost njihovega zapisa s pridom uporabimo pri modeliranju za dolgoročno planiranje
- ker je modeliranje stanj po določenih spremembah zelo odvisno od dejanskega stanja in delovanja sistema, je povezovanje strokovnjakov, ki se ukvarjajo, z modeliranjem in strokovnjaki-praktiki nujno potrebno in mora biti neprekinjeno.

3. PREDMET MODELIRANJA

Zaradi medsebojne odvisnosti stanj na posameznih vrstah prometnega omrežja obravnavamo multimodalno omrežje z različnimi načini prevoza skupaj za potniški in tovorni promet. Upoštevati moramo tudi, da je situacija na delu omrežja odvisna od situacije na vseh ostalih delih. V cestnem prometu je smiselna poenostavitev odvisnosti, saj je situacija na cestnem odseku ali križišču v glavnem odvisna le od neposredne okolice, za železniški promet pa to ne valja.

Povpraševanje po prevoznih storitvah je določeno z izvorom in ponorom potovanja, če obravnavamo situacije v teku dneva, tedna, sezone ipd. pa tudi s časom potovanja. Zato sta osnovna elementa v omrežju relacija od izvora do ponora in čas. Odvisnost situacij od časa potovanja ponazorimo z različnimi časovnimi preseki. V določenih primerih pa je modeliranje v zveznem času primernejše, npr. modeliranje prevoza na delo, saj je začetek potovanja posameznika odvisen od časa, ko mora biti na delovnem mestu in od izbire načina prevoza. Število potnikov na neki relaciji se v daljšem času tudi spreminja. Ker je te spremembe v celosti nemogoče oceniti (zaradi razlogov, ki so bili že omenjeni), modeliramo situacije na različnih multimodalnih omrežjih pri različnih povpraševanjih.

Stopnje v modeliranju so:

1. Določitev kriterijev (ali pregled ustreznosti tistih kriterijev, ki so v veljavi), ki se nanašajo na odseke in vozlišča prometnih omrežij, za določevanje:

- kapacitete
- hitrosti vozil na odsekih
- časa za prehod vozlišč
- kvalitete prevoza
- varnosti prevoza
- škodljivosti prevoza za okolje (izpušni plini, hrup, sol, prevoz nevarnih snovi,...)
- stroškov uporabnika
- stroškov prevoznika (fiksni in variabilni).

Navedene količine morajo biti določene za

vsako vrsto prevoza, v odvisnosti od obremenitve, in č je potrebno, od organizacije prevoza. kvaliteta in škodljivost sta elementa, ki ju ne moremo kvantificirati z ustaljenimi enotami, ker pa bosta v prihodnosti vedno bolj pomembna, je razvoj ustreznih meril in enot potreben.

Glede na zgornje količine se povezave razdeli v razrede po količinah pretoka, od npr. največjega možnega pretoka v časovnem intervalu, ki zadošča še toleriranim vrednostim kvalitete, varnosti in škodljivosti prevoza do ničelnega pretoka. Imenujemo te razrede razredi primernosti povezav.

2. Modeliranje pretoka na določeni relaciji v časovnem intervalu po posameznih vrstah prevoznega sredstva in različnih poteh, za potniški in tovorni promet in po številu potnikov pri

- nespremenljivi okolici (vse ostale relacije imajo fiksno obremenitev, organiziranost sistema se ne spreminja)
- spremenljivi okolici (spremenljive obremenitve drugih relacij, spremenljiva organizacija - spremembe v pogostnosti vozil javnega prevoza, trajanju prevoza zaradi sprememb v voznem redu, stanju infrastrukture in spremembe v kvaliteti prevoznih storitev)
- a) kot ga občuti uporabnik prevoznega sredstva (ponudba v javnem prevozu potovanje z lastnim avtomobilom, stroški "iz žepa", dodatni stroški zaradi drugih potnikov)
- b) kot ga občuti ponudnik storitev (izkoriščenost kapacitet, organizacija prevoza, prihodki in stroški ponudnika)
- c) kot ga "občuti" infrastruktura in okolje (obremenitve, obraba, varnost, vpliv na okolje).

Namen modeliranja je določiti maksimalen možen pretok na relaciji, katere povezave zadoščajo zahtevam posameznih razredov primernosti, pri različnih stanjih okolice in različnih variantah omrežja.

3. Modeli povpraševanja na določeni relaciji

Na podlagi podatkov o dejanskih tokovih na relaciji poiščemo zvezo med načinsko delitvijo na prevozna sredstva in ustreznimi kazalci, ki je relevantna pri dani organiziranosti prevoza na relaciji, predvsem pri danem voznem redu. Večkratna ponovitev modela načinske delitve (v različnih časih in pri različni organiziranosti) oziroma sprotno spremljanje tokov omogoča dinamično analizo stanj na relaciji.

4. Modeliranje toka potniškega prometa na določeni relaciji v zveznem času za določen namen potovanja predvsem pa za potovanje od doma na delovno mesto in obratno ter od doma do šole in nazaj, ko je čas prihoda na delovno mesto (v šolo) oz. odhod določen. Ta dva namena potovanj sta vzrok prometnim konicam, zato ima primerna ponudba javnih prevoznih sredstev v času konic pomembno vlogo pri krajšanju časovnega intervala konic.

Poiščemo zvezo med izbiro načina prevoza in ustreznimi kazalci. Primjerjamo dobljene zveze za različne relacije.

5. Modeliranje stanj na omrežju ali delu om-

režja, sestavljenem iz relacij z medsebojnimi vplivi.

Za vsak kraj v prometnem omrežju poiščemo "dostopnost" iz drugih krajev do njega, določeno s časom, ki ga potniki oziroma blago preživi na poti od doma (izvora) do cilja v kraju.

Primjerava dostopnosti v javnem in privatnem prometu daje strokovno podlago odločitvam za izboljšanje javnega prevoza.

Z modeliranjem ugotovimo mesta v omrežju, na katerih so medsebojni vplivi relacij pri različnih, a smiselnih vrednostih tokov veliki in moteči. Pri spreminjajoči organiziranosti prevoza in določenih vrednostih tokov analiziramo taka mesta.

Pri danih obremenitvah omrežja določimo razrede primernosti posameznih odsekov in spreminjajočo načinsko delitvijo spet pregledamo primernost odsekov. Ob tem se pojavlja vprašanje, ali je realizacija drugačne delitve (preko ukrepov prometne politike) in organiziranosti (spremenjena ponudba) mogoča in smiselna glede na posledice, ki so zunaj prometnega področja.

Ob spreminjanju organiziranosti prometa in spreminjanju načinske delitve obstoječe tokove (in različice tokov) pripisujemo različnim variantam omrežja. Ob spreminjanju organiziranosti prometa in na različnih variantah omrežja ocenjujemo maksimalni možni pretok (po razredih primernosti povezav, ki sestavljajo relacijo) na relacijah, kjer se pričakuje večje spremembe v povpraševanju.

6. Modeliranje bodočega povpraševanja

V primerih, ko je ocena bodočega povpraševanja nujna in ekspertnih ocen ni mogoče dobiti ali ne obstaja očitna zakonitost v gibanju povpraševanja, modeliranje generacije (atrakcije) in distribucije izvajamo z modeli na podlagi teorije koristnosti na manjšem številu izvorov in ponorov (do 20) [11]. Zato izvor (ponor) pokriva večje območje. Čeprav je matematična podlaga modeliranja na večjih in manjših področjih (primestni, medmestni promet) enaka, so bistvene razlike v značilnih vzvodih povpraševanja.

Bodoče povpraševanje, ki ni posledica premikov v gospodarstvu, pač pa le izboljšane ponudbe, je bolje oceniti po pomembnejših relacijah in ne na celotnem območju republike. Modeli morajo sloneti na prisojenih vrednostih (kot njih presoja uporabnik), ki vplivajo na potrebo po prevozu in izbiro prevoznega sredstva, ne pa na objektivnih vrednostih [12].

Analiziranje bodočih stanj na omrežju (kot je opisano v točkah 2, 3, 4 in 5) mora biti narejeno na podlagi variacij ocenjenih tokov in izkušenj, pridobljenih z modeliranjem, vključenim v naštetih točkah.

4. MODELSKA ZGRADBA

Na sliki je prikazana sestava modelov z medsebojnimi povezavami in povezavami s podat-

ki (v pravokotnikih) in spremenljivkami paralelogramih). Izhodi so zapisani v elipsah.

Model povpraševanja na relaciji je zgrajen po namenih potovanj in vsebuje:

- definicijo območij generacije potovanj, ki so določena glede na gravitacijsko območje železniških in avtobusnih postaj
- modele izbire načina prevoza (določitev verjetnosti izbire po vrstah prevoznega sredstva in gravitacijskih območjih)
- modele generacije potreb po prevozu.

Model povpraševanja na območju je tudi zgrajen po namenih potovanj, je povezava modelov po relacijah in vsebuje dodatne modele izbire in generacije.

Modela ponudbe na relaciji in na območju sta sestavljena iz enakih vsebin in sicer iz:

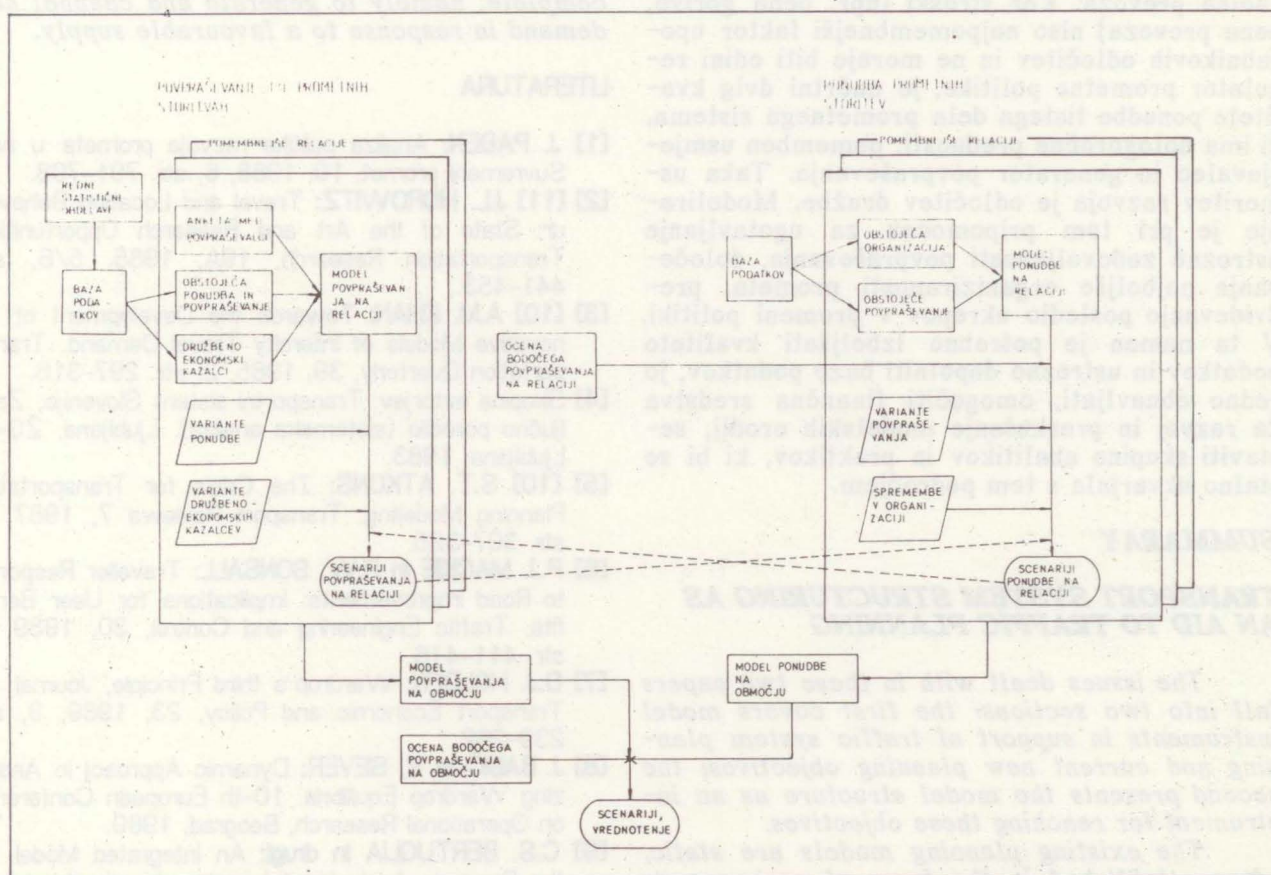
- modela ponudbe, kot jo "občuti" uporabnik storitve (dostopnost ponora iz danega izvora, dostopnost ponora na območju, obremenitev, stroški,....)
- modela ponudbe, kot jo "občuti" ponudnik prevoznih storitev (stroški, prihodki, organizacija, obremenitev, varnost,....).

potrošniških centrov, stanovanjskih naselij in trendov v prevoznih navadah. Ker se na podlagi ocen sprejemajo večje odločitve, je potrebno na bodočem povpraševanju narediti celoten modelski postopek (tako kot za obstoječe povpraševanje).

Vrednotenje mora potekati v skladu s skupno dogovorjenimi merili za zadovoljevanje interesov družbe.

6. ZAKLJUČEK

Modeliranje je vsekakor potrebno zaradi boljšega razumevanja delovanja prometnega sistema in na tej podlagi razvitih metod za prekušanje variant delovanja sistema pri različnih parametrih razvoja, za različna omrežja, različno povpraševanje in podobno. Vedno večji razmah modeliranja, ki ga je povzročil razvoj računalniških zmogljivosti in ustreznih metod modeliranja, pa je pripeljal do spoznanja (ki ni novo, le zanemarjeno je bilo), da ostaja kljub primerno ocenjenim družbeno-ekonomskim kazalcem razvoja in kljub dobrim metodam modeli-



Modelska zgradba

Bodoče povpraševanje (za dolgoročno planiranje) na relaciji ali območju je ocenjeno z modeli ali pa je rezultat ekspertne ocene. Njegova ocena mora upoštevati strukturne spremembe v gospodarstvu, lokacijo delovnih mest,

ranja del modeliranih količin, ki se jih na izbran način ne more opisati. V pričujočem besedilu so na podlagi analiz, ki so bile narejene v tujini in na podlagi lastnih izkušenj opisane pomankljivosti modeliranja v planiranju za zado-

voljitev povpraševanja in vzroki zanje. Iz teh zaključkov in ker sodobni razvoj postavlja pred planiranje drugačne zahteve kot pred leti, je v nadaljevanju opisan koncept modelske strukture, zasnovan na modeliranju (v nekem smislu bi lahko rekli celo simuliranju delovanja) posameznih sklopov prometnega sistema v odvisnosti od faktorjev, ki jih lahko spreminja ponudnik prometnih storitev, prometna politika ali pa izražajo družbeno-ekonomsko stanje. Študij dogajanja v modeliranem sistemu rpi spreminjanju teh faktorjev omogoča pri dejanskem nastopu sprememb ali novih potreb izbiro najustreznejših ukrepov (po določenih kriterijih) za hiter in smotern odziv sistema.

Dolgoročno gledano se z manjšimi (ali lokalnimi) spremembami v ponudbi ne more zadovoljiti vsega povpraševanja po prevozu, ki z večanjem standarda narašča in zahteva tudi kvalitetnejše usluge. Po drugi strani varstvo okolja, dragi energetski viri in omejene zmoglosti družbe ne dopuščajo neomejenega razmaha prometa. Potrebno je tudi usmerjanje povpraševanja. Zato morajo modeli vključevati tudi parametre za opis potrebe po prevozu in izbire načina prevoza. Ker stroški (npr. cena goriva, cena prevoza) niso najpomembnejši faktor uporabnikovih odločitev in ne morejo biti edini regulator prometne politike, je načrtni dvig kvalitete ponudbe tistega dela prometnega sistema, ki ima dolgoročne prednosti, pomemben usmerjevalec in generator povpraševanja. Taka usmeritev razvoja je odločitev družbe. Modeliranje je pri tem pripomoček za ugotavljanje ustrezne zadovoljenosti povpraševanja, določevanje najboljše organiziranosti prometa, predvidevanje posledic ukrepov v promeni politiki. V ta namen je potrebno izboljšati kvaliteto podatkov in ustrezno dopolniti bazo podatkov, jo redno obnavljati, omogočiti finančna sredstva za razvoj in preskušanje modelskih orodij, sestaviti skupino analitikov in praktikov, ki bi se stalno ukvarjala s tem področjem.

SUMMARY

TRANSPORT SYSTEM STRUCTURING AS AN AID TO TRAFFIC PLANNING

The issues dealt with in these two papers fall into two sections: the first covers model instruments in support of traffic system planning and current new planning objectives; the second presents the model structure as an instrument for reaching these objectives.

The existing planning models are static, often established in the form of assignments for optimization including certain assumptions on the behaviour of users or condition of the

economy defined in terms of time. As they cover large areas, minor changes in demand limited in terms of space are not shown in respective models. For their review the construction of new models is required, which, for reasons of different contents, are not related to the global (universal) model. They usually do not include the parameters by means of which we can establish the responses of the system to different changes or parameters to describe these changes.

For these shortcomings and changed requirements the society i.e. demand for traffic service presents to the transport system a different basis for planning and structuring is required as an aid for system planning. This further sets the requirement of new introduction of planning objectives. From the aspect of objectives the paper deals with the two planning methods: (a) an established method which channels planning into meeting the future demand assessed on the basis of projected economic development and (b) a parallel planning of demand and supply. Supply has apart from the task of meeting demand one major task to complete, namely to generate and channel new demand in response to a favourable supply.

LITERATURA

- [1] J. PAĐEN: Analiza politike razvoja prometa u nas. *Suvremeni promet*, 10, 1988, 6, str. 791-798.
- [2] [11] J.L. HOROWITZ: Travel and Location Behaviour: State of the Art and Research Opportunities. *Transportation Research*, 19A, 1985, 5/6, str. 441-453.
- [3] [10] A.M. KHAN: Towards the Development of Innovative Models of Intercity Travel Demand. *Transportation Quarterly*, 39, 1985, 2, str. 297-316.
- [4] Skupina avtorjev: Transportni sistem Slovenije, Zaključno poročilo (sistemska analiza). Ljubljana, ŽG-PI, Ljubljana, 1983.
- [5] [10] S.T. ATKONS: The Crisis for Transportation Planning Modelling. *Transport Reviews* 7, 1987, 4, str. 307-325.
- [6] P.J. MACKIE in P.W. BONSALL: Traveller Response to Road Improvements: Implications for User Benefits. *Traffic Engineering and Control*, 30, 1989, 9, str. 411-416.
- [7] D.J. HOLDEN: Wardrop's third Principle, *Journal of Transport Economic and Policy*, 23, 1989, 3, str. 239-262.
- [8] J. BABIČ in V. SEVER: Dynamic Approach in Analyzing Wardrop Equilibria. 10-th European Conference on Operational Research, Beograd, 1989.
- [9] C.S. BERTUGLIA in drugi: An Integrated Model for the Dynamic Analysis of Location-transport interrelations *European Journal of Operational Research*, 1987, 31, str. 198-208.