

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



Visokošolski program Gradbeništvo,  
Prometnotehnična smer

Kandidat:

**Žiga Koželj**

# **Metode zbiranja podatkov za potrebe napovedovanja prometne obremenitve**

**Diplomska naloga št.: 273**

**Mentor:**  
doc. dr. Marijan Žura

Ljubljana, 24. 4. 2007

**POPRAVKI:**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ŽIGA KOŽELJ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»METODE ZBIRANJA PODATKOV ZA POTREBE NAPOVEDOVANJA  
PROMETNE OBREMENTIVE«**

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

Ljubljana, 04.04.2007

---

Podpis

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>656.1/5(042.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Žiga Koželj</b>
<b>Mentor:</b>	<b>doc. dr. Marijan Žura</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Metode zbiranja podatkov za potrebe napovedovanja prometne obremenitve</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>48 str., 6 pregl., 5 sl., 10 en.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>metode zbiranja podatkov, napovedovanje prometne obremenitve, ankete, štetje prometa, promet</b>

### **Izvleček:**

Za uspešno napovedovanje prometne obremenitve, ki je nujno za projektiranje infrastrukture, je potrebno zbrati veliko podatkov. Dobimo jih tako s štetjem prometa kot tudi od anketirancev, ki sodelujejo v prometni študiji. Diplomsko naloga obravnava različne metode zbiranja podatkov, kot so: ročno in avtomatsko štetje prometa, izvorno-ciljne ankete, ankete navedenih preferenc, občestni intervjuji, študije na kordonih, na opazovanih presekih, potovalni dnevnik, potovalni časi. Opisani so postopki zbiranja podatkov vseh naštetih metod, izpostavljene so potencialne napake in nepravilnosti v postopkih, ki lahko nastanejo med študijo, ter predstavljeno je popraviljanje, širjenje in potrjevanje veljavnosti teh podatkov.

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 656.1/.5(042.2)  
**Autor:** Žiga Koželj  
**Supervisor:** Associate Prof. Marijan Žura, Ph.D.C.E  
**Title:** Traffic forecast data collection methods  
**Notes:** 48 p., 6 tab., 5 fig., 10 eq.  
**Key words:** data collection methods, surveys, traffic volume counts, traffic

### **Abstract:**

For successful prediction of traffic load, necessary in infrastructure design, it is important to gather a lot of data. We gather them with traffic counts and with surveyees participating in traffic surveys. This diplom work deals with different data collection methods such as manual and automatic count method, origin-destination surveys, stated-preference surveys, roadside interviews, cordon surveys, screen-line surveys, travel diary surveys and travel times. Diplom work also describes data collection procedures for all listed methods, points out potential mistakes and errors in procedures that can arise during a survey and describes corrections, additions and confirmations of validity of this data.

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SPLOŠNE INFORMACIJE</b> .....	<b>2</b>
2.1	TRAJANJE ŠTUDIJE.....	2
2.2	OBSEŽNOST ŠTUDIJE.....	2
2.3	ŠTUDIJSKO OBMOČJE.....	2
2.4	VIRI IN SREDSTVA ŠTUDIJE.....	3
<b>3</b>	<b>TIPI ANKET</b> .....	<b>4</b>
3.1	IZVORNO–CILJNE ANKETE .....	4
3.1.1	Kdaj opraviti anketo .....	6
3.1.2	Trajanje ankete .....	7
3.1.3	Oblikovanje ankete.....	7
3.1.4	Velikost vzorca.....	11
3.1.5	Popravljanje podatkov.....	13
3.1.6	Širjenje vzorca.....	15
3.1.7	Potrjevanje veljavnosti rezultatov .....	15
3.2	OBCESTNI INTERVJUJI .....	16
3.3	ŠTUDIJE JAVNEGA PREVOZA .....	18
3.4	ŠTUDIJE NA KORDONIH IN OPAZOVANIH PRESEKIH .....	19
3.5	POTOVALNI DNEVNIK.....	19
3.6	ANKETE NAVEDENIH PREFERENC .....	21
3.6.1	Lastnosti in alternative navedenih preferenc.....	24
3.6.2	Zasnova eksperimenta.....	25
3.6.3	Identifikacija preferenc .....	26
3.6.4	Strategija vzorčenja .....	27
3.6.5	Realnost in kompleksnost analize .....	28
3.6.6	Uporaba računalnikov v analizah navedenih preferenc .....	29
3.6.7	Kvaliteta v analizah neavedenih preferenc .....	31
<b>4</b>	<b>POTOVALNI ČASI</b> .....	<b>33</b>
4.1	DEFENICIJE POTOVALNEGA ČASA IN HITROSTI.....	33
4.2	PRIPRAVA PLANA ZBIRANJA PODATKOV .....	34
4.3	DOLOČITEV VZORCA ODSEKOV .....	37
4.4	METODA POTUJOČEGA OPAZOVALCA.....	40
4.5	METODA UJEMANJA REGISTRACIJ .....	43

4.6	UPORABA ITS SISTEMOV ZA ZBIRANJE PODATKOV O POTOVALNIH ČASIH .....	45
4.7	NETRADICIONALNE METODE.....	46
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>VIRI .....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>PRILOGE.....</b>	<b>50</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Priporočene velikosti vzorca v tradicionalnih anketah .....	11
Preglednica 2:	Variacija velikosti vzorca s tokom na uro .....	17
Preglednica 3:	Variacijski koeficienti na avtocestah in arterijah .....	42
Preglednica 4:	Velikosti vzorcev na avtocestah .....	43
Preglednica 5:	Velikost vzorcev na arterijaH .....	43
Preglednica 6:	Tipične vrednosti velikosti vzorca za določene stopnje zaupanja in izbrane dopustne relativne napake. ....	44

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Gospodinjski vprašalnik.....	9
Slika 2:	Osebni vprašalnik .....	10
Slika 3:	Primer vaje z rangiranjem navedenih preferenc .....	23
Slika 4:	Primer računalniške anketa .....	30
Slika 5:	Primer zaslona navedenih preferenc izbir na ALASTAIR .....	31
Grafikon 1:	primerjava podatkov zajetih z anketami in opazovanim presekom .....	20



## 1 UVOD

Dandanes se tako v svetu kot tudi doma srečujemo s perečim problemom naraščajočega prometa, ki kaže na neustrezno prometno infrastrukturo. Glede na to, da pri projektiranju prometne infrastrukture poskušamo predvidevati, kakšno bo stanje v prihodnje oz. v prihodnjih 20 letih, se nam postavlja vprašanje, ali bi lahko to predvidevali še bolje.

Prometno obremenitev lahko kvalitetno napovemo z modelom transportnega sistema. Za izdelavo takega modela pa je potrebna obsežna množica podatkov, ki jih zberemo z različnimi metodami.

Preden začnemo kakršno koli prometno analizo, moramo jasno določiti namen in cilj raziskave in se prepričati, ali podatki, ki jih potrebujemo, morda že obstajajo in se jih da pridobiti iz drugih virov. Če ugotovimo, da potrebni podatki ne obstajajo oz. so neustrezni, jih začnemo zbirati. Še prej pa moramo dobro razmisliti, kaj bomo preučevali, kako velik bo vzorec, kako velika bo obsežnost študije in njeno območje, kdaj bomo zbirali podatke, kakšne imamo vire za študijo, koliko resursov je razpoložljivih in katera metoda zbiranja podatkov je najprimernejša v dani situaciji. Zbiranje podatkov ni preprosto in zahteva veliko sposobnosti in izkušenj.

## 2 SPLOŠNE INFORMACIJE

### 2.1 TRAJANJE ŠTUDIJE

Trajanje študije je zelo pomembno, saj se na podlagi tega lahko odločimo, koliko časa in truda bomo namenili zbiranju podatkov. Pomembno je, da vnaprej določimo, koliko časa in finančnih sredstev bomo namenili določenim delom študije, in se tako izognemo težavi, ko sčasoma odkrijemo, da smo porabili večji del proračuna in časa samo za en del študije.

### 2.2 OBSEŽNOST ŠTUDIJE

Obsežnost študije je odvisna od dane situacije:

- če je načrtovano leto blizu, kot npr. pri taktični prometni študiji, potem ne bo veliko časa za izdelavo študije, potrebna bo pridobitev podatkov na poseben način,
- pri strateških prometnih študijah, ko načrtujemo za 20 ali več let naprej, pa lahko uporabimo katerokoli analitično metodo in z njo povezane ankete, vendar bodo tudi napake v napovedovanju znane šele čez 20 ali več let.

### 2.3 ŠTUDIJSKO OBMOČJE

Ko določamo meje študijskega območja, se ne oziramo na meje občin ali državne meje, ampak se osredotočimo na območje, ki je v našem interesu. Velikost območja velikokrat narekujeta sam namen in cilj naloge. Pomembno je tudi, kako bomo preučevali oz. pridobivali podatke.

Najprej je potrebno določiti območje, ki ga bomo preučevali. Določimo njegove zunanje meje – kordon, nato ga razdelimo še na notranje cone, tako dobimo jasno in prostorsko predstavo o izvoru in cilju poti. Tako lahko tudi približno ocenimo nekatere spremenljivke, kot so populacija in zaposlenost na določenih mestih. Prav tako se razdeli prostor izven kordona, vendar manj podrobno (večja območja). Znotraj področja študije so lahko tudi notranji kordoni in opazovani preseki, katerih meje lahko določajo naravni ali umetni elementi, ki imajo manjše število prehodov (reka, železnica, avtocesta, prelazi). Za določanje lokacije zunanjega kordona in posledično, katera področja bodo zunaj študije, ni strogih pravil. Pravzaprav je vse odvisno od samega obravnavanega območja in odločitve, prilagojene študiji.

## 2.4 VIRI IN SREDSTVA ŠTUDIJE

Nujno je čim jasneje in čim podrobneje vedeti, koliko osebja bo na voljo za študijo in kakšna je njihova izobrazba. Pomembno je tudi poznati program, s katerim bomo analizirali podatke, ter kje so njegove prednosti in pomanjkljivosti. V splošnem velja, da kolikor časa, ki ga namenimo pridobivanju informacij, toliko moramo nameniti tudi odločitvi, kakšen podatek bomo vnesli v program, kajti to je ključnega pomena.

Obstaja veliko možnih omejitev, od fizičnih (npr. sama velikost in topografija kraja) do socialnih in okoljskih (znano je oklevanje populacije pri odgovarjanju na določene tipe vprašanj), ki jih je potrebno upoštevati, saj bodo vplivale na oblikovanje vzorca.

Potniki pogosto niso pripravljene in nočejo sodelovati pri anketi, ker jim to vzame čas in včasih se jim zdi, da posegamo v njihovo zasebnost. To lahko povzroči ali takojšnjo zavrnitev odgovarjanja ali pa hiter in posplošen odgovor, kar je še slabše za rezultat. V mnogih državah je pred začetkom kakršne koli ankete, ki vključuje motenje potnikov, nujno privoljenje ustreznih organov.

### 3 TIPI ANKET

Kot sem že omenil, obstajata dve vrsti prometnih študij, taktična in strateška prometna študija. V primeru, ko upoštevamo strateško transportno, kjer načrtujemo za več let naprej, niso potrebni podatki samo o potovanjih, temveč tudi o uporabi zemljišč, zaposlenosti in dejavnosti na splošno.

Tipične potrebe po informacijah so:

- popis infrastrukture in razni obstoječi popisi (npr. omrežja javnega in zasebnega prometa, prometne označbe) – za kalibriranje modela,
- popis uporabe zemljišč; stanovanjskih področij (gostota naseljenosti), komercialnih in industrijskih področij (po tipu ustanovitve), parkirni prostori itd. – za modele generacije potovanj,
- izvorno-ciljne potovalne ankete (na domu, kordonih in opazovalnih presekih) v povezavi s številom prometa; hitrost in potovalni čas prometnega toka – za kalibriranje modela, še posebej za distribucijo potovanj,
- socialno-ekonomske informacije (dohodek, št. avtomobilov na gospodinjstvo, št. družinskih članov) – za modele generacije potovanj in izbire prometnega sredstva.

V nadaljevanju tega poglavja bom prikazal različne načine zbiranja podatkov. Najprej bom podrobneje opisal izvorne-ciljne ankete in nato na kratko predstavil še druge pomembne tipe anket. Na koncu pa sledi še podroben opis anket navedenih preferenc.

#### 3.1 IZVORNO CILJNE ANKETE

Poznamo več vrst izvorno-ciljnih anket. Anketa, pri kateri podatke dobimo po domovih, je ena izmed najdražjih in najbolj zahtevnih anket, vendar z njo pridobimo najbolj koristne podatke. V mnogih primerih se ne osredotočimo na zbiranje podatkov za celoten sistem modela, temveč le za nekatere njegove dele.

Ko nas zanimajo potovanja do delovnega mesta, ki v urbanih okoljih predstavljajo velik del dnevne migracije, lahko intervjuje opravimo na delovnih mestih. Pogosto je potrebno dobiti dovoljenje lokalnih oblasti, da izvedemo take intervjuje oz. ankete.

Poleg anket se opravijo tudi ročna in avtomatska štetja prometa. Znano je, da imajo tako postopki kot merilne naprave, ki jih uporabljamo za tako zbiranje podatkov, neposreden in velik vpliv na rezultate. Štetje prometa je eden glavnih podatkov, ki bo odločal o načrtovanju urbanega prevoza, saj prav na podlagi tega podatka oblikujemo model za prikaz in napoved prihodnjih potovalnih aktivnosti v prometu.

Ročno štetje prometa se uporablja za manjše vzorce podatkov in ponavadi ne traja dlje kot en dan na določeni lokaciji. Običajno se uporablja za določitev smeri vozil v križiščih, klasifikacije vozil, zasedenost vozil in gibanje pešcev.

Avtomatsko štetje prometa je ponavadi najcenejša, najenostavnejša, najbolj zanesljiva in tudi najbolj natančna metoda. Uporablja se v najrazličnejših situacijah, razen na lokacijah, kjer so ponavadi zastoji (vrste). Z avtomatskim štetjem lahko opazujemo prometni tok skozi celotno študijo in nam tako nudi informacije o prometnem toku med opazovanim dnem in daljšim obdobjem. Prav tako lahko s tem načinom štetja pridobimo informacije o 12-, 16- in 24-urnem razmerju prometnega toka.

Kritike izvorno-ciljnih anket na domu ali na delovnem mestu so:

- ankete merijo le povprečje in ne dejanskega potovalnega vedenja posameznikov,
- razišče se lahko le del posameznikovega gibanja,
- anketar pogosto slabo oceni informacije (npr. o trajanju potovanja).

Izkaže se, da meritve spremenljivk, pridobljenih s tradicionalno izvorno-ciljnimi anketami (npr. čas, razdalja, strošek potovanja), dejansko niso enake, ko jih primerjamo z objektivno izmerjenimi vrednostmi za iste spremenljivke. Kar navajajo anketiranci, se torej bistveno razlikuje od resničnosti. Morda je odgovor anketiranca izredno subjektiven in precenjen zato, ker ima za seboj slabo izkušnjo (npr. čakanje v vrstah, na avtobus itd.). Zato nastanejo

takšne razlike. Pomembno je tudi, da se podatki o prometu ne beležijo v povprečju, ampak podatek zabeležimo v povezavi s časom. Kot drugo pa ni priporočljivo, da vprašanja postavljamo posamezno, ampak jih poskušamo povezati v celoto tako, da dobimo večji pregled nad dogajanjem. Primer: anketirance vprašamo o začetnem in končnem času potovanja, namesto da vprašamo, koliko časa traja potovanje. V takem primeru dobimo bolj natančen in podroben odgovor. To je povzročilo dve pomembni posledici:

- izboljšave na področju pridobivanja podatkov pri izvorno-ciljnih anketah,
- razvoj alternativnih zbiranj podatkov, kot je potovalni dnevnik.

### 3.1.1 Kdaj opraviti anketo

Na odločitev o primernem datumu za izvedbo izvorno-ciljne ankete vplivajo cilji ankete. Vendar običajno zbiramo podatke o potovalnem vedenju prebivalcev obravnavanega območja na tipičen delovni dan. V tem primeru izkušnje kažejo, da sta za to najboljši pomlad in jesen. Poletje ni primerno, ker vključuje dopuste. Zimsko obdobje pa ni primerno zaradi klimatskih razmer, ki povzročijo nenormalno potovalno vedenje, tako z vidika opravljenih poti kot uporabljenih prevoznih sredstev. Če je glavni cilj pridobitev podatkov za tipičen delovni dan, potem izključimo ponedeljek in petek. Ob ponedeljkih je stopnja odsotnosti z delovnega ali študijskega mesta višja. V petkih pa zabeležimo več potovanj kot ostale delovne dni.

Glede časa anketiranja pretekle izkušnje kažejo, da se najboljši rezultati anket na domu dobijo v obdobju dneva, ko so ljudje doma. To je običajno med 18. in 21. uro. Na delovnem mestu pa je najustreznejši čas ankete med 8. in 16. uro. To dejstvo kaže, zakaj je ta tip ankete tako zanimiv. Čas za izvajanje ankete je namreč skoraj cel dan.

Pred začetkom anketiranja na domu lahko izvedemo poskusno anketiranje. Domove obiščemo ob različnih urah, poskušamo z različnimi metodami anketiranja ter tako določimo najprimernejšo kombinacijo pred dejanskim izvajanjem ankete.

### 3.1.2 Trajanje ankete

Idealno bi bilo anketirati izbrani vzorec (določeno št. populacije) v enem dnevu, da bi dobili posnetek trenutnega stanja. Vendar pa je, glede na veliko število anketirancev, izvajanje anket v obdobju nekaj dni postala splošna praksa. Za to obdobje izobrazimo majhno število anketarjev, ki postanejo zelo izkušeni in jih lahko nadziramo. Nato predvidevamo, da so pridobljeni podatki v dneh anketiranja dobra reprezentacija odgovorov, ki bi jih dobili v enem samem dnevu, kar se za večino primerov zdi razumna hipoteza.

### 3.1.3 Oblikovanje ankete

Vprašanja poskušamo razvrstiti tako, da je odpor anketiranca do ankete čim manjši. Kadar je le mogoče zastavimo težja ali manj prijetna vprašanja na koncu. Vprašalnik in intervju bi morala zadostiti naslednjim ciljem:

- vprašanja morajo biti preprosta in neposredna,
- število odprtih vprašanj mora biti čim manjše,
- informacije o potovanju je treba pridobiti v povezavi z vzrokom (aktivnostmi) za potovanje,
- v primeru anket na domu naj bi osebno intervjuvali vsakega člana gospodinjstva nad 12 let, ostale (npr. med 5 in 12 leti) pa naj bi spraševali posredno preko staršev ali drugih starejših članov gospodinjstva.

Na splošno se izvorno-ciljne ankete na domu delijo na tri dele: identifikacija osebe in njene značilnosti, podatki o potovanju ter značilnosti gospodinjstva. V vsakem od teh iščemo naslednje informacije:

- Identifikacija osebe in njene značilnosti. Ta del vključuje vprašanja, oblikovana za klasifikacijo članov gospodinjstva (starejših od 5 let) glede na "glavo" gospodinjstva (npr. žena, sin), spol, starost, vozniško dovoljenje, stopnjo izobrazbe in aktivnosti.

- Podatki o potovanju. V tem delu ankete zapišemo in karakteriziramo vsa potovanja, ki jih izvajajo člani gospodinjstva. Potovanje je običajno definirano kot vsako gibanje, daljše od 300 metrov od začetka do cilja, z določenim namenom. Potovanja označujejo številne spremenljivke, npr.: začetek in cilj, namen potovanja, začetni in končni čas potovanja, uporabljen način potovanja, razdalja peš (vključno s prestopi), linije javnega prevoza in prestopne postaje ali avtobusne postaje (če se nanaša).
- Značilnosti gospodinjstva. Ta del vključuje nekaj vprašanj, oblikovanih za pridobivanje socialno-ekonomskih podatkov o gospodinjstvu. Relevantna vprašanja so: značilnosti doma, identifikacija vozil v gospodinjstvu, lastništvo doma in dohodek.



V spodnjih slikah je prikazan gospodinjski vprašalnik (Slika 1) in osebni vprašalnik (Slika 2).

## GOSPODINJSKI VPRAŠALNIK

Skupno število članov gospodinjstva (ne glede na starost)		<input type="text"/>	oseb	Skupni zadnji mesečni neto dohodek gospodinjstva (plače, pokožnine, honorarji, štipendije, nagrade, vzdrževalnine, ... )
Število koles v gospodinjstvu		<input type="text"/>	koles	
Ali imate na voljo garažo ali parkirni prostor ?				
Doma (v osebni lasti ali najemu)	Na delovnem mestu/šoli (v osebni lasti ali najemu)			
<input type="checkbox"/> 1 Da	<input type="checkbox"/> 1 Da			
<input type="checkbox"/> 2 Ne	<input type="checkbox"/> 2 Ne			
<input type="checkbox"/> 1 do 49.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 2 od 50.000 do 99.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 3 od 100.000 do 149.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 4 od 150.000 do 199.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 5 od 200.000 do 249.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 6 od 250.000 do 299.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 7 od 300.000 do 399.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 8 od 400.000 do 499.999 SIT				
<input type="checkbox"/> 9 500.000 ali več				

Prosimo, navedite najprimernejši čas, ko Vas lahko pokličemo, če bodo potrebna dodatna pojasnila.

ura:min

Ali bi še kdaj sodelovali v podobni prometni anketi ?

1 Da

2 Ne

Slika 1: Gospodinjski vprašalnik

## OSEBNI VPRAŠALNIK za \_\_\_\_\_

(Prosimo, vpišite svoje ime)

1. Starost <input type="text"/> let	2. Spol <input type="checkbox"/> Ženski <input type="checkbox"/> Moški	4. Zaposlitev <input type="checkbox"/> Zaposlen <input type="checkbox"/> Študent / dijak	5. Brez avta ne morete opravljati dela <input type="checkbox"/> Da <input type="checkbox"/> Ne	6. Kje opravljate svoje delo? <input type="checkbox"/> Doma (nadaljuje z vprašanjem 9) <input type="checkbox"/> Na drugem mestu
3. Vozniško dovoljenje B kategorije <input type="checkbox"/> Imam <input type="checkbox"/> Nimam		<input type="checkbox"/> Nezaposlen <input type="checkbox"/> Gospodinja <input type="checkbox"/> Upokojenec <input type="checkbox"/> Drugo <input type="text"/>	7. Naslov delovnega mesta / fakultete / šole <input style="width: 100%;" type="text"/> <i>(občina, kraj, cesta, hišna številka ALI najbližje križišče)</i>	

8. Ste danes kam potovali ? <input type="checkbox"/> NE – Hvala! Ni vam treba več izpolnjevati vprašalnika <input type="checkbox"/> DA – Prosimo, nadaljujte	9. Kje se je začelo prvo potovanje ? <input type="checkbox"/> Doma <input type="checkbox"/> Na drugem mestu: <input style="width: 80%;" type="text"/> <i>(občina, kraj, cesta, hišna številka ALI najbližje križišče)</i>
--	--

<b>P O T O V A N J E</b>	<input type="text"/> : <input type="text"/> <b>PRIČETEK</b> (ura:min)	<b>CILJ (NAMEN)</b> <input checked="" type="checkbox"/> samo en odgovor <input type="checkbox"/> Sprememba prevoznega sredstva <input type="checkbox"/> Nekoga prepeljati (v/iz šolo/e, vrtec/a, službo/e) <input type="checkbox"/> Delovno mesto <input type="checkbox"/> Poslovno (pot opravljena v delovnem času) <input type="checkbox"/> Šola, študij <input type="checkbox"/> Redni nakup (hrana, čistila, bencin, časopis,...) <input type="checkbox"/> Izredni nakup (obleka, pohištvo, orodje,...) <input type="checkbox"/> Osebni opravki (v banko, k zdravniku, frizerju,...) <input type="checkbox"/> V restavracijo, bife (npr. na kosilo, pijačo,...) <input type="checkbox"/> Rekreativna, zabava <input type="checkbox"/> Obisk svojcev, prijateljev, znancev <input type="checkbox"/> Vrnitev domov	<b>PREVOZNO SREDSTVO</b> <input checked="" type="checkbox"/> samo en odgovor <input type="checkbox"/> avto kot voznik, in v avtu je bilo <input type="checkbox"/> potnikov (vključno z vami) <input type="checkbox"/> avtobus <input type="checkbox"/> vlak <input type="checkbox"/> avto kot sopotnik <input type="checkbox"/> moped / motor <input type="checkbox"/> kolo <input type="checkbox"/> peš <input type="checkbox"/> Drugo <input type="text"/> (npr. taxi,...)	<b>CENA PREVOZA</b> Parkirnina <input type="text"/> SIT Cestnina <input type="text"/> SIT Vozovnica <input type="text"/> SIT Potovanje je trajalo <input type="text"/> minut
	<b>NASLOV CILJA</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> <i>občina, kraj/naselje (npr. Vrhnika, Celje, Celovec, LJ, ...)</i> <hr/> <hr/> 1 cesta, hišna št. ALI najbližje križišče (npr. Dunajska/Samova) <b>Ime objekta, območja</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> <i>(npr. Abanka, BTC, Tivoli...)</i>			

<b>P O T O V A N J E</b>	<input type="text"/> : <input type="text"/> <b>PRIČETEK</b> (ura:min)	<b>CILJ (NAMEN)</b> <input checked="" type="checkbox"/> samo en odgovor <input type="checkbox"/> Sprememba prevoznega sredstva <input type="checkbox"/> Nekoga prepeljati (v/iz šolo/e, vrtec/a, službo/e) <input type="checkbox"/> Delovno mesto <input type="checkbox"/> Poslovno (pot opravljena v delovnem času) <input type="checkbox"/> Šola, študij <input type="checkbox"/> Redni nakup (hrana, čistila, bencin, časopis,...) <input type="checkbox"/> Izredni nakup (obleka, pohištvo, orodje,...) <input type="checkbox"/> Osebni opravki (v banko, k zdravniku, frizerju,...) <input type="checkbox"/> V restavracijo, bife (npr. na kosilo, pijačo,...) <input type="checkbox"/> Rekreativna, zabava <input type="checkbox"/> Obisk svojcev, prijateljev, znancev <input type="checkbox"/> Vrnitev domov	<b>PREVOZNO SREDSTVO</b> <input checked="" type="checkbox"/> samo en odgovor <input type="checkbox"/> avto kot voznik, in v avtu je bilo <input type="checkbox"/> potnikov (vključno z vami) <input type="checkbox"/> avtobus <input type="checkbox"/> vlak <input type="checkbox"/> avto kot sopotnik <input type="checkbox"/> moped / motor <input type="checkbox"/> kolo <input type="checkbox"/> peš <input type="checkbox"/> Drugo <input type="text"/> (npr. taxi,...)	<b>CENA PREVOZA</b> Parkirnina <input type="text"/> SIT Cestnina <input type="text"/> SIT Vozovnica <input type="text"/> SIT Potovanje je trajalo <input type="text"/> minut
	<b>NASLOV CILJA</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> <i>občina, kraj/naselje (npr. Vrhnika, Celje, Celovec, LJ, ...)</i> <hr/> <hr/> 2 cesta, hišna št. ALI najbližje križišče (npr. Dunajska/Samova) <b>Ime objekta, območja</b> <input style="width: 100%;" type="text"/> <i>(npr. Abanka, BTC, Tivoli...)</i>			

Slika 2: Osebni vprašalnik

### 3.1.4 Velikost vzorca

Izvorno-ciljne ankete na domu se običajno opravljajo na zelo velikih naključnih vzorcih. Preglednica 1 kaže podane vrednosti, ki so priporočljive in so v uporabi že več kot 20 let (Burton, 1985), a se jih le redko uporablja v praksi.

Preglednica 1: Priporočene velikosti vzorca v tradicionalnih anketah

Naseljenost področja	Velikost vzorca (bivanjske enote)	
	Priporočljiva	Minimum
Pod 50.000	1 od 5	1 od 10
50.000–150.000	1 od 8	1 od 20
150.000–300.000	1 od 10	1 od 35
300.000–500.000	1 od 15	1 od 50
500.000–1.000.000	1 od 20	1 od 70
Nad 1.000.000	1 od 25	1 od 100

Zgoraj podanih vrednosti, ki so priporočljive, tudi v preteklosti niso upoštevali. Večina izvorno-ciljnih anket na domu je bila oblikovana na osnovi zelo ohlapnih ciljev, kot so na primer reproduciranje vzorcev potovanja na področju.

Če so potrebna razmerja generacij potovanj po področju, se pokaže, da vrednosti, ki se dobijo z vzorcem 1000 posameznikov, zagotavljajo 90 % verjetnost s 5 % toleranco (napako). Vendar pa se situacija dramatično spremeni, če se osredotočimo na število potovanj na vsaki celici tipične izvorno-ciljne matrike (tj. s številnimi conami; na to očitno vpliva stopnja podrobnosti). Na primer, če ima vsaka celica okoli 1000 potovanj, se pokaže, da vzorec (z velikostjo 4,3 %) zagotavlja manj od 25 % napak z 90 % stopnjo zaupanja; vendar pa za volumen 20 do 30 potovanj med conami (ki so v praksi zelo pogoste) ista stopnja točnosti zahteva 100 % vzorca (tj. celotno populacijo).

Zgornji primeri kažejo, da zbiranje velikosti vzorca ni enostavno. Zelo je pomembno, kakšne cilje hočemo doseči z anketo, pomembna pa je tudi odločitev, koliko truda bomo namenili za samo natančnost rezultatov (Brög in Ampt, 1982).

Koeficient variacije merjenih spremenljivk je bil v preteklosti neznanka, sedaj pa ga lahko ocenimo z uporabo prejšnjih anket na domu, ki so se izvedle v zadnjih letih. Analitik se odloča, kakšni bosta stopnja natančnosti (odstotna napaka, sprejemljiva za analitika) in stopnja zaupanja, na podlagi osebnih izkušenj in dane situacije. Vsak vzorec lahko hitro postane prevelik, če se zahteva prestroga stopnja natančnosti. Določitev velikosti vzorca je težka naloga.

Ko enkrat poznamo te tri dejavnike, lahko izračunamo velikost vzorca ( $n$ ) s sledečo formulo (M. E. Smith, 1979):

$$n = \frac{cv^2 z_{\alpha}^2}{e^2} \quad (2.1)$$

kjer je:

- cv      koeficient variacije,
- e      relativna dovoljena napaka,
- $z_{\alpha}$       zahtevana stopnja zaupanja ( $\alpha$ ).

Primer 1:      Predpostavimo, da hočemo izmeriti število potovanj v enem gospodinjstvu na določenem območju in da imamo za to spremenljivko podatke o koeficientu variacije na različnih lokacijah v ZDA, kot sledi:

Področje	CV
Povprečje za ZDA (1969)	0,87
Pensilvanija (1967)	0,86
New Hampshire (1964)	1,07
Baltimore (1962)	1,05

Ker so vse vrednosti blizu ena, izberemo to število zaradi ustreznosti. Odločitev o natančnosti in stopnji zaupanja je zelo zahtevna; enačba (2.1) pokaže, da če predpostavimo prestroke stopnje, se velikost vzorca eksponentno poveča. Po drugi strani pa je v tem primeru ustrezno popraviti stroge stopnje, ker je število potovanj na gospodinjstvo ključna spremenljivka (tj., če je to število zelo napačno, je resno ogrožena natančnost nadaljnjih modelov). V tem primeru se odločimo za 0,05 stopnjo natančnosti na 95 % stopnji.

Za  $\alpha = 95 \%$  je vrednost  $Z_{\alpha}$  1,645, torej dobimo:

$$\text{Napaka! Zaznamek ni definiran. } n = \frac{1,0(1,645)^2}{(0,05)^2} = 1084,$$

zadostoval bi vzorec približno 1100 opazovanj, da zagotovimo mero potovanj s 5 % toleranco v 95 % primerov.

### 3.1.5 Popravljanje podatkov

V preteklosti se je v praksi velikokrat uporabilo preprosto širjenje vzorca, kar pa ni primerno. Da bi dosegli rezultate, ki so reprezentativni, zanesljivi in veljavni za vso populacijo, je potrebno popraviti podatke, pridobljene iz anket (Brög in Erl, 1982).

Danes se pridobljeni podatki popravljajo z vrsto korekcijskih korakov:

- Popravljanje po velikosti gospodinjstva. Enota za analizo je posameznik (en član gospodinjstva), ki ga izberemo iz imenika naslovov. Možno je, da izberemo preveč velikih in/ali premalo majhnih gospodinjstev. To težavo rešimo tako, da primerjamo velikost vzorčne družine z velikostjo povprečne družine in primerno ukrepamo.
- Socialnodemografsko popraviljanje. To popraviljanje je potrebno, če zaznamo razlike v obnašanju spremenljivk spola in starosti med vzorcem in celotno populacijo. Popravek opravimo, ko smo že popravili velikost gospodinjstva.
- Popravljanje neodzivnosti. Problem ali napako povzročijo variacije potovanj med tistimi, ki so odgovarjali oz. so bili dosegljivi, in tistimi, ki niso odgovarjali ali so bili težje dosegljivi za anketo (to so ljudje, ki več potujejo in jih težje anketiramo,

ker so več zdoma). Dejavnike za popravljanje takega problema je možno oceniti na osnovi števila obiskov, ki so potrebni za izpolnitev vprašalnika. Popravek opravimo po prejšnjih dveh popravkih. Ta popravek lahko povzroči velike spremembe podatkov.

- Popravljanje neprijavljenih potovanj. To se zgodi, ker izvorno-ciljne ankete na domu sprašujejo samo po namenskih in ne tudi po naključnih potovanjih. Zato je zanimivo primerjati število namenskih potovanj (iz izvorno-ciljnih anket) s potovanji, ki so bolj podrobno zabeležena v potovalnih dnevnikih s poudarkom na neobveznih potovanjih. Metoda za popravljanje upošteva naslednje korake (Ortúzar in Hutt, 1988):

- Gospodinjstvo razdelimo v kategorije (npr. definirane po dohodku, številu avtomobilov in velikosti družine); vsaka kategorija mora imeti vsaj 30 opazovanj iz ankete s potovalnim dnevnikom, da lahko potrdimo namen potovanja in zagotovimo povprečje.
- Izračunamo povprečno število namenskih potovanj (in njihovo varianco) za vsako kategorijo tako za izvorno-ciljne ankete kot za podatke iz potovalnega dnevnika. Naj bo  $\overline{X}_a$  in  $\overline{X}_b$  sredina, varianci pa  $S_a$  in  $S_b$ . Izračunamo  $D = \overline{X}_a - \overline{X}_b$ .
- Minimalno zaznavno razliko ( $d$ ) med sredinama določene spremenljivke  $X$  v dveh vzorcih velikosti  $N_a$  in  $N_b$  odkrijemo v 80 %, in takrat je njuna dejanska razlika ( $D$ ) očitna pri 95 % stopnji, podana je z naslednjo enačbo (Skelton, 1982):

$$d = 2,8 \left( \frac{S_a}{N_a} + \frac{S_b}{N_b} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.2)$$

- Če  $D > d$ , je razlika očitna. Torej, če je povprečje potovanj v tej kategoriji manjše v izvorno-ciljnih anketah kot v potovalnem dnevniku, ga moramo faktorizirati, da bo enako povprečni meri potovanj v dnevnikih. Če se pripeti obratno, ne izvajamo popravkov (tj., popravek je že faktor sam).
- Če  $D \leq d$ , razlika ni očitna in popravki niso potrebni.

### 3.1.6 Širjenje vzorca

Ko enkrat popravimo podatke, jih razširimo, da predstavljajo celotno populacijo. To dosežemo z definiranjem širitvenih faktorjev, za vsako cono študije, kot razmerje med skupnim številom naslovov v coni ( $A$ ) in številom, ki ga predstavlja končni vzorec. Pogosto pa so podatki naslovov v coni ( $A$ ) zastareli. Z naslednji izrazom popravimo ta problem:

$$F_i = \frac{A - A(C + CD/B)/B}{B - C - D}$$

Kjer je  $F_i$  faktor širitve za cono  $i$ ,  $A$  je skupno število uradno registriranih naslovov,  $B$  je skupno število naslovov iz vzorca,  $C$  je število naslovov iz vzorca, ki niso bili v uporabi (npr. porušeni, nenaseljeni), in  $D$  je število naslovov iz vzorca, kjer ni bilo odziva. Kot lahko vidimo, če je  $A$  popoln (tj.  $C = 0$ ), je faktor preprosto  $A/(B - D)$ , kot je definirano zgoraj.

### 3.1.7 Potrjevanje veljavnosti rezultatov

Preden potrdimo veljavnost podatkov, ki smo jih dobili iz izvorno-ciljnih anket, jih običajno preverimo s tremi postopki. Prvi upošteva preverjanje popolnosti in koherentnosti podatkov na terenu, ki mu običajno sledi njihovo kodiranje in digitaliziranje v pisarni. Drugi je računsko preverjanje veljavnih razponov za večino spremenljivk in notranje konsistence podatkov na splošno. Ko so ti postopki zaključeni, predvidevamo, da so podatki brez očitnih napak. Za izvedbo zadnjega procesa je med izvajanjem izvorno-ciljnih anket nujno štetje prometa pri kordonih in opazovanih presekih. Nato popravljene in razširjene anketne podatke primerjamo z dobljenimi informacijami štetja prometa, ki jih tudi korigiramo glede na naseljenost območja (tako vozil kot pešcev). Zadnja stopnja običajno povzroči nekaj praktičnih težav, saj primerjamo anketne podatke z neodvisnimi in zanesljivejšimi informacijami (preštevamo vsa vozila, ne le vzorčnih), zato se pri nepredvidni izvedbi naloge lahko pojavijo velike napake.

### 3.2 OBCESTNI INTERVJUJI

Pogosto so obcestni intervjuji boljša metoda za ocenjevanje matrik potovanj kot anketiranje na domu, saj so možni večji vzorci. Izvajamo jih na vsaki cesti, ki prečka kordon, opazovan presek ali mejo notranje celice. Uspeh te naloge je tudi v sodelovanju prometnih udeležencev in pomoči policije. Obcestni intervjuji nudijo uporabne informacije o potovanjih, ki v gospodinjstvu niso registrirana. Na primer potovanja, ki gredo čez kordon (se samo peljejo skozi opazovano območje). Zaradi tega razloga so zbrani podatki uporabni tudi za potrjevanje veljavnosti in razširjanje informacij iz gospodinjstev.

Pri obcestnih intervjujih voznikom in potnikom v vozilih (npr. avtomobilih, javnih prevozih, tovornem prevozu) postavimo nekaj vprašanj; med njimi so vsaj začetek, cilj in namen potovanja. Druge informacije (starost, spol in dohodek) so prav tako zaželeni, a se po njih redko vpraša zaradi časovnih omejitev, vendar pa lahko izurjeni anketarji na hitro ocenijo vsaj del teh podatkov.

Izvedba teh intervjujev zahteva precej organizacije in načrtovanja, da se izognemo motnjam prometa, da zagotovimo varnost in dobimo kvalitetne rezultate. Za uspešno anketo je potrebno izbrati primerno mesto, urediti razsvetljavo in sodelovati s policijo. Tu se bom osredotočil na problematiko velikosti vzorca in natančnosti.

Za določanje velikosti vzorca lahko uporabimo naslednjo enačbo:

$$n > \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (2.3)$$

kjer je:

- $n$       število anketiranih potnikov,
- $p$       razmerje potovanj z danim ciljem,
- $e$       relativna dovoljena napaka (izražena kot razmerje),
- $z$       zahtevana stopnja zaupanja,
- $N$       velikost populacije (npr. opazovan tok potnikov na obcestni postaji).



Lahko vidimo, da ob danih  $N$ ,  $e$  in  $z$ , da vrednost  $p = 0,5$  najvišjo (tj. najbolj konzervativno) vrednost za  $n$  v enačbi (2.2). Ko vzamemo to vrednost in upoštevamo  $e = 0,1$  (tj. maksimalna napaka 10 %) in  $z = 1,96$  (kar ustreza stopnji zaupanja 95 %), dobimo vrednosti, prikazane v preglednici 2.

Preglednica 2: Variacija velikosti vzorca s tokom na uro

	$n$	$100n/N$
(potniki/uro)	(potniki/uro)	(%)
100	49	49,0
200	65	32,5
300	73	24,3
500	81	16,2
700	85	12,1
900	87	9,7
1100	89	8,1

Primer 2: Raziskava zgodovinskih podatkov med pripravljanim delom za občestni intervju je razkrila, da prometni tok mimo postaje za anketiranje čez dan zelo variira. To ugotovitev je težko upoštevati v preglednici 2, zato je bila razvita sledeča poenostavljena preglednica:

Ocenjen tok na uro	Velikost vzorca
potniki/uro	%
900 ali več	10,0 (1 od 10)
700 do 899	12,5 (1 od 8)
500 do 699	16,6 (1 od 6)
300 do 499	25,0 (1 od 4)
200 do 299	33,3 (1 od 3)
1 do 199	50,0 (1 od 2)

Postopek dela na terenu zahteva naključno ustavljanje ustreznega števila vozil, intervjuvanje vseh potnikov in spraševanje po začetku, cilju in namenu potovanja. V primeru intervjuvanja potnikov na javnem prevozu se anketo lahko izvede med potovanjem, da se izognemo ustavljanju javnega prevoza in njihovim zamudam. Da to deluje, je nujno definirati cestne odseke namesto postaj, število intervjuvancev pa je odvisno od zasedenosti opazovanih vozil na odseku. Ta pristop je lahko neuporaben, če so vozila prepolna.

### 3.3 ŠTUDIJE JAVNEGA PREVOZA

Če na obravnavanem študijskem območju veliko ljudi uporablja javni prevoz, je smotno, da pod drobnogled vzamemo tudi to. Glavni podatki, ki jih zberemo za javne prevoze, so:

- javne poti in postajališča,
- frekvenca storitve,
- potni stroški,
- število potnikov,
- število ljudi, ki čaka v vrsti, in povprečni čas čakanja.

Veliko od zgoraj naštetih podatkov nam lahko pove tudi voznik javnega prevoza, prav tako nam lahko posreduje informacijo o zasedenosti vozila. Število potnikov opazujemo na vnaprej določenih cestnih odsekih, kjer je javni prevoz najbolj obremenjen, in tudi na drugih pomembnih točkah (v bližini, kjer je bila opravljena izvorno-ciljne anketa). Glede na zasedenost javnega prevoza lahko štetje potnikov opravimo na različne načine:

- malo zasedeno: preštejemo potnike,
- zasedeno: preštejemo proste sedeže in odštejemo od kapacitete javnega prevoza,
- zelo zasedeno: preštejemo število potnikov, ki stojijo, in prištejemo znani kapaciteti.

Opazovanja opravimo v prometnih konicah in izven njih.

### 3.4 ŠTUDIJE NA KORDONIH IN OPAZOVANIH PRESEKIH

Tovrstne ankete pomagajo pri dopolnjevanju informacij izvorno-ciljnih anket na domu. Njihov cilj je določiti število potovanj, ki vstopajo, zapuščajo in/ali sekajo področje kordona. Večinoma se jih izvaja na zunanjih kordonih, lahko pa tudi na notranjih. Za zmanjšanje zamude včasih vključujejo ustavljanje določenega števila vozil, ki vozijo mimo kontrolne postaje (običajno s policijsko pomočjo), pri čemer se priloži kratek vprašalnik, ki ga anketiranci vrnejo po pošti. V nekaterih danskih študijah se na kontrolni postaji zabeleži nekaj registrskih tablic in tako vprašalnike pošljejo na ustrezne naslove, shranjene v računalniku. Problem je v tem, da se običajno vrne manj kot polovica poslanih vprašalnikov. Obenem pa se je ugotovilo, da je tip osebe, ki vrne vprašalnik, drugačen od tistega, ki je ne, in tako so odgovori pristranski (Brög in Meyurg, 1980).

Opazovani presek razdeli območje na dva dela (npr. eno izmed con obravnavanega območja). Običajno leži vzdolžno z naravnimi ali umetnimi preprekami (oba rečna bregova ali strani avtoceste) z redkimi križišči (prehodi) med njimi. Postopek je enak kot pri študijah na kordonu in se prav tako uporabljajo za zapolnjevanje lukenj in potrjevanje informacij, ki prihajajo iz gospodinjskih anket in študij na kordonu.

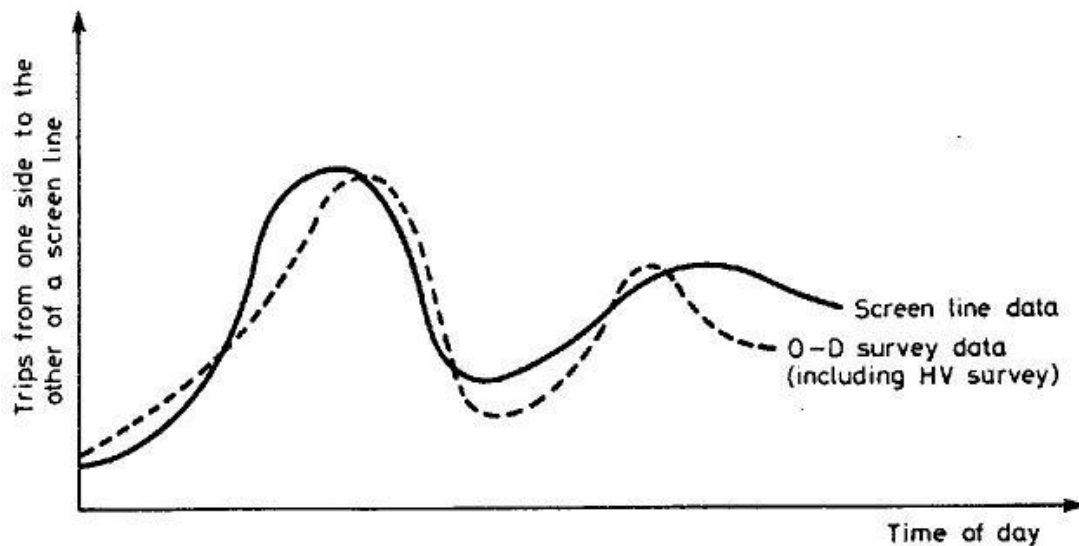
### 3.5 POTOVALNI DNEVNIK

To je poseben tip ankete, ki priskrbi podoben tip informacij kot izvorno-ciljne ankete, vendar je še bolj podroben. Članom gospodinjstva se razdelijo potovalni dnevniki, ki jih sami izpolnjujejo čez dan v času študije. Zato mora potovalni dnevnik zadostiti naslednjim ciljem:

- enostaven za prenašanje (za to je potreben majhen format, ki ga je možno spraviti v žep ali torbico),
- enostavno razumljiv za uporabnika (Ortúzar in Hutt, 1988),
- enostaven za izpolnjevanje (v naprej ponujeni različni odgovori).

Razloga za izvajanje potovalnega dnevnika sta dva. Prvič, pomagati pri splošni korekciji procesa izvorno-ciljnih anket. Drugič, da si ustvarimo podatkovno bazo, na osnovi katere se bomo lažje odločili, kakšen model izbrati. Ta metoda vključuje naslednje korake:

- Pri prvem obisku gospodinjstva (ne sme biti isto kot tisto, v katerem smo opravili izvorno-ciljno anketo) zberemo iste socialno-ekonomske podatke kot pri izvorno-ciljni anketi. Člane gospodinjstva na hitro poučimo, kako uporabiti potovalni dnevnik, in jih prosimo, da ga izpolnijo z vsemi podrobnosti potovalnih podatkov (Brög in Ampt, 1982).
- Pri drugem obisku poberemo izpolnjene potovalne dnevnike in po potrebi pomagamo pri izpolnjevanju obrazcev.



Grafikon 1: primerjava podatkov zajetih z anketami in opazovanim presekom

Potovalne dnevnike se obdelata v dveh stopnjah: v prvi stopnji obdelamo podatke, ki jih uporabimo za popraviljanje izvorno-ciljne ankete. V drugi stopnji pa zelo natančno obdelamo podatke za vsako potovanje posameznika. Te podatke potrebujemo za oceno modela.

### 3.6 ANKETE NAVEDENIH PREFERENC

Prejšnja obrazložitev je potekala pod predpostavko, da izbrani podatki ustrezajo informacijam opazovanih preferenc (to pomeni podatke o dejanskih ali opazovanih izbirah posameznikov). Redko imamo možnost, da dejansko opazujemo izbiro posameznika. Običajno le zberemo podatke o tem, kar ljudje povedo, kaj počnejo, ali pogosteje, kaj so počeli pretekle dni. Opazovane preference imajo določene omejitve:

- Opazovanja dejanskih izbir ne nudijo veliko različnih podatkov, ki so nujni za izdelavo dobrih modelov za ocenjevanje in napovedovanje. Na primer, potovalni čas in stroški so lahko medsebojno odvisni v vzorcu, tako da je zelo težko ločiti njihove učinke v ocenjevanju modela in s tem tudi njegovo napovedovanje namenov.
- Na opazovano vedenje lahko vpliva le nekaj pomembnih dejavnikov, zaradi česar je težko zaznati pomembnost ostalih dejavnikov. To je posebej problematično pri drugih kvalitativnih dejavnikih, kot so informacijske storitve javnega prevoza, varnosti, opreme. Investicijski stroški za te dejavnike so visoki, zato je potrebno predhodno ugotoviti, koliko pomenijo potnikom, preden jih realiziramo.
- Težave pri zbiranju podatkov, kadar gre za čisto novo situacijo, na primer za nov način transporta.

Če bi dejansko opazovali izbiro posameznika v mestih ali prevoznih sistemih, bi lahko te omejitve premagali. Vendar se to v praksi ne izvaja oziroma so priložnosti zelo omejene. Zato lahko naredimo anketo v smislu namišljenega eksperimenta, utemeljenega na hipotetičnih situacijah, ki nudijo dober približek. Tako anketo imenujemo anketa navedenih preferenc. Ankete navedenih preferenc so oblikovane tako, da lahko potek ankete spreminjamo glede na prejšnje odgovore anketiranca. Zato lahko to na nek način poimenujemo tudi eksperimentalna zasnova ankete.

Opazovane preference se od navedenih preferenc razlikujejo v tem, da pri navedenih preferencah posamezniki odgovarjajo, kaj bi storili (ali kako bi razvrstili določene

možnosti) v eni ali več hipotetičnih situacijah. Te situacije si izmislimo glede na potrebe ankete:

- odločitev anketiranca je lahko hipotetična ali resnična (anketiranec se odloči med obstoječo alternativo ali alternativo, ki bo možna šele v prihodnje),
- navedeni odgovori so pogosto hipotetični, čeprav je lahko eden izmed njih resničen (prav ta, ki ga anketiranec izbere),
- odgovor posameznika je lahko izbira med navedenimi odgovori ali samo njegova preferenca, izražena na številne načine.

Najbolj osnoven problem pri zbiranju podatkov navedenih preferenc je v tem, koliko lahko zaupamo posameznikom, da bodo dejansko storili to, kar so rekli. Dejanske izkušnje iz preteklih let so slabe, saj so bile v večini primerov razlike med predvideno in dejansko izbiro velike (npr. le polovica ljudi je res storila tako, kot je rekla, da bo) (Ortúzar, 1980a).

V zadnjem času poročajo o boljšem ujemanju z resničnostjo, in sicer s pomočjo uporabe podatkov navedenih preferenc (Louviere, 1988). To je posledica tega, da so metode zbiranja podatkov navedenih preferenc zelo napredovale in so sedaj zelo zahtevne, ne le v smislu oblikovanja ankete, temveč tudi v njihovih zahtevah po strokovnosti anketarjev in postopkih za zagotavljanje kvalitete.

Glavne značilnosti ankete:

- temelji na pridobivanju izjav anketirancev (katero od predstavljenih alternativ bi izbrali v predstavljenih hipotetičnih situacijah),
- vsaka možnost je predstavljena kot kombinacija različnih lastnosti (potovalni čas, cena, zanesljivost itd.),
- raziskovalec si izmisli te hipotetične alternative tako, da se lahko oceni učinek za vsako lastnost posebej. To dosežemo s pravilno zasnovano obliko, ki zagotavlja, da so lastnosti različne in v vsaki kombinaciji statistično neodvisne ena od druge,
- raziskovalec mora anketirancem razložiti podane odgovore (hipotetične alternative) tako, da jih razumejo, se jim zdijo verjetni in realni ter se z njimi lahko poistovetijo,

- anketiranci lahko izražajo svoje preference z razvrščanjem alternativ po atraktivnosti, z ocenjevanjem alternativ po danem merilu ali zgolj z izbiro najljubše alternative med danimi,
- odgovore anketirancev nato analiziramo in ugotovimo, kakšna je pomembnost posameznih lastnosti na odločitve.

Slika 3 kaže primer prezentacije alternativ navedenih preferenc za avtobusne storitve. Vsaka alternativa je opisana na kartici, ki ima svoje lastnosti: cena, čas na vozilu, prestopanje. Anketiranec mora te kartice razvrstiti od najboljše do najslabše alternative, kar se preprosto doseže s premikanjem kartic.

Cena	Prestopanje	Čas na avtobusu	Čas hoje
70 p	Ni	15 minut	10 minut

Cena	Prestopanje	Čas na avtobusu	Čas hoje
70 p	Ni	20 minut	8 minut

Cena	Prestopanje	Čas na avtobusu	Čas hoje
85 p	Ni	15 minut	10 minut

Cena	Prestopanje	Čas na avtobusu	Čas hoje
85 p	1	15 minut	8 minut

Slika 3: Primer vaje z rangiranjem navedenih preferenc

Prednost anketiranja z navedenimi preferencami je v prostem oblikovanju ankete, s katero pridobimo podatke, ki so za študijo res pomembni. Vendar morajo biti vprašanja oblikovana tako, da zagotovijo, da so vsi odzivi anketirancev realni oziroma da so njihovi odzivi najbližji dejanski odločitvi, če bi te možnosti resnično obstajale.

To ravnotežje mora biti doseženo na različnih stopnjah ankete navedenih preferenc:

- vsak odgovor mora vsebovati ključne lastnosti podanih alternativ ter mora biti verjeten in realen,
- anketirancu oblikujemo ustrezen način predstavitve možnosti in način, kako izrazi svoje preference. Predstavitev in oblika morata biti anketirancu čim bolj razumljiva,
- izberemo način vzorčenja, ki omogoča najbolj reprezentativne podatke,
- anketa mora biti primerno izvedena, uvajamo nadzor in druge postopke za zagotavljanje kvalitete,
- uporabimo primerne tehnike za nastavitve modela, po možnosti kombiniranje in primerjavo podatkov navedenih in opazovanih preferenc.

### 3.6.1 Lastnosti in alternative navedenih preferenc

Eden glavnih elementov ankete z navedenimi preferencami je snovanje hipotetičnih (a realnih) možnosti, ki jih poimenujemo tudi tehnološko možne alternative. Te definiramo na osnovi faktorjev, ki najbolj vplivajo na odločitve. Oblikovanje tehnološko možnih alternativ zahteva tri različne naloge:

- Identifikacija vseh možnih alternativ. Število možnih odgovorov običajno poda sam cilj ankete, vendar ne smemo izpustiti realnih možnosti, ki bi jih uporabnik morda izbral v prihodnosti. Na primer, pri študiji potencialnih odzivov voznikov na nove načine plačevanja cestnine ni razumno upoštevati drugih načinov potovanja. Medtem ko sta lahko sprememba časa odhoda ali sprememba drugih ciljev (da se izognemo dražji cestnini) zelo pomembna odgovora. Če ju izpustimo, postavimo anketiranca v manj realen položaj.
- Izbira lastnosti alternativ. Število in vrste lastnosti moramo izbirati tako, da zagotovimo najbolj realne odgovore. Najpomembnejše lastnosti morajo biti prisotne, da opisujejo tehnološko možne alternative. Tu moramo biti previdni, saj anketiranci nekaterih kombinacij lastnosti (npr. visoko kvalitetne, pogoste in poceni alternative) morda ne bodo videli kot realne, kar zmanjša vrednost celotne ankete. Da vključimo prave lastnosti in opis možnosti na razumljiv način, je dobro izvesti



majhno število skupinskih pogovorov z reprezentativnim vzorcem posameznikov. Izurjeni anketar zagotovi, da poroča in se razpravlja o vseh pomembnih vprašanjih glede dojetanja alternativ, spoznanja glavnih lastnosti in o načinu, kako so opisane razne možnosti. V kolikor se ne odločimo za skupinske pogovore, moramo temeljito izvesti natančno nadzorovane poskusne ankete, s katerimi lahko raziščemo vsa vprašanja glede opisa lastnosti in alternativnih predstav.

- Izbira meritve za večino lastnosti je dokaj enostavna. Vendar pa nekatere situacije lahko zahtevajo bolj podroben razmislek, še posebej, ko gre za kvalitetne lastnosti kot sta udobje in zanesljivost.

### 3.6.2 Zasnova eksperimenta

Zasnova alternativ oz. odgovorov in njihove predstavitve imajo v osnovi tri korake: (a) izbira lastnosti in kombinacij, ki sestavljajo vsako alternativo, (b) oblikovanje predstavitve teh alternativ in (c) podroben opis odgovorov, ki jih dobimo od anketirancev.

Večina analiz z navedenimi preferencami uporablja eksperimentalno oblikovanje za snovanje hipotetičnih alternativ. Oblika je ponavadi ortogonalna, kar pomeni, da so lastnosti med seboj neodvisne. Prednost tega je, da lažje identificiramo učinek vsake lastnosti.

Eden ključnih elementov zasnove analize je kompleksnost. Bolj kot je oblika ankete kompleksna, težje se anketiranec osredotoči na odgovarjanje. Izkušnje so pokazale, da dajo ankete najzaneslivejše rezultate, če morajo anketiranci razmisliti med največ tremi lastnostmi (Huber in Hanson, 1986). Več ko je lastnosti, več je možnosti napak. Take splošne težave lahko odkrijemo s predhodnimi testi, nadzorovanjem ankete in posledičnim poročanjem.

Pearmain in Swanson (1990) sta eksperimentirala s prilagajanjem oblik anket navedenih preferenc z uporabo prenosnih računalnikov. Uporaba programske opreme jima je dovoljevala spreminjanje eksperimenta glede na odgovore posameznika. Splošni rezultati

kažejo, da lahko veliko več pridobimo iz prirejanja eksperimenta vsakemu anketirancu, če seveda pazimo, da ne izgubimo želenih značilnosti vzorca in splošne oblike. To je lažje izvedljivo, kadar za izvedbo ankete uporabljamo prenosne računalnike.

Kakršen koli je pristop k anketiranju, je potrebno pred začetkom izvajanja ankete preveriti uporabnost tovrstnega anketiranja in odpraviti morebitne pomanjkljivosti. To običajno dosežemo tako, da:

- z uporabo simuliranih podatkov preverimo, ali oblika dovoljuje pridobivanje vseh parametrov pričakovanega modela,
- predhodno testiramo uporabnost ankete z majhnim stratificiranim vzorcem, da lahko upoštevamo največje možno število zanimivih delov populacije,
- ocenimo rezultate te začetne ankete tako v smislu kvalitete ankete kot kvalitete odgovorov anketirancev.

Seveda se začetna anketa uporablja tudi za preverjanje operacionalne, administrativne ureditve in zagotavljanje kvalitete.

### 3.6.3 Identifikacija preferenc

Anketiranci za vsako ponujeno možnost izrazijo svoje preference na tri načine. Najpogosteje so v uporabi naslednji trije pristopi:

- Razvrščanje odgovorov. Ta pristop anketirancem naenkrat predstavi vse možnosti, ki jih morajo razvrstiti glede na svoje preference. Prednost tega pristopa je v tem, da so vse možnosti predstavljene skupaj, vendar pa mora biti število alternativ omejeno, da ne utrudimo anketiranca, kar je pomanjkljivost. Podatki, pridobljeni na ta način, predstavljajo presojo anketirancev, ni pa nujno, da ustrezajo tipu izbir, s kakršnimi se soočajo v resničnem življenju.
- Tehnike z ocenjevanjem so v uporabi že več let. V tem primeru anketiranci izrazijo stopnjo preference neke možnosti z vnaprej predpisanim merilom, pogosto med 1 in 10 (1 = »sploh mi ni všeč«, 5 = »neodločen«, 10 = »zelo mi je všeč«). Odgovore

nato obdelamo z običajnimi aritmetičnimi operacijami (računanje povprečij, razmerij itd.). Vendar se je pokazalo, da so odgovori odvisni od uporabljenih lestvic in njihovih označb. Tako ni dokaza, da lahko preference posameznikov ustrezno uporabimo in prevedemo v glavne lestvice tega tipa. Kljub temu anketiranec lahko izrazi svojo stopnjo preference med dvema alternativama, na 5-stopenjski lestvici: *»zagotovo bi izbral A«*, *»verjetno bi izbral A«*, *»ne morem izbrati«*, *»verjetno bi izbral B«* in *»zagotovo bi izbral B«*.

- Eksperimenti z izbirami od anketiranca zahtevajo, da izbere najatraktivnejšo alternativo iz skupine predstavljenih alternativ. Izbira je samo ena, lahko pa se zaradi večje natančnosti uvede tudi možnost *»nič od naštetega«*, da se izognemo prisiljevanju v izbiro.

#### 3.6.4 Strategija vzorčenja

Kot pri vsakem anketiranju, je tudi tu pomembna velikost in reprezentativnost vzorca. Analize navedene preference so statistično učinkovite, ker vsak anketiranec poda ne le en, temveč več odgovorov v kontekstu iste izbire. Zato so vzorci analiz manjši kot v drugih enakovrednih analizah opazovanih preferenc (Bradley, 1988). Včasih je veljalo, da zadošča okoli 30 intervjujev na tržni segment. Vendar novejša raziskava kažejo, da je bolj primernih 75–100 intervjujev na tržni segment (Permain in Swanson, 1990; Bradley in Kroes, 1990; Swanson et al., 1992).

Pojavi se težava, ki jo povzročijo same informacije, zbrane z anketami navedenih preferenc. Vsak anketiranec nam poda več odgovorov, ki pa so različni znotraj enega samega posameznika. Mi pa potrebujemo različne odgovore tako med skupino anketirancev kakor tudi znotraj enega samega anketiranca. To pa nam omogoča zgolj primerno velik in reprezentativen vzorec.

Problem reprezentativnosti vzorca je lahko pri navedenih preferencah zapleten ravno zaradi dodatne fleksibilnosti, ki jo načeloma nudi ta pristop. Na primer, če nekaj posameznikov zelo dobro definirane tipa (recimo pogosti uporabniki dane storitve) vprašamo o

primerjavah izboljšav storitve, je mogoče trditi, da je kontekst ankete pomemben za vse anketirance. Vendar pa model, ocenjen s temi podatki, ne upošteva vedenja ostalih skupin, kot so novi uporabniki, ki jih lahko pritegnejo iste izboljšave storitev.

Torej moramo za reprezentativne rezultate anketirati več vrst različnih posameznikov (glede na spol, starost, socialni položaj itd.).

### 3.6.5 Realnost in kompleksnost analize

Ključni element za uspešno anketo navedenih preferenc je stopnja realnosti, ki jo dosežejo odgovori. Realnost moramo ohraniti v anketi, predstavljenih možnostih in dovoljenih odgovorih. To lahko dosežemo na več načinov:

- osredotočamo se na specifično in ne na splošno vedenje. Anketiranci morajo podati konkretne in ne splošne odgovore. Bolj kot je vprašanje zapleteno, manj zanesljiv je odgovor,
- uporaba realnih izbir, s katerimi imajo anketiranci osebne izkušnje,
- potreben je realen kontekst, zato omejimo število izbir,
- uporaba obstoječih lastnosti, tako da so možnosti zgrajene okoli obstoječih izkušenj,
- zagotovitev, da so v predstavitev vključene vse pomembne lastnosti,
- ohranjanje preprostosti eksperimentalnih izbir, da ne preobremenimo anketiranca. V praksi se odzivamo na zelo kompleksne izbire, a preko daljšega časovnega obdobja, pri čemer nabiramo izkušnje glede alternativ z lastnim tempom in izbiramo najboljše zase. V anketi navedenih preferenc so te izbire stisnjene v zelo kratko časovno obdobje in jih moramo zato primerno poenostaviti,
- dopuščanje anketirancem, da podajo svoj odgovor, ki ni znotraj predvidenih možnosti,
- zagotovitev, da so vse možnosti jasne in nedvoumno definirane. To je lahko oteženo, ko imamo opraviti npr. z varnostjo, udobnostjo. Ne navajamo alternativ kot sta »slabo« ali »izboljšano«, ker so premalo jasne in jih anketiranci zelo različno interpretirajo. Namesto tega za opis varnosti ali udobja med vožnjo navedemo

dodatne informacije, kot so televizija na vseh postajah, klima na vseh vagonih, in tako se posameznik sam odloči, kaj je »slabo« ali »izboljšano«.

### 3.6.6 Uporaba računalnikov v analizah navedenih preferenc

Računalniki se že več let uporabljajo za izvedbo različnih vrst analiz, vključno takih z navedenimi preferencami. Računalniki nudijo velike prednosti v primerjavi s papirjem in svinčnikom, a imajo tudi nekaj omejitev.

Pri anketiranju je najuporabnejši prav prenosni računalnik – notebook. V preteklosti sta bili glavni omejitvi življenjska doba baterije in teža računalnika, toda moderni prenosni računalniki so praktično že premagali te ovire. Kljub uporabnosti računalnikov si v nekaterih primerih določene situacije anketiranec lažje predstavlja z uporabo klasičnih prikazovanj slik, kot z računalniško grafiko. Predvsem je to opazno pri metodi razvrščanja alternativ, kjer uporabljamo kartice, na katerih so prikazane lastnosti posamezne alternative.

Prednost računalnika je v tem, da lahko potek ankete spreminjamo glede na odgovore anketiranca. Pogosto vprašalniki vsebujejo tudi vprašanje o zadnjem, preteklem potovanju, glede katerega se nato zastavijo nova vprašanja. Programska oprema vodi potek ankete glede na odgovore na pretekla vprašanja.

Z računalniškim sistemom lahko odgovore na vprašalnik uporabimo za generacijo nadaljnje analize in možnosti avtomatično za vsako temo. Avtomatsko usmerjanje omogoča izbiro primerne vprašalnika za vsakega posameznika, glede na njegove okoliščine.

Računalniško anketiranje omogoča bolj kompleksne ankete. Dobra programska oprema omogoča naključen vrstni red možnosti za anketiranca, lahko pa tudi že izloči nemožne odgovore zanj. Podatki se shranjujejo neposredno na disk, zato je možnost napak manjša, podatki pa so takoj pripravljeni za procesiranje. Razvitih je več programov za anketiranje (npr: ALASTAIR, MINT, ACA). Spodaj je prikazana računalniška anketa (Slika 4).

Računalniška anketa								
Koliko časa ste potrebovali, da ste prehodili razdaljo od parkirišča do svojega cilja?	5 minut							
Kako dolgo bo avto tam parkiran?	8 ur 0 m							
Koliko plačate za liter bencina? (pritisni F1 za EUR/liter)	1 EUR							
Koliko kilometrov naredite s svojim avtomobilom z enim litrom bencina? (pritisni F1 za km/liter)	35,0							
Kaj bi storili, če ne bi mogli potovati z avtom?	<table border="1"><tr><td>Peljal bi me kdo drug</td></tr><tr><td>Avtobus</td></tr><tr><td>Vlak</td></tr><tr><td>Peš</td></tr><tr><td>Kolo</td></tr><tr><td>Potoval bi drugače</td></tr><tr><td>Ne bi potoval</td></tr></table>	Peljal bi me kdo drug	Avtobus	Vlak	Peš	Kolo	Potoval bi drugače	Ne bi potoval
Peljal bi me kdo drug								
Avtobus								
Vlak								
Peš								
Kolo								
Potoval bi drugače								
Ne bi potoval								

Slika 4: Primer računalniške ankete

Prednosti tovrstnega anketiranja so:

- avtomatsko vodenje anketiranja,
- avtomatsko shranjevanje podatkov,
- enostavno prilagajanje ankete vsakemu posamezniku,
- skrajšanje časa, potrebnega za anketo, saj anketarju ni treba računati in pripravljati pisnih možnosti,
- zmanjšan obseg usposabljanja in stroškov šolanja,
- možnosti naključnosti vprašanj.

Po drugi strani pa imamo začetne stroške investiranja v računalniško opremo, programe, zavarovanje in zahteve po zagotavljanju rezerve (diski, rezervne baterije, modemi, tehnična pomoč anketarjem in nadzornikom itd.) na samem mestu. Spodaj je prikazan primer izbire navedenih preferenc v programu ALASTAIR (Slika 5).

MOŽNOST 1			MOŽNOST 2		
VOŽNJA V AVTU			VOŽNJA S TURISTIČNIM AVTOBUSOM		
Trajanje vožnje: 40 minut			Trajanje potovanja: 50 minut		
Dodatnih 6 minut za parkiranje v garažni hiši			Avtobusi peljejo na 5 minut		
Cena parkiranja: 6 EUR			Cena: 2 EUR, povratna karta		
Cena bencina: 1,5 EUR na liter			Enkrat prestop		
Do 5 minut hoje do cilja			Do 5 minut hoje do cilja		
-----			-----		
Odhod: 08:09			Odhod: 08:00		
Prihod: 09:00			Prihod: 09:00		
Katero možnost bi izbrali?					
Gotovo možnost 1	Verjetno možnost 1	Ne morem se odločiti	Verjetno možnost 2	Gotovo možnost 2	Nič od naštetega

Slika 5: Primer zaslona navedenih preferenc izbir na ALASTAIR

### 3.6.7 Kvaliteta v analizah neavedenih preferenc

Tehnike z navedenimi preferencami so se izkazale za dober inštrument raziskovanja in razvoja modelov v prometu in na drugih področjih. Bolj kot nas zanima prihodnje vedenje uporabnikov, bolj je potreben kvalitetno izdelan kontekst analize. Ena izmed nevarnosti pri analizah je, da postaja analiza čedalje bolj splošna in čedalje manj specifična. To sicer

naredi analizo enostavnejšo, rezultate pa manj natančne. Dobre analize so pogosto kombinacija podatkov izražene in opazovane preference. Analize navedene preference so glede na druge vrste analiz cenejši način, kako priti do želenih podatkov.



## 4 POTOVALNI ČASI

Potovalni čas je eden od osnovnih parametrov prometnega toka in ima pomembno vlogo v urbanem okolju. Zaradi nadzora potovalnih časov se lahko z ustrezno prometno signalizacijo izognemo prometnim zastojem. Ne uporabljajo ga zgolj prometni inženirji in planerji pri svojih študijah, ampak je to splošno znan pojem, ki ga uporabljajo transportne organizacije, dispečerski sistemi in ne nazadnje tudi vsakodnevno uporabniki transportnih storitev za sprejemanje svojih odločitev.

### 4.1 DEFENICIJE POTOVALNEGA ČASA IN HITROSTI

Potovalni čas definiramo kot čas, ki je potreben za prevoz razdalje med dvema točkama. Sestavljen je iz časa vožnje in dodatnega časa (časa, ko vozilo stoji ali vozi počasneje kot 8 km/h). V določenih primerih lahko ocenimo potovalni čas s predpostavko, da je povprečna hitrost, ki jo izmerimo na določenem preseku, konstantna. Ta predpostavka je zlasti primerna za odseke, kjer prometni tok ni oviran (avtoceste in hitre ceste). V tem primeru lahko potovalni čas izračunamo z naslednjo enačbo:

$$t = \frac{l}{V_t} \quad (3.1)$$

kjer je:

t ocenjeni potovalni čas,

l dolžina odseka,

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

$$V_t = \frac{\sum v_i}{n} \quad (3.2)$$

kjer je:

- $V_t$  povprečna hitrost v obdobju,
- $v_i$  hitrost vozila  $i$  na preseku,
- $N$  število vozil, ki je prepeljalo presek v določenem obdobju.

#### 4.2 PRIPRAVA PLANA ZBIRANJA PODATKOV

Preden začnemo zbirati podatke o potovalnih časih, naredimo plan, kako bo to potekalo in kaj vse bo zavzemalo. Tipičen potek postopka zbiranja podatkov o potovalnih časih je naslednji:

- določitev cilja in namena,
- identifikacija uporabnikov,
- določitev študijskega območja,
- izbor metod in tehnik,
- določitev urnika,
- izvedba šolanja,
- pilotsko zbiranje podatkov,
- zbiranje podatkov,
- obdelava in kontrola kvalitete.

Prvi korak pri izdelavi plana zbiranja podatkov je določitev namenov, ki naj jim zbrani podatki služijo. Pogosto se podatki zbirajo za več namenov z glavnim ciljem vzpostaviti bazo podatkov o sedanjih prometnih razmerah na cestah. Potrebno je identificirati vse uporabnike in preveriti, da zbrani podatki zadoščajo minimalnim zahtevam za vse uporabnike.

Pri določanju obsega zbiranja podatkov moramo definirati naslednje:

- kje bomo zbirali podatke,
- na kakšnih cestah,

- kdaj bomo zbirali podatke.

Geografsko območje, na katerem zbiramo podatke, je lahko:

- kratek odsek ceste v bližini planiranega ali zgrajenega ukrepa (npr. študija predpotem),
- koridor med dvema točkama, ki lahko vključuje avtocesto, dovozne ceste, paralelne ceste (npr. študija upravičenosti),
- več koridorjev, ki vodijo do nekega centra aktivnosti,
- vsi glavni koridorji znotraj neke cone ali območja.

V primeru, da je geografsko območje omejeno na zgolj nekaj koridorjev oz. cest, bomo potovalne čase najbrž zbirali na vsakem odseku (brez vzorčenja). Če pa geografsko območje zajema celotno regijo ali državo, bomo uporabili vzorčenje in s tem bistveno zmanjšali stroške zbiranja podatkov. Pri tem bomo zbrali podatke samo za določen vzorec odsekov in predpostavili, da veljajo podobne zakonitosti na ostali cestni mreži. Vzorčenje je zlasti uporabno za planerske potrebe, ker je zahtevana natančnost podatkov manjša kot za projektiranje in analizo obratovanja.

Pri pripravi plana zbiranja podatkov moramo upoštevati naslednje časovne faktorje:

- nihanje prometa med letom,
- nihanje prometa med tednom,
- nihanje prometa med dnem.

Podatki o potovalnih časih naj bi predstavljali tipične ali povprečne letne razmere, zato naj bi zbirali podatke v mesecih, v katerih so prometne obremenitve približno enake povprečnim razmeram. Za določitev povprečnega meseca običajno uporabljamo podatke, ki jih pridobimo z avtomatskimi števci prometa. Običajno je najprimernejši mesec maj.

Običajno zbiramo podatke v torek, sredo ali četrtek. V primeru, da želimo bolj točne podatke in imamo na voljo dovolj sredstev, izvajamo meritve vse delovne dni v tednu. V soboto in nedeljo opravljamo meritve le v primeru, da je glavni namen zbiranje podatkov o rekreacijskih in turističnih potovanjih.

Pri pripravi plana zbiranja podatkov moramo paziti, da se izognemo praznikom, spremembam v urnikih šol (npr. počitnice) in posebnim dogodkom, kot so veliki športni dogodki, festivali itd.

Običajno zbiramo podatke v naslednjih dnevniških obdobjih:

- jutranja konica – običajno med 6. in 9. uro,
- izven konice – običajno med 10. in 12. uro ter 18. in 20. uro,
- popoldanska konica – običajno med 13. in 17. uro.

Časovna obdobja moramo prilagoditi lokalnim razmeram, saj običajno v večjih mestih konice trajajo več ur, medtem ko v manjših lahko tudi manj kot eno uro. Pri določanju konic si zopet lahko pomagamo z avtomatskimi števci prometa.

Za zbiranje podatkov o potovalnih časih imamo na voljo več metod. Lahko uporabimo samo eno metodo ali pa kombinacijo več metod. Pri izboru metode moramo najprej poiskati obstoječe vire podatkov o potovalnih časih oz. hitrostih (npr. avtomatski števci prometa, ITS-centri itd.), nato pa izberemo metode dopolnilnega zbiranja podatkov. Pri izboru teh metod moramo upoštevati finančne omejitve in opremo ter kadre, ki so na voljo.

Za primerjavo metod zbiranja podatkov uporabljamo naslednje kriterije:

- začetni stroški                      stroški opreme, ki je potrebna za zbiranje podatkov,
- učinkovitost                        relativni stroški zbiranja na enoto zbranih podatkov,
- potrebno znanje                    potrebno znanje osebja, ki zbira podatke,
- obdelava podatkov                čas in stroški, potrebni za vnos in obdelavo podatkov,
- fleksibilnost                        možnost uporabe opreme na različnih odsekih,
- točnost                                točnost glede na dejanski povprečni potovalni čas,
- vzorec glede na čas                možnost pogostega zbiranja podatkov,
- vzorec glede na prostor            možnost zbiranja podatkov na več bližnjih lokacijah,
- vzorec glede na vozila            možnost zbiranja podatkov, ki predstavljajo različne tipe vozil in obnašanje različnih voznikov.

Potem, ko določimo obseg in metode zbiranja podatkov, moramo izdelati časovni raspored aktivnosti. Časovni raspored mora poleg časa in lokacije vsebovati tudi podatke o osebju in opremi, ki bo uporabljena. Odnos do dela in znanje osebja, ki zbira podatke, sta zelo pomembna faktorja, ki vplivata na kvaliteto zbranih podatkov. Šolanje osebja mora zajeti naslednje točke:

- seznanjanje z namenom zbiranja podatkov,
- podroben opis postopka zbiranja podatkov,
- postopek odpravljanja težav pri delovanju opreme,
- postopek prekinitve zbiranja v primeru slabih vremenskih razmer, prometnih nezgod ali odpovedi opreme.

Preden začnemo dejansko zbiranje podatkov, moramo izvesti pilotsko zbiranje podatkov. Pilotsko zbiranje podatkov izvedemo na omejenem vzorcu odsekov (5–10 %), ki bodo vključeni v dejansko zbiranje. Namen pilotskega zbiranja podatkov je:

- podrobno spoznavanje z metodo zbiranja podatkov,
- spoznavanje s koridorji, na katerih se zbirajo podatki,
- meritve točnih dolžin odsekov,
- identifikacija problemov oz. potrebne opreme v zgodnji fazi.

Podatke, zbrane v pilotskem zbiranju, lahko uporabimo tudi za izračun oz. prilagoditev potrebne velikosti vzorcev.

#### 4.3 DOLOČITEV VZORCA ODSEKOV

Naslednji korak je določitev tipov cest oz. funkcionalnih razredov cest, na katerih bomo zbirali podatke o potovalnih časih. Tipi cest so v veliki meri odvisni od ciljev in namena študije. Običajno se klasifikacija odsekov v kategorije spreminja glede na namen uporabe: npr. za planiranje imamo drugo klasifikacijo kot za optimizacijo obratovanja.

Pri klasifikaciji odsekov moramo paziti, da na odsekih, ki so v istem razredu, veljajo enake ali podobne prometne razmere. To nam omogoči, da uporabljamo t.i. stratificirano vzorčenje. V primeru, da uporabljamo stratificirano vzorčenje, moramo izvesti naslednje korake:

- določitev kategorij,
- določitev odsekov,
- delitev odsekov na pododseke s podobnimi prometnimi razmerami in geometrijskimi karakteristikami,
- izračun potrebne velikosti vzorca znotraj vsake kategorije. Potrebna velikost vzorca je odvisna od naslednjih spremenljivk:
  - variacijski koeficient – relativna mera spremenljivosti, definirana kot standardna deviacija deljeno s povprečno vrednostjo. Variacijski koeficient lahko izračunamo iz obstoječih podatkov ali pa uporabimo predpostavljene vrednosti v naslednji tabeli:

avtoceste/hitre ceste	15–25 % (odvisno od prometnih obremenitev)
arterije	20–25 % (odvisno od prometnih obremenitev)

Variacijski koeficient izračunamo z naslednjimi enačbami:

$$cv = \frac{\sigma}{\mu} \approx \frac{S}{\bar{X}} \quad (3.3)$$

kjer je:

$\sigma$  standardna deviacija celotne populacije,

$\mu$  srednja vrednost celotne populacije,

$S$  standardna deviacija vzorca,

$\bar{X}$  srednja vrednost vzorca.

- Z-statistika (ali t-statistika za vzorce manjše od 30) – funkcija zaželenih stopnje zaupanja (npr. 95 % stopnja zaupanja) za povprečno vrednost. Za stratificirano vzorčenje uporabljamo običajno stopnje zaupanja med 80 in 95

% odvisno od denarnih omejitev. Velikosti Z-statistik so podane v naslednji tabeli:

Želena stopnja zaupanja	Z-statistika
99 %	2.575
95 %	1.960
90 %	1.845
85 %	1.440
80 %	1.282

- Dovoljena relativna napaka – izražena v odstotkih, je polovica intervala zelene stopnje zaupanja za povprečno vrednost vzorca (npr.  $\pm 5\%$ ).

Običajno uporabljamo naslednje vrednosti:

$\pm 5\%$  za projektiranje in optimizacijo obratovanja,

$\pm 10\%$  za planiranje.

Velikost vzorca izračunamo z naslednjo enačbo:

$$n' = \frac{cv^2 \times z^2}{e^2} \quad (3.4)$$

kjer je:

z z-statistika za izbrano stopnjo zaupanja,

e relativna dovoljena napaka (%).

Za končno velike populacije uporabljamo naslednjo popravljeno oceno:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad (3.5)$$

kjer je:

$n'$  nepopravljena velikost vzorca,

N velikost populacije,

- izbor odsekov znotraj vsake kategorije.

Praviloma bi morali uporabljati naključno stratificirano vzorčenje, to pomeni, da vzorčenje nastaja postopoma (v plasteh). Če uporabljamo ta način vzorčenja, so običajno odseki, ki jih moramo izmeriti, razpršeni po celotnem študijskem območju, kar zelo podraži zbiranje podatkov. Kot alternativo naključnemu stratificiranemu vzorčenju uporabljamo t.i. prioritarno vzorčenje. V tem primeru izmerimo potovalne čase na 10–20 % najbolj kritičnih odsekov, medtem ko na ostalih 80–90 % odsekov uporabimo naključno vzorčenje. Za določanje prioritete (kritičnosti) odsekov uporabljamo lahko naslednje kriterije:

- ozka grla in območja največjih zgostitev prometa,
- odstotek spremembe v nivojih koncentracije,
- povprečni dnevni promet na pas,
- povprečni letni dnevni promet.

#### 4.4 METODA POTUJOČEGA OPAZOVALCA

Metoda potujočega opazovalca se uporablja za zbiranje podatkov o potovalnih časih že od poznih dvajsetih let tega stoletja. Pri tej metodi opazovalec (lahko jih je več in vsak od njih ima svojo nalogo) v vozilu, ki se vozi v prometnem toku, beleži kumulativne potovalne čase na predhodno določenih kontrolnih mestih vzdolž poti, ki niso predolge (več kot 15 km) ali prekratke (manj kot 3 km). Te podatke nato pretvorimo v potovalni čas, hitrost in zamude za vsak odsek poti posebej. Obstaja več različnih tehnik za izvedbo tega načina zbiranja podatkov, odvisnih od opremljenosti vozila in navodil vozniku. Običajno to metodo imenujemo tudi metoda aktivnega testnega vozila.

Glede na opremljenost vozila ločimo naslednje tehnike:

- ročno – sopotnik v testnem vozilu beleži čase pri prehodu kontrolnega mesta na papir, magnetofonski trak ali v računalnik,



- EMR (elektronski merilec razdalj) – ugotavljanje potovalnih časov s pomočjo merilca hitrosti in razdalj, s katerim je opremljeno vozilo,
- GPS (global positioning system) – ugotavljanje lokacije in hitrosti vozila s pomočjo satelitskega signala.

Glede na način vožnje ločimo naslednje metode:

- povprečno vozilo – voznik oceni, kakšna je povprečna hitrost prometnega toka, in vozi s to hitrostjo,
- plavajoče vozilo (floating car) – voznik poskuša varno prehiteti enako število vozil, kot je število vozil, ki so prehitela testno vozilo,
- maksimalno vozilo – voznik vozi z maksimalno hitrostjo, ki je dovoljena, razen če mu prometno-varnostne razmere tega ne omogočajo.

Običajno se uporablja metoda plavajočega vozila, pogosto pa tudi kombinacija plavajočega in povprečnega vozila.

Zahteve po velikosti vzorca določajo število voženj na odseku, ki jih mora testno vozilo opraviti v opazovanem obdobju. Uporaba minimalnega predpisanega števila voženj nam zagotavlja, da se bo izmerjeni povprečni potovalni čas testnega vozila razlikoval od dejanskega povprečnega potovalnega časa vseh vozil za manj, kot je izbrana dovoljena velikost napake. Potrebno število prehodov lahko izračunamo z:

$$n = \left( \frac{t \times s}{\varepsilon} \right)^2 = \left( \frac{t \times (cv \times \bar{x})}{(e \times \bar{x})} \right)^2 = \left( \frac{t \times cv}{e} \right)^2 \quad (3.6)$$

kjer je:

t t-statistika iz Studentove t-porazdelitve za specificirano stopnjo zaupanja,

s standardna deviacija potovalnega časa,

$\varepsilon$  maksimalna dovoljena napaka,

cv variacijski koeficient  $cv = \frac{s}{\bar{x}}$ ,

$\bar{x}$  povprečni potovalni čas,

e relativna napaka 
$$e = \frac{\varepsilon}{x}$$

V primeru, da se velikost vzorca približa 30, kar sicer ni običajno za vožnje testnih vozil, lahko namesto Studentove t-porazdelitve uporabimo normalno porazdelitev. V tem primeru lahko uporabimo naslednjo enačbo:

$$n = \left( \frac{z \times cv}{e} \right)^2 \quad (3.7)$$

Vidimo, da je minimalna velikost vzorca odvisna od treh parametrov:

- T-statistika, je vrednost t iz Studentove t-porazdelitve za (n-1) prostostnih stopenj. T-statistika je odvisna od specificirane stopnje zaupanja v oceno potovalnega časa. Ker je prostostna stopnja odvisna od velikosti vzorca, jo moramo izračunati iterativno.
- Variacijski koeficient je relativna spremenljivost potovalnega časa, izražena v odstotkih. Lahko jo izračunamo iz empiričnih podatkov z uporabo zgornjih formul ali pa uporabimo približne vrednosti med 9 in 17 % ().
- Relativna dovoljena napaka (e) je v odstotkih izražena dovoljena napaka v oceni potovalnega časa. Odvisna je od namena uporabe podatkov. Za planerske potrebe običajno zadoščajo vrednosti z  $\pm 10\%$  napako.

Preglednica 3: Variacijski koeficienti na avtocestah in arterijah

Avtoceste		Arterije	
povpr. dnevni promet na pas	povpr. variacijski koeficient	gostota semaforjev	povpr. variacijski koeficient
< 15.000	9	< 3	9
15–20.000	11	3–6	12
> 20.000	17	> 6	15

Preglednica 4: Velikosti vzorcev na avtocestah

povpr. dnevni promet na pas	povpr. var. koeficient	velikost vzorca		
		90 % ± 10 %	95 % ± 10 %	95 % ± 5 %
< 15.000	9	5	6	15
15–20.000	11	6	8	21
> 20.000	17	10	14	47

Preglednica 5: Velikost vzorcev na arterijah

gostota signalov (št/miljo)	povpr. var. koeficient	velikost vzorca		
		90 % ± 10 %	95 % ± 10 %	95 % ± 5 %
< 3	9	5	6	15
3–6	12	6	8	25
> 6	15	9	12	37

Potem, ko določimo potrebno število prehodov, jih moramo enakomerno porazdeliti preko celotnega časovnega obdobja, v katerem zbiramo podatke.

#### 4.5 METODA UJEMANJA REGISTRACIJ

Ta metoda je morda bolj namenjena zaprtim sistemom, kot je avtocesta, kjer je malo vmesnih ustavljanj. Pri tej metodi na več zaporednih lokacijah beležimo registrske tablice vozil in čase njihovih prehodov. Potovalne čase nato izračunamo iz razlik v časih prihodov na zaporedne lokacije. Glede na način beleženja registrskih tablic ločimo naslednje tehnike:

- ročno – pri tej tehniki opazovalci beležijo registracije in čase prehodov na papir in jih kasneje ročno vnesejo v računalnik,
- prenosni računalnik – opazovalci vnašajo registracije neposredno v računalnik, čas prehoda se vnese avtomatsko,

- video z ročnim prepisovanjem v računalnik – vozila snemamo na video kaseto, kasneje pa registracije ročno prepisemo v računalnik,
- video z avtomatskih prepisovanjem v računalnik – vozila snemamo na video kaseto, nato pa z uporabo posebne programske opreme za avtomatsko prepoznavanje znakov te posnetke obdelamo.

Ker z ujemanjem registracij zajamemo veliko število vozil, velikost vzorca ni primarnega pomena. Velikost vzorca mora biti večja v primerjavi z metodo potujočega opazovalca, ker je tudi variabilnost časov, ki jih zajamemo, večja. Večja je zato, ker z njo zajamemo različne tipe vozil in različne načine vožnje. Potrebno minimalno velikost vzorca lahko izračunamo z naslednjo enačbo:

$$n = \left( \frac{t \times cv}{e} \right)^2 \approx \left( \frac{z \times cv}{e} \right)^2 \quad \text{če je ocenjena velikost vzorca večja od 30.}$$

Preglednica 6: tipične vrednosti velikosti vzorca za določene stopnje zaupanja in izbrane dopustne relativne napake.

promet	obdobje	povpr. koef. variacije	velikost vzorca		
stopnja zaupanja			90 %	95 %	95 %
dovoljena napaka			± 10 %	± 10 %	± 5 %
nizek/srednji	15–30 min	10	4	5	18
nizek/srednji	1–2 uri	20	12	18	62
gost	15–20 min	25	18	27	96
gost	2 uri	35	34	48	189

Na osnovni tujih izkušenj lahko sklepamo, da je 50 ujemajočih registracij zadostna velikost vzorca za planerske potrebe.

#### 4.6 UPORABA ITS SISTEMOV ZA ZBIRANJE PODATKOV O POTOVALNIH ČASIH

Za metode zbiranja podatkov o potovalnih časih s pomočjo ITS-sistemov je značilno, da uporabljajo sisteme, katerih primarni namen ni zbiranje podatkov o potovalnih časih, ampak npr. nadzor obratovanja, avtomatsko odkrivanje incidentov itd.

V tem poglavju bom omenil pet različnih tehnik uporabe ITS-sistemov za zbiranje podatkov o potovalnih časih. To so:

- Avtomatsko pozicioniranje vozil (AVL) na osnovi oddajnikov ob cestah – ta metoda se največkrat uporablja v javnem prometu. Vozila javnega prometa komunicirajo z oddajniki, nameščenimi ob progah javnega prometa.
- Avtomatska identifikacija vozil (AVI) – testna vozila so opremljena z elektronskimi tablicami, ki komunicirajo z antenami ob cesti. Z obdelavo podatkov o prehodih elektronskih tablic mimo posameznih anten lahko dobimo podatke o potovalnih časih.
- Navigacija z uporabo radio vez – običajno se uporablja v javnem prometu ali pri vodenju flote tovornih vozil. Podatke zbiramo s pomočjo radio povezave med vozilom in radio oddajnikom.
- Lociranje s pomočjo sistema GSM – lokacijo vozila lahko dobimo s pomočjo sledenja prijav telefonske številke GSM v posameznih celicah sistema GSM.
- Lociranje s pomočjo sistema GPS – vozila so opremljena z sprejemniki GPS, s pomočjo GSM- ali radio povezave pa pošiljajo trenutno lokacijo v nadzorni center.

#### 4.7 NETRADICIONALNE METODE

V to skupino spadajo:

- Metoda ekstrapolacije – potovalni čas je ocenjen na osnovi predpostavke, da lahko uporabimo točkovne meritve hitrosti na odseku med dvema zaporednima meritvama. To metodo lahko uporabimo v primeru, da ne potrebujemo zelo natančnih podatkov.
- Ujemanje značilnih karakteristik vozil – pri tej metodi izračunamo potovalne čase s primerjanjem signalov, ki jih zajamemo z detektorji, postajami za tehtanje vozil med vožnjo, video posnetki ali drugimi napravami.
- Analiza kolon vozil – potovalni čas izračunamo iz razlik časov, v katerih se na zaporednih lokacijah pojavi kolona podobne sestave. Tudi tukaj lahko uporabljamo indukcijske detektorje, video kamere itd.
- Zračne meritve – pri tej metodi ocenimo potovalni čas iz analize gostote vozil ali s sledenjem gibanja vozil, ki ga posnamemo iz zraka z letali, baloni, sateliti itd.

## 5 ZAKLJUČEK

Vsaka prometna študija mora imeti jasno postavljene namene in cilje raziskave. Za uspešno opravljanje raziskave moramo določiti študijsko območje, obsežnost študije, oceniti trajanje študije ter znani morajo biti viri in resursi.

Potrebne podatke dobimo z različnimi anketami in štetjem prometa. Z izvorno-ciljnimi anketami dobimo veliko koristnih podatkov, ki so posnetki trenutnega opazovanja. S podatki, pridobljenimi na ta način, dobimo informacijo o premikanju ljudi in načinu transporta, ki ga izberejo. Vendar pa ne nudijo informacij o morebitnih željah ljudi po drugačnem načinu transporta. Take podatke lahko zberemo z anketami navedenih preferenc, pri katerih ljudi izrazijo svojo preferenco. Pri anketah navedenih preferenc lahko na eno samo vprašanje dobimo več odgovorov, tako dobimo še več podatkov. Ankete v kombinaciji s štetjem prometa dajo reprezentativen vzorec, ki ga kasneje razširimo in uporabimo v modelu transportnega sistema. Tako lahko uspešno napovemo prometno obremenitev v prihodnosti.

Dobra prometna infrastruktura nam ne omogoča le boljše in lažje mobilnosti, vendar ima tudi zelo velik pomen na sam razvoj mesta ali države, ki se lahko pokaže v več indikatorjih, kot npr. razvoj novih trgovskih oz. transportnih poti, razvoj turizma, povezanost mest s periferijo itd.

Glede na zelo velik pomen projektiranja prometne infrastrukture sem opazil, da v Sloveniji ni veliko napisanega o tej problematiki, kar je bil tudi razlog, da sem se odločil za pisanje o tej tematiki.

Namen diplomskega dela je bil podati predvsem teoretično osnovo in vpogled v različne modele, ki jih uporabljamo pri projektiranju prometne infrastrukture. S tem sem želel

omogočiti boljšo razumljivost in lažjo dostopnost do tovrstnih informacij vsem zainteresiranim, ki bodo v prihodnje delovali na tem področju.



## 6 VIRI

Bruton, M. J. (1993). Introduction to Transportation Planning. London, UCL Press: 290 str.

Design Manual for roads and bridges, volume 12a – Traffic Appraisal of Roads schemes  
(1996)

Ortúzar, J. de D., Willumsen, L.G. (1990). Modelling transport. Chichester, John Wiley:  
375 str.

URL: [http://www.ctre.iastate.edu/PUBS/Tech\\_News/2004/nov-dec/data\\_collection.htm](http://www.ctre.iastate.edu/PUBS/Tech_News/2004/nov-dec/data_collection.htm)

URL: <http://www.ctre.iastate.edu/PUBS/traffichandbook/index.htm>

## **7 PRILOGE**

- Priloga A:            Obrazec križišča**
- Priloga B:            Obrazec beleženja tablic**

Na naslednjih straneh so prikazani obrazci v katere vpisujemo podatke o smereh vozil v križiščih.

**Priloga A:            OBRAZEC KRIŽIŠČA**

		Levo				Naravnost				Desno			
Ura	Min	Osebni	Bus	Tov	Vlac	Osebni	Bus	Tov	Vlac	Osebni	Bus	Tov	Vlac
<b>5</b>	00												
	15												
	30												
	45												

































		<b>Smer 1</b>			
<b>Ura</b>	<b>Min</b>	<b>Osebni</b>	<b>Bus</b>	<b>Tov</b>	<b>Vlac</b>
<b>20</b>	<b>00</b>				
	<b>15</b>				
	<b>30</b>				
	<b>45</b>				

Na naslednjih straneh sta prikazana obrazca v katera vpisujemo podatke tablic vozil.

**Priloga B:                    OBRAZEC BELEŽENJA TABLIC**



