|  |
| --- |
| REPUBLIKA SLOVENIJA  **MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO**  **TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSG-211-XXX:2022** |
| Minister za infrastrukturo na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/22) izdaja tehnično specifikacijo  **PROJEKTIRANJE CEST IN**  **PROMETNA VARNOST**  **-PROMETNE ŠTUDIJE-**  **TSPI PGV.01.XXX:2022**  Minister za infrastrukturo  **mag. Bojan Kumer**  Številka: xxx  V Ljubljani, xxx |

REPUBLIKA SLOVENIJA **MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO**

**Pravna podlaga za izdajo tehnične specifikacije za prometno infrastrukturo**

Tehnična specifikacija za prometno infrastrukturo PGV.01.XXX:2022 – Prometne študije je pripravljen na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/2022), šestega odstavka 50. člena Zakona o varnosti v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 30/18 in 54/21), v skladu s Pravilnikom o pripravi in izdajanju tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo (Uradni list RS, št. 48/18 in 132/22-ZCes-2) in Pravilnikom o obliki tehničnih smernic za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objektov (Uradni list RS, št. 54/03, 61/17-GZ in 199/21-GZ-1).

Njeno besedilo je določil tehnični odbor za pripravo tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo za tematsko področje Projektiranje cest in prometna varnost na X. seji dne DD.MM.LLLL.

Koordinacijski odbor za pripravo tehničnih specifikacij za prometno infrastrukturo imenovan s strani ministra, pristojnega za promet, je na podlagi tretjega odstavka 9. člena Pravilnika o pripravi in izdajanju tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo na svoji X. seji dne DD.MM.LLLL izdal soglasje k pripravi TSPI PGV.01.XXX:2022 s sklepom št. x.

(Minister, pristojen za promet, je na podlagi četrtega odstavka 13. člena Zakona o cestah in v skladu s tretjim odstavkom 15. člena Pravilnika o pripravi in izdajanju tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo izdal soglasje k predlogu besedila TSPI – X.YY.ZZZ pod št. (navesti številko soglasja k predlogu TSPI) z dne DD.MM.LLLL.)

(Minister, pristojen za prostor in graditev objektov, je na podlagi sedmega odstavka 13. člena zakona o cestah in v skladu s petim odstavkom 15. člena Pravilnika o pripravi in izdajanju tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo izdal soglasje k predlogu besedila TSPI – X.YY.ZZZ pod št. (navesti številko soglasja/mnenja k predlogu TSPI) z dne DD.MM.LLLL.)

(Minister, pristojen za xyz, je na podlagi petega odstavka 15. člena Pravilnika o pripravi in izdajanju tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo izdal soglasje k predlogu besedila TSPI – X.YY.ZZZ pod št. (navesti številko soglasja/mnenja k predlogu TSPI) z dne DD.MM.LLLL.)

**Uporaba tehnične specifikacije za prometno infrastrukturo**

TSPI PGV.01.XXX:2022 – Prometne študije se uporablja pri projektiranju / gradnji / vzdrževanju (navesti področje in obveznost uporabe obravnavane TSPI).

(Minister, pristojen za promet, je na podlagi 4. odstavka 13. člena Zakona o cestah predmetno TSPI izdal v obliki priporočila.)

(Minister, pristojen za promet, je na podlagi 5. odstavka 13. člena Zakona o cestah predpisal obvezno uporabe predmetne TSPI.)

**Predhodna izdaja**

Predhodne izdaje ni bilo.

**Opombe**

Delovni osnutek TSPI – PGV.01.XXX (oktober 2022) so pripravili (izr.prof.dr.Marijan Žura, asist.dr.Rok Marsetič, mag.Simon Detellbach) na podlagi pogodbe št. X z dne DD.MM.LLLL, ki jo je z njimi na podlagi 12. člena pravilnika o pripravi in izdajanju tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo ter potrjenega letnega programa priprave TSPI tehničnega odbora za xyz za leto LLLL sklenila Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo / Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji d.d.

Pri izdelavi osnutka so sodelovali tudi naslednji sodelavci DRI, d.o.o: mag.Tomaž Košič, mag.Marko Čelan, mag.Franci Šoba in Aleš Petek.

Besedilo delovnega osnutka TSPI – X.YY.ZZZ (oktober 2022) bo po zaključitvi vseh predpisanih postopkov za njeno izdajo in v skladu s programom njene priprave preoblikovano v tehnično specifikacijo za prometno infrastrukturo z neobvezno/obvezno uporabo.

**Vsebina**

[1 Predmet tehnične specifikacije 4](#_Toc118362222)

[2 Pomen izrazov 4](#_Toc118362223)

[3 Vrste prometnih študij glede na vrste ukrepov 6](#_Toc118362224)

[3.1 Potrebne aktivnosti glede na vrsto ukrepa 7](#_Toc118362225)

[3.2 Podatki za posamezne vrste analiz po aktivnostih 9](#_Toc118362226)

[4 Vrste napovedi prometa 10](#_Toc118362227)

[4.1 Poenostavljene metode 10](#_Toc118362228)

[4.2 Modeli obremenjevanja 10](#_Toc118362229)

[4.3 Modeli spremembe deleža vrste prometnega sredstva 11](#_Toc118362230)

[4.4 Modeli s spremenljivim povpraševanjem 11](#_Toc118362231)

[4.5 Kombinirani modeli 12](#_Toc118362232)

[4.6 Povzetek funkcionalnosti posameznih vrst modelov 12](#_Toc118362233)

[4.7 Uporaba posameznih vrst napovedi glede na vrsto ukrepa 12](#_Toc118362234)

[5 Validacija modela 13](#_Toc118362235)

[5.1 Prometni tok na odsekih in zavijalci v križiščih 13](#_Toc118362236)

[5.1.1 Urne obremenitve 13](#_Toc118362237)

[5.1.2 PLDP in povprečni dnevni promet na odsekih. 14](#_Toc118362238)

[5.2 Potovalni čas 14](#_Toc118362239)

[6 Dokumentacija prometnega modela 14](#_Toc118362240)

[7 Analiza rezultatov 15](#_Toc118362241)

[7.1 Analiza prometne učinkovitosti 15](#_Toc118362242)

[7.2 Analiza prometne varnosti 16](#_Toc118362243)

[7.3 Analiza ekonomske učinkovitosti 16](#_Toc118362244)

[8 Minimalna vsebina elaboratov prometnih študij 17](#_Toc118362245)

[9 Lastništvo modela in vzdrževanje 17](#_Toc118362246)

# Predmet tehnične specifikacije

Izdelava različnih prometnih študij in uporaba različnih prometnih modelov mora zagotoviti čim bolj verodostojne in kakovostne podatke za potrebe načrtovanja in dimenzioniranja prometne infrastrukture in prometnih storitev. Z izdelavo prometne študije pridobimo vhodne podatke za načrtovanje prometne infrastrukture, vodenje prometa, presojo vplivov na okolje, oceno emisij hrupa in prašnih delcev, prometno-varnostno analizo, oceno učinka na varnost v prometu ter analizo stroškov in koristi. Kakovostna priprava teh strokovnih podlag je bistvena za omejevanje tveganj pri pripravi projekta, njegovem izvajanju in kasnejši uporabi.

Tehnična specifikacija obravnava vrste prometnih študij, vrste prometnih modelov in področja uporabe, zahteve za posamezne modele, način zbiranja podatkov in analizo rezultatov.

Cilj specifikacije je

* zagotoviti čim bolj standardizirane vsebine za izdelavo različnih tipov prometnih študij;
* omejiti tveganja in znižati stroške investicij v prometno infrastrukturo in povečati učinkovitost prometnega sistema;
* posredno omogočiti racionalno odločanje o nadgradnjah prometne infrastrukture, pri načrtovanju nove infrastrukture, prometnih ureditev in storitev.

TSPI določa minimalne specifikacije prometnih študij, katere so, glede na specifične potrebe nalog, lahko drugačne. V takih primerih naročnik s projektno nalogo določi/ razširi vsebino projektne naloge in obseg prometne študije.

# Pomen izrazov

**Analiza prometa** (traffic analysis, Verkehrsanalyse)pomeni zajetje, opis in ovrednotenje obstoječega stanja prometa.

**Atrakcija potovanj** (attraction, Attraktion)je število potovanj, ki jih pritegne določena prometna cona.

**Distribucija potovanj** (trip distribution, Verkehrsverteilung) jedoločitev števila potovanj med pari con.

**»HCM – Highway Capacity Manual«** je ameriški priročnik za dimenzioniranje prometnih površin.

**Izbira načina potovanj** (mode choice, Verkehrsaufteilung)je izračun deleža posameznega načina potovanj med posameznimi pari con.

**Napoved prometa** (traffic forecast, Verkehrsprognose) je ocena celostnega stanja prometa v prihodnje (v izbranem obdobju).

**Obremenjevanje mreže** (network assignment, Verkehrsumlegung)je porazdelitev potovanj med posameznim parom prometnih con izvorno-ciljne matrike po možnih poteh med tema conama.

**Povprečni letni dnevni promet (PLDP)** (annual average daily traffic AADT, Jährlicher  durchschnittlicher täglicher Verkehr JDTV) je na osnovi podatkov štetij prometa izvrednoteno povprečno dnevno število motornih vozil, ki je v določenem letu prevozilo izbrani prerez vozišča.

**Povprečni letni dnevni delavniški promet (PLDDP)** (annual average weekday traffic, Jährlicher durchschnittlicher täglicher Verkehr an Wochentagen) je na osnovi podatkov štetij prometa izvrednoteno povprečno število motornih vozil ob delavnikih, ki je v določenem letu prevozilo izbrani prerez vozišča.

**Konična ura** (peak hour, Hauptverkehrszeit/Spitzenstunde) je tista ura v dnevu (dopoldnevu/popoldnevu/turistična konica/posebna konica), ko so prometne obremenitve najvišje.

**Ocena učinka na varnost v prometu (RSIA)** (Road Safety Impact Assessment, Folgenabschätzung hinsichtlich der Straßenverkehrssicherheit für Infrastrukturprojekte) je strateška primerjalna ocena vpliva "infrastrukturnega projekta" (nove ceste ali znatne spremembe obstoječega omrežja, ki vpliva na potekanje prometa), ki ga ima na raven prometne varnosti infrastrukturne mreže.

**Produkcija potovanj** (trip production, Verkehrserzeugung**)** je skupnoštevilo potovanj, ki jih producira določena prometna cona.

**Prometna cona** (traffic analysis zone, Verkehrszone)je del območja obdelave**.**

**Prometna obremenitev** (traffic volume, Verkehrsaufkommen) je število vozil, ki v določenem časovnem intervalu prevozijo posamezen merski prerez na cesti.

**Prometna študija** (traffic study, Verkehrsstudie) je analiza obstoječih in napovedanih prometnih tokov.

**Prometni model** (traffic model, Verkehrsmodel) je matematični model dejanskega prometnega sistema, ki poskuša replicirati obnašanje sistema z uporabo matematičnih enačb in predpostavk.

**Štetje prometa** (traffic count, Verkehrszählung) je način ugotavljanja števila in vrste vozil, ki prevozijo izbrani prerez ceste v določenem času.

# Vrste prometnih študij glede na vrste ukrepov

V prometnih študijah se analizira učinkovitost različnih vrst ukrepov:

1. **Ukrepi prometne politike za preusmerjanje prometnega povpraševanja in sprememba ponudbe JPP**

Ukrepi prometne politike za preusmerjanje prometnega povpraševanja so npr. cena goriva, sprememba režima parkiranja, ponudba P&R, cestnine, uvedba rumenih pasov, nove proge javnega potniškega prometa povečanje frekvenc, cene vozovnic v javnem prometu itd.

1. **Prometna ureditev (vodenje prometa),**

Načrtovane spremembe vodenja prometa na cestnem omrežju so predvsem spremembe poteka vodenja prometa v križiščih (potek prednosti, semaforski cikli,….), prepoved uporabe cestnih odsekov za določene razrede vozil, na železnicah pa spremembe voznih redov, spremembe hitrosti oz. voznih časov posameznih vrst vlakov, itd.

**Vrste ukrepov - ceste**

1. **Ojačitev**

Ojačitev pomeni vgraditev več dodatnih plasti materiala na obstoječo konstrukcijo za izboljšanje njene nosilnosti in/ali ohranitev njene uporabnosti na primerni ravni. Ojačitev obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije je mogoče izvršiti z nadgradnjo, delno zamenjavo ali popolno zamenjavo.

1. **Rekonstrukcija**

Rekonstrukcija ceste je spreminjanje tehničnih značilnosti obstoječe ceste, pri čemer se delno ali v celoti spreminjajo njeni konstrukcijski elementi in zmogljivost.

1. **Novogradnja**

Gradnja javne ceste obsega celovito izvedbo gradnje objekta, vključno z izvedbo povezanih prostorskih ureditev, potrebnih za njeno izvedbo.

**Vrste ukrepov – železnice**

**III. Obnova javne železniške infrastrukture** pomeni večja dela za obnovo obstoječe infrastrukture, ki ne spremenijo celotnega delovanja podsistema. Obnova torej pomeni, da se proga obnovi, ne da bi se pri tem spremenili dovoljena osna obremenitev, svetli profil ali geometrijski elementi ter prevozna in prepustna zmogljivost.

**IV. Nadgradnja javne železniške infrastrukture** je vsaka pomembna sprememba podsistema ali njegovega dela, ki privede do spremembe tehnične dokumentacije, priložene ES-izjavi o verifikaciji, če takšna tehnična dokumentacija obstaja, in ki izboljša celotno delovanje podsistema.

**V. Novogradnja javne železniške infrastrukture** obsega celovito izvedbo gradnje objekta, vključno z izvedbo povezanih prostorskih ureditev, potrebnih za njeno izvedbo oz. gradnja posameznih stabilnih naprav.

Vrste ukrepov, ki jih analiziramo v prometnih študijah zahtevajo izvedbo različnih aktivnosti. Potrebne aktivnosti so podane v naslednjih poglavjih.

## Potrebne aktivnosti glede na vrsto ukrepa

Aktivnosti, ki jih je treba izvesti glede na vrsto ukrepov, so podane v naslednjih tabelah (ločeno za ceste in železnice) označene z znakom »+«.

Preglednica:3.1 Aktivnosti po vrstah ukrepov - ceste

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VRSTA UKREPA  AKTIVNOST | I  politika | II  vodenje | III  ojačitev | IV  rekonstrukcija | V  novogradnja |
| Načrtovanje elementov |  |  |  |  |  |
| Število pasov |  |  |  | (+) | + |
| Križišča |  | + |  | (+) | + |
| Voziščna konstrukcija | (+ ) | (+) | + | + | + |
| Protihrupni ukrepi | (+) | (+) |  | (+) | (+) |
| Načrtovanje vodenja prometa | (+) | + |  | (+) | + |
| Analiza prometne učinkovitosti | + | + |  | (+) | + |
| Analiza ekonomske učinkovitosti | (+) | (+) |  |  | + |
| RSIA |  |  |  |  | (+) |

(+) Če je treba

1. V primeru, da se v študiji preverja učinkovitost ukrepov prometne politike je treba preveriti njihovo prometno in ekonomsko učinkovitost.
2. V primeru, da se v študiji preverja oz. načrtuje sprememba vodenja prometa, je treba izvesti načrtovanje križišč in načrt vodenja prometa ter preveriti prometno učinkovitost.
3. V primeru, da je predvidena zgolj ojačitev voziščne konstrukcije ceste, je treba izdelati zgolj napoved PLDP po strukturi prometa, ki je potrebna za načrtovanje voziščne konstrukcije.
4. Dimenzioniranje voziščne konstrukcije je potrebno tudi pri rekonstrukciji, poleg tega pa je treba preveriti tudi ustreznost vodenja prometa v križiščih, ter po potrebi razširiti križišče z dodatnimi pasovi. V nekaterih primerih se v rekonstrukcije vključijo tudi protihrupni ukrepi.
5. Pri novogradnjah je treba izvesti vse aktivnosti načrtovanja, preveriti vodenje prometa in izvesti tudi analizo prometne in ekonomske učinkovitosti, kadar je zahtevano po Pravilniku o preverjanju varnosti cestne infrastrukture pa tudi RSIA.)

Kadar študija vključuje različne vrste ukrepov, npr. novogradnje in ukrepe prometne politike, je treba izvesti aktivnosti, ki pokrivajo vse vrste ukrepov.

Preglednica: 3.2 - Aktivnosti po vrstah ukrepov - železnice

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VRSTA UKREPA  AKTIVNOST | VI  politika | | VII  vodenje | VIII  obnova | IX  nadgradnja | X  novogradnja |
| Načrtovanje elementov | |  |  |  |  |  |
| Infrastruktura | |  |  | + | + | + |
| Energija | |  | + |  | (+) | + |
| Vozila | | (+) | + | + | + | + |
| Protihrupni ukrepi | |  |  |  | (+) | (+) |
| Vodenje prometa | | (+) | + |  | (+) | + |
| Analiza prometne učinkovitosti | | + | + | + | (+) | + |
| Analiza ekonomske učinkovitosti | | + |  | + | + | + |

1. V primeru, da se v študiji preverja učinkovitost ukrepov prometne politike, je treba preveriti njihovo prometno in ekonomsko učinkovitost.
2. V primeru, da se v študiji preverja oz. načrtuje sprememba vodenja prometa, je treba izvesti načrtovanje podsistemov infrastruktura in vozila in načrt vodenja prometa ter preveriti prometno učinkovitost.
3. V primeru, da je predvidena zgolj obnova, je treba izdelati zgolj načrtovanje infrastrukturnega podsistema.
4. Načrtovanje infrastrukturnega podsistema je potrebno tudi pri nadgradnji, poleg tega pa je včasih treba preveriti tudi ustreznost podsistema Energija in vodenja prometa na postajah, ter po potrebi razširiti postaje z dodatnimi tiri. V nekaterih primerih se v nadgradnjo vključi tudi protihrupne ukrepe.
5. Pri novogradnjah je treba izvesti vse aktivnosti načrtovanja vseh podsistemov, preveriti vodenje prometa in izvesti tudi analizo prometne in ekonomske učinkovitosti.

Kadar študija vključuje različne vrste ukrepov, npr. novogradnje in ukrepe prometne politike, je treba izvesti aktivnosti, ki pokrivajo vse vrste ukrepov.

## Podatki za posamezne vrste analiz po aktivnostih

Za potrebe izvedbe analize prometne in ekonomske učinkovitosti analize in prometne varnosti (RSIA) je treba pridobiti različne podatke (preglednici 3.3 in 3.4), ki jih dobimo ali s štetji (za obstoječe stanje), ali kot rezultate napovedi s poenostavljenimi metodami ali različnimi modeli. Te podatke je treba pridobiti za izhodiščno leto, plansko leto in morebitna vmesna obdobja za vse variante oz. scenarije.

Napoved prometa se izvede za več scenarijev prihodnjega povpraševanja in prihodnje ponudbe.

Pri uporabi modelov spremenljivega povpraševanja se preveri več scenarijev bodočega povpraševanja, kjer se kot vhodni podatek za izračun povečane generacije potovanj upošteva napoved bodoče namenske rabe prostora (ki jo dobimo od pripravljavcev prostorske dokumentacije in nosilcev urejanja prostora oz. prostorskih načrtovalcev), in več scenarijev napovedi socialno-ekonomskih karakteristik populacije (rast dohodka, lastništva vozil, zaposlenosti).

V scenarijih različne prometne ponudbe pa se poleg različnih infrastrukturnih ukrepov kombinirajo tudi različne ponudbe storitev javnega potniškega prometa in variante ukrepov prometne politike.

Za potrebe analize ekonomske učinkovitosti mora biti obvezno en scenarij, ki ne predvideva nobenih ukrepov oziroma ukrepe, ki bi bili izvedeni v vsakem primeru (t. i. primerjalno omrežje).

Pri poenostavljenih metodah izvedemo napoved zgolj za en scenarij prometnega povpraševanja.

Preglednica: 3.3 Podatki za posamezne vrste analiz po aktivnostih na področju cest

|  |  |
| --- | --- |
| AKTIVNOST | POTREBNI PODATKI O PROMETU (REZULTATI NAPOVEDI) |
| Načrtovanje elementov |  |
| Število pasov na odseku | prometne obremenitve v urnih konicah po razredih vozil in PLDP |
| Križišča | prometne obremenitve po zavijalnih manevrih v urnih konicah po razredih vozil |
| Voziščna konstrukcija | PLDP po razredih vozil |
| Protihrupni ukrepi | PLDP in hitrosti po razredih vozil (do 3.5t in nad 3.5t) in ločeno za dan (12 ur od 6 do 18.ure skupaj), večer (4 ure od 18. do 22.ure skupaj), noč (8 ur od 22. do 6. ure skupaj) v skladu z uredbo o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju |
| Vodenje prometa | prometne obremenitve v urnih konicah po razredih vozil, potovalni časi v urnih konicah |
| Analiza prometne in ekonomske učinkovitosti | PLDP, hitrosti in potovalni časi po razredih vozil,  število potnikov po progah JP |
| RSIA | PLDP po razredih vozil |

Preglednica:3.4 - Podatki za posamezne vrste analiz po aktivnostih na področju železnic

|  |  |
| --- | --- |
| AKTIVNOST | POTREBNI PODATKI O PROMETU (REZULTATI NAPOVEDI) |
| Načrtovanje elementov |  |
| Infrastruktura | število in hitrosti vlakov na dan po vrstah, neto in bruto tone po odsekih |
| Energija | število in hitrosti vlakov na dan po vrstah, neto in bruto tone po odsekih |
| Vozila | Bruto tone po odsekih in število potnikov |
| Protihrupni ukrepi | Število in hitrosti vlakov na dan po vrstah |
| Vodenje prometa | Število vlakov na dan po vrstah |
| Analiza prometne in ekonomske učinkovitosti | število potnikov  Število, hitrosti in masa vlakov na dan po vrstah |

# Vrste napovedi prometa

Metode za napovedovanje prometa so:

1. poenostavljene metode (Simplified Models),
2. modeli obremenjevanja (Assignment models),
3. modeli spremembe deleža vrste prometnega sredstva (Mode Share Models),
4. modeli s spremenljivim povpraševanjem (Variable Demand Models),
5. kombinirani modeli.

## Poenostavljene metode

Poenostavljene metode se uporabijo, kadar ni medsebojne odvisnosti med stanjem omrežja in prometnim povpraševanjem.

Primeri uporabe poenostavljenih metod:

* ojačitve cest, kjer se ne pričakuje sprememba povpraševanja zaradi ojačitve (ni vpliva na generacijo, distribucijo, izbiro načina in obremenjevanje mreže),
* analiza omrežij, kjer ni možnosti preusmerjanja prometa,
* analiza individualnih križišč.

Napoved prometa se izračuna z uporabo faktorjev rasti. Faktorje rasti izračunamo iz analize časovnih vrst števnih podatkov ali pa jih povzamemo iz predhodnih študij za širše območje.

## Modeli obremenjevanja

V modelih obremenjevanja se izvede samo faza obremenjevanja omrežja.

Izvorno-ciljne matrike so pridobljene eksterno, s terenskimi raziskavami (anketami, beleženjem registrskih tablic), iz obstoječih prometih modelov, z analizo podatkov mobilnih operaterjev, cestninskega sistema itd.

Z modeli obremenjevanja se oceni preusmeritev prometa na alternativne poti zaradi nove ali izboljšane infrastrukture ali storitev javnega prometa.

Primeri uporabe modelov obremenjevanja:

* ocena vpliva spremembe prometne ponudbe, kadar se pričakuje spremembe v izbiri poti, ne pa tudi spremembe v izbiri načina, cilja ali števila potovanj,
* ocena vpliva izboljšanja ponudbe storitev javnega prometa, kadar se pričakujejo spremembe v izbiri prog javnega prometa, ne pa tudi skupnega deleža javnega prometa,
* ocena učinkovitosti izvedbe ukrepov prometne politike (npr. cestnine), kadar se pričakujejo spremembe v izbiri poti, ne pa tudi načina potovanj.

Pri modelih obremenjevanja je dovoljena tudi uporaba tehnike ocene matrik iz števnih podatkov kot npr. maksimizacija entropije.

## Modeli spremembe deleža vrste prometnega sredstva

V modelih spremembe deleža vrste prometnega sredstva se modelira izbira poti in izbira vrste prometnega sredstva oz. načina potovanj.

Z modeli spremembe deleža vrste prometnega sredstva se izračunajo spremembe v deležih posameznih načinov potovanj v odvisnosti od spremembe generaliziranih stroškov.

V te modele sta vključeni faza izbire načina potovanj in faza obremenjevanje omrežja.

Primeri uporabe modelov spremembe deleža vrste prometnega sredstva:

* ocena vpliva spremembe prometne ponudbe, kadar se pričakujejo spremembe v izbiri poti in v izbiri načina potovanj, ne pa tudi spremembe v izbiri cilja ali števila potovanj,
* ocena vpliva izboljšanja ponudbe storitev javnega prometa, kadar se pričakujejo spremembe v izbiri prog javnega prometa in tudi skupnega deleža javnega prometa,
* ocena učinkovitosti izvedbe ukrepov prometne politike, kadar se pričakujejo spremembe v izbiri poti in tudi načina potovanj.

V modelih spremembe deleža vrste prometnega sredstva je dovoljena tudi uporaba inkrementalne ali pivot-point tehnike prilagajanja izvorno-ciljnih matrik.

## Modeli s spremenljivim povpraševanjem

Modeli s spremenljivim povpraševanjem so štiristopenjski prometni modeli, ki vključujejo generacijo, distribucijo, izbiro načina potovanj in obremenjevanje mreže.

Vhodni podatki modelov s spremenljivim povpraševanjem so vrsta in obseg namenske rabe prostora, socialno-ekonomske značilnosti potnikov in stanje prometnega omrežja.

Modeli s spremenljivim povpraševanjem se uporabljajo za modeliranje večjih mest, regij in držav za oceno scenarijev, kjer se pričakuje večja sprememba v potovalnih časih (spremembe v infrastrukturi – v ureditvi in regulativi) in/ali v stroških potovanj in/ali v vrstah namenske rabe prostora in/ali v površini namenske rabe prostora.

Primeri uporabe modelov s spremenljivim povpraševanjem:

* ocena vpliva spremembe v socio-ekonomskih podatkih,
* ocena vpliva spremembe v celotnem prometnem povpraševanju vključno z induciranim prometom kot posledica izboljšav v prometnem omrežju,
* ocena vpliva spremembe v vzorcu potovanj,
* ocena vpliva spremembe v času potovanj,
* ocena vpliva spremembe prometne politike in sprememba ponudbe JPP,
* ocena vpliva spremembe namenske rabe prostora.

## Kombinirani modeli

S kombiniranimi modeli se nekatere vrste potovanj modelirajo z vsemi štirimi stopnjami, ostale pa bolj poenostavljeno.

Primera kombiniranja modelov:

* štiristopenjski model za notranja potovanja in samo obremenjevanje za tranzitna potovanja,
* kombiniranje štiristopenjskega modela za osebna vozila in samo obremenjevanja za blagovni promet.

## Povzetek funkcionalnosti posameznih vrst modelov

V tabeli 4.1 je podan povzetek funkcionalnosti posameznih vrst modelov, ki je namenjen lažji oceni potrebnega časa in stroškov za izdelavo študije.

Tabela 4.1:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Poenostavljene metode | Modeli obremenjevanja | Modeli spremembe deleža vrste prom. sredstva | Modeli s spremenljivim povpraševanjem |
| čas izračuna | kratek | daljši | daljši | najdaljši |
| izbira poti | ne | da | da | da |
| izbira načina | ne | ne | da | da |
| generacija | ne | ne | ne | da |
| čas razvoja modela | 1-2 tedna | 2-4 tedne | 4-8 tednov | 3-12 mesecev |

## Uporaba posameznih vrst napovedi glede na vrsto ukrepa

V odvisnosti od vrste ukrepa se uporabljajo naslednje vrste napovedi:

* ojačitev: A
* rekonstrukcija: A, (B)
* novogradnja: B, C, D, E
* prometna ureditev (vodenje prometa): A
* ukrepi prometne politike in sprememba ponudbe JPP: C, D, E

# Validacija modela

Pred uporabo modela za napoved in analizo variant je treba preveriti njegovo ustreznost. To se izvede s primerjavo rezultatov modela obstoječega stanja z rezultati terenskih raziskav.

## Prometni tok na odsekih in zavijalci v križiščih

V primeru, da so za razvoj modela uporabljeni zgolj podatki o štetju prometa (npr. za določitev izvorno-ciljnih matrik), ) se istih lokacij ne sme uporabiti tudi za validacijo modela. V primeru, da so matrike razvite samo na osnovi uporabe sintetičnega modela, pa lahko za njihovo korekcijo uporabimo vsa števna mesta.

### Urne obremenitve

Za preverjanje izračunanih urnih pretokov se uporabi naslednji merili:

1. absolutna in relativna razlika med modeliranimi pretoki in štetji ,
2. statistika GEH, ki je oblika statistike Hi-kvadrat, ki vključuje tako relativne kot absolutne napake, in je opredeljena na naslednji način:

kjer je:

GEH GEH statistika,

M modeliran pretok (rezultat modela),

C opažen pretok (števni podatek).

Merili sta v splošnem skladni, zato zadošča, če je izpolnjeno eno merilo.

Kriteriji za ustreznost so podani v naslednji tabeli:

Tabela 5‑1: Kriteriji ustreznosti modela

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Merilo | Števni podatek [vozil/h] | Dovoljeno odstopanje |  |
| 1 | <700 | +-100 vozil/h |  |
|  | >=700 in < 2700 | +-15% | >85 % primerov |
|  | >=2700 | +-400 [vozil/h] |  |
| 2 | GEH < 5 |  | >85 % primerov |

Števni in modelski podatek se nanašata na posamezno smer oziroma zavijalni manever v križišču.

Navedeni kriterij velja za modele z uporabo postopka prilaganja matrik. V primeru sintetičnih modelov brez uporabe navedenega postopka je treba doseči GEH<5 na 65% odsekov, RMSE<0,3.

### PLDP in povprečni dnevni promet na odsekih.

Ustreznost izračunanega PLDP se preveri tako, da se PLDP deli z 10, nato pa se v nadaljevanju postopa enako kot pri preverjanju izračunanih urnih obremenitev.

## Potovalni čas

Poleg pretokov je treba preveriti tudi pravilnost z modelom izračunanih potovalnih časov.

Pravilnost je treba preveriti najmanj za vse tranzitne poti skozi območje obdelave.

Pravilnost je treba preveriti tudi za konična obdobja, če je prometni model izdelan za urni promet.

Izračun potovalnih časov je ustrezen, če izračunani potovalni časi v več kot 85 % preverjanih poti ne odstopajo za več kot 15% od izmerjenih potovalnih časov. V primeru, da je 15 % izmerjenega potovalnega časa manj kot 1 minuta, potem potovalni časi ne smejo odstopati za več kot 1 minuto.

# Dokumentacija prometnega modela

Prometna študija, katerega sestavni del je prometni model, vsebuje poročilo o razvoju prometnega modela in navodilo za uporabo prometnega modela.

Poročilo o razvoju prometnega modela vsebuje vse podatke, postopke, funkcionalnosti in navodila za uporabo, posodobitev in razvoj prometnega modela. Namen poročila o razvoju prometnega modela je strokovnjakom prometnega modeliranja omogočiti spremljanje razvoja prometnega modela v fazi razvoja prometnega modela in v fazi po zaključku možnost nadaljnjega razvoja prometnega modela.

Poročilo o razvoju prometnega modela (t.i. »model development report«) vsebuje vsaj:

* kratek opis uporabljenega programskega orodja, v katerem je prometni model izdelan,
* predmet, opis in namen prometnega modela,
* navedba in opis izhodiščnih podatkov,
* postopki obdelave izhodiščnih podatkov,
* baza izhodiščnih podatkov in opis,
* postopek in opis celotnega obremenjevanja prometnega modela,
* postopek in opis posodobitve prometnega modela in
* definiranje ključnih rezultatov prometnega modela.

Navodilo za uporabo prometnega modela (t.i. »model user guide«) so namenjena za prikaz ključnih rezultatov prometnega modela in vsebujejo najmanj navodila za prikaz ključnih rezultatov prometnega modela (npr. grafični rezultati, tabelarični rezultati in drugi rezultati).

Poročilo o razvoju prometnega modela in navodila za uporabo prometnega modela sta sestavni del prometne študije.

# Analiza rezultatov

Osnovni rezultati napovedi so prometne obremenitve na cestnih odsekih in zavijalci v križiščih, potniki po linijah in postajališčih JPP ter blagovni tokovi oziroma število vlakov po železnicah za vse scenarije za bazno in vsa ciljna leta ter za vsa modelirana časovna obdobja v dnevu, ločeno po vrstah vozil.

## Analiza prometne učinkovitosti

Na osnovi podatkov o štetju prometa (za obstoječe stanje) in rezultatov napovedi (s poenostavljenimi metodami ali prometnim modelom) in podatkov o prometni infrastrukturi se izračunajo najmanj naslednji kazalniki prometne učinkovitosti:

* za cestni promet
* opravljeno prometno delo (skupno število prevoženih km) po vrstah vozil,
* skupen porabljen čas (tudi po namenih potovanj),
* porabljen čas na potnika (tudi po namenih potovanj),
* dolžina odsekov s preseženo kapaciteto,
* kapacitetna analiza odsekov, priključkov in križišč po metodologiji HCM:
  + - * skupne in povprečne zamude,
      * dolžine kolon,
      * skupno in povprečno število ustavljanj,
      * nivo uslug.
* za železniški promet najmanj:
* prevozna zmogljivost (neto in bruto ton/leto, št. potnikov/ dan, št. potnikov/leto),
* prepustna zmogljivost (št. vlakov/delovni dan za potniške, tovorne in lokomotivske vlake) izračunana po metodi UIC 405 ali UIC 406,
* izkoriščenost zmogljivosti prog oz. progovnih odsekov,
* vozni časi posameznih vrst vlakov,
* zasedenost posameznih tirov,
* intervali križanja,
* postajni intervali in
* vozni redi (izdelani morajo biti za 24 urno obdobje).

Pri analizi prometne učinkovitosti je treba upoštevati merodajne urne obremenitve. Merodajne urne obremenitve se določi z upoštevanjem t.i. K faktorjev in faktorjev smerne distribucije. K faktor se izračuna iz kumulativne distribucije urnih obremenitev na ustreznem avtomatskem števnem mestu ob upoštevanju 30. ure kot merila, smerni faktor pa iz razmerja prometne obremenitve v bolj obremenjeni smeri in skupnega prometa v jutranji konici.

## Analiza prometne varnosti

V primeru, da je po Pravilniku o preverjanju varnosti cestne infrastrukture potrebna analiza učinka na varnost v prometu, jo je treba izvesti v skladu s Smernicami za oceno učinka na varnost v prometu RSIA (Road Safety Impact Assessment).

V primeru prometno varnostne analize kompleksnih križanj, območij prepletanj itd., je smiselna tudi izvedba analize konfliktov na podlagi trajektorij vozil iz mikroskopskih simulacij.

## Analiza ekonomske učinkovitosti

V okviru prometne ali prometno-ekonomske študije izdelana analiza ekonomske učinkovitosti je podlaga za izdelavo investicijske dokumentacije.

Ekonomsko učinkovitost investicije dokazujemo z analizo stroškov in koristi.

Pri analizi stroškov in koristi primerjamo investicijo in razlike pri stroških v primerjavi z varianto brez investicije.

Upoštevamo naslednje vrste stroškov:

* stroške investicije,
* stroške upravljanja in vzdrževanja,
* stroške uporabnikov,
* časovne stroške,
* operativne stroške,
* eksterne stroške,
* ostanek vrednosti investicije.

Pri analizi upoštevamo stalne cene.

Vse stroške diskontiramo z uporabo predpisane diskontne stopnje.

Za vsako primerjano varianto oz. scenarij je treba izračunati naslednje kazalnike ekonomske učinkovitosti:

* neto sedanjo vrednost NSV,
* relativno neto sedanjo vrednost RNSV,
* interno stopnjo donosa ISD.

Za analizo eksternih stroškov prometa se uporabi priročnik *Handbook on External Costs of Transport* (European Commission, 2019), za cestne projekte pa je dovoljena tudi uporaba OPCOST (DRSI).

V skladu z navedenim priročnikom je treba v analizo vključiti stroške:

* nezgod (razen če so že zajeti v RSIA ali pa v OPCOST),
* onesnaženja zraka,
* klimatskih sprememb,
* hrupa (razen če so že izračunani v študiji hrupa),
* zamud (razen če so že zajeti v časovnih stroških na osnovi analize prometne učinkovitosti),
* proizvodnje energije (well-to-tank costs),
* uničevanja habitatov,
* ostale stroške.

Stroški se ocenijo na osnovi prevoženih kilometrov po posameznih vozilih in vrstah ceste z uporabo povprečnih faktorjev (mejnih stroškov) za vsako vrsto eksternih stroškov.

# Minimalna vsebina elaboratov prometnih študij

Elaborati prometnih študij morajo vsebovati najmanj naslednje vsebine:

UVOD

NAMEN

POVZETEK PREDHODNIH ŠTUDIJ (če obstajajo)

METODOLOGIJA

VPLIVNO OBMOČJE IN OBRAVNAVANO PROMETNO OMREŽJE

VHODNI PODATKI

PROMETNI MODEL (če je potreben)

VALIDACIJA (če je potrebna)

SCENARIJI (če obstajajo)

REZULTATI NAPOVEDI

ANALIZA REZULTATOV

ZAKLJUČKI IN PREDLOGI

# Lastništvo modela in vzdrževanje

V primeru, da je v študiji izdelan prometni model, ga izvajalec preda naročniku v digitalni aktivni obliki, z vsemi vhodnimi podatki in procedurami za izračun. To mora biti specificirano v projektni nalogi in pogodbi.

Naročnik (ali drugi izvajalec po naročilu naročnika) mora imeti možnost ponoviti vse izračune ob predpostavki, da razpolaga z ustrezno licencirano programsko opremo in ustrezno usposobljenim strokovnim kadrom.

Kadar pričakujemo, da se bo model, ki je bil razvit v okviru študije, uporabljal tudi v prihodnjih študijah, se je priporočljivo pogodbeno dogovoriti o nadaljnjem vzdrževanju modela.

Literatura

European Commission. (2019). Handbook on External Costs of Transport.

Department for Transport UK, (2021) Transport analysis guidance

RS Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, (2012) Smernica za izdelavo ocene učinka na varnost v prometu (RSIA)

PTV, (2021) VISUM Manual

PTV, (2021) VISSIM Manual

Omega consult, (2019, OPCOST metodologija

Ortuzar, J, Willumsen, L., (2011) Modelling Transport

HCM . Highway Capacity Manual (2010 ali novejši)

Osnutek / Predlog TSPI – X.YY.ZZZ (mesec LLLL)

NASLOV TSPI

je pripravil tehnični odbor za pripravo tehničnih specifikacij za cestno in železniško infrastrukturo za tematsko področje xyz, v sestavi:

akad. naz. Ime Priimek predsednik odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

akad. naz. Ime Priimek član odbora …………………………………………………

Ljubljana, mesec LLLL