







## Izdajatelj:

**Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovška 3, 1000 Ljubljana, telefon/faks 01 422 4622 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

## Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**  
izr. **prof. dr. Matjaž Mikoš**  
**Jakob Presečnik**  
MSG IZS: **Gorazd Humar**  
**mag. Črtomir Remec**  
**doc. dr. Branko Zadnik**  
FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**  
FG Maribor: **Milan Kuhta**  
ZAG: **prof. dr. Miha Tomaževič**

## Glavni in odgovorni urednik:

**prof. dr. Janez Duhovnik**

## Sodelavec pri MSG IZS:

**Jan Kristjan Juteršek**

## Lektorica:

**Alenka Raič Blažič**

## Lektorica angleških povzetkov:

**Darja Okorn**

## Tajnica:

**Anka Holobar**

## Oblikovalska zasnova:

**Mateja Goršič**

## Tehnično urejanje, prelom in tisk:

**Kočevski tisk**

## Naklada:

**3150 izvodov**

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5500 SIT; za študente in upokojece 2200 SIT; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 40.687,50 SIT za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80 EUR. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:

02017-0015398955

## Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

- Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
- Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
- Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
- Besedilo mora biti izpisano z znaki velikosti 12 pik z dvojnimi presledki med vrsticami.
- Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
- Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); oznako ali je članek strokoven ali znanstven; nazive, imena in priimke avtorjev ter njihove naslove; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ..., naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.
- Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni.
- Slike, preglednice in fotografije morajo biti omenjene v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Vse slike in fotografije v elektronski obliki (slike v običajnih vektorskih grafičnih formatih, fotografije v formatih .tif ali .jpg visoke ločljivosti) morajo biti v posebnih datotekah, običajne fotografije pa priložene.
- Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
- Kot decimalno ločilo je treba uporabiti vejico.
- Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki: (priimek prvega avtorja, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.
- V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime prvega avtorja (lahko okrajšano), priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
- Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
- Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD in v 8. točki določenih grafičnih formatih.

Uredništvo



# Vsebina • Contents

## Članki • Papers

stran **261**

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

### **DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJSKIH RAZBREMENILNIH NAPRAV PO NEMŠKIH ATV SMERNICAH (1)**

DIMENSIONING OF SEWER OVERFLOWS ACCORDING TO GERMAN ATV GUIDANCE (1)

stran **273**

izr. prof. dr. Drago Sever, univ. dipl. inž. grad.,  
mag. Matej Dobovšek, univ. dipl. inž. prom.

### **SPREJEMLJIVOST METODOLOGIJE ZA PROMETNO DIMENZIONIRANJE SEMAFORIZIRANIH KRIŽIŠČ PO HCM 2000 V SLOVENSKEM URBANEM OKOLJU**

ACCEPTABILITY OF HCM 2000 METHODOLOGY FOR TRAFFIC DIMENSIONING OF SIGNALIZED INTERSECTIONS IN SLOVENE URBAN ENVIRONMENT

stran **279**

dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.,  
mag. Jure Kostanjšek, univ. dipl. inž. grad.

### **PRIORITETA PROMETNOVARNOSTNIH UKREPOV NA PREHODIH ZA PEŠCE** PEDESTRIAN CROSSINGS PRIORITY FOR PEDESTRIAN SAFETY

## Seminarij

stran **272**

### **IZREDNI SEMINAR ZA STROKOVNE IZPITE PO ZGO-C**

## Novice

stran **285**

### **ACTA GEOTEHNICA SLOVENICA**

prof. dr. Ludvik Trauner

stran **286**

### **DESETLETNICA SODELOVANJA INŠTITUTA ZA GEOTEHNIKO UNIV. V MARIBORU IN INŠTITUTA ZA MEHANIKO TAL IN TEMELJENJE TEH. UNIV. GRADEC**

Dr. Bojana Dolinar

stran **288**

### **PRVO MONTAŽNO KROŽNO KRIŽIŠČE V SLOVENIJI**

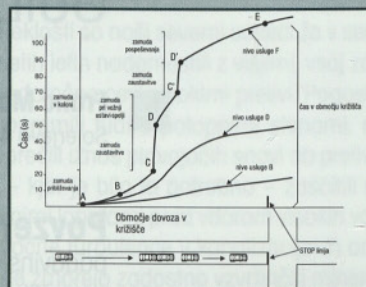
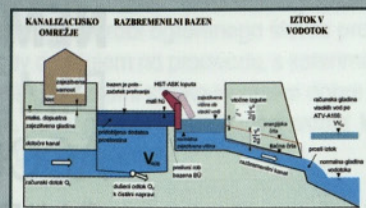
izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi

## Novi diplomanti gradbeništva

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

## Koledar prireditev

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.



Vrsta predloga	Število
nov prehod	421
odstranitev	2
prestavitve	9
ukinitve	1
umiritev prometa	1
ureditev	134
drugo	63
<b>SKUPAJ</b>	<b>631</b>

Slika na naslovnici: Montažno krožno križišče na Koroški cesti v Mariboru, foto: Radmilo Perunović



# DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJSKIH RAZBREMENILNIH NAPRAV PO NEMŠKIH ATV SMERNICAH (1)

## DIMENSIONING OF SEWER OVERFLOWS ACCORDING TO GERMAN ATV GUIDANCE (1)

**Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.**

Sojersjeva 43, 1000 Ljubljana

**Strokovni članek**

UDK 628.24

**Povzetek** | Glavna naloga razbremenilnih naprav je ločitev manj onesnažene padavinske vode od močno onesnažene odpadne vode v mešanih kanalizacijskih omrežjih. Članek opisuje postopke dimenzioniranja sodobnih razbremenilnih naprav po nemških ATV smernicah. Z opisanim dimenzioniranjem je mogoče zagotoviti ustrezno delovanje razbremenilnih naprav in doseči željeno varovanje okolja.

**Summary** | The main aim of the overflows facilities is the separation of the less polluted water from the heavy polluted waste water in the mixed sewer systems. The paper describes the dimensioning of the contemporary sewer overflows according to the German ATV guidance. With the dimensioning described the appropriate functioning of the overflows could be assured, and the wanted environment protection could be achieved.

### 1 • UVOD

Padavinski odtoki v mešanem sistemu kanalizacije so lahko tudi nekaj stokrat večji od sušnih odtokov. Iz ekonomskih ter tehničnih razlogov skušamo padavinske odtoke ločiti od sušnih, ki se odvedejo ter v celoti očistijo na čistilnih napravah. S takim zmanjšanjem odtoka se doseže zmanjšanje premerov transportnih kanalov, zmanjšanje objektov (npr. črpališč) ter omogoči enakomernejša hidravlična ter optimalna biološka obremenitev čistilne naprave. Torej poleg zmanjšanih investicijskih stroškov dosežemo tudi za uporabnika najvažnejše zmanjšanje obratovalnih stroškov, saj jih mora namreč le-ta (za razliko od praviloma subvencioniranih investicijskih stroškov) kasneje še desetletja (brez evropskih, državnih ali drugih subvencij) kriti v celoti popolnoma sam.

**V daljni preteklosti je bila naloga razbremenilnih naprav samo količinska (hidravlična) delitev odtokov, medtem ko se danes od modernih razbremenilnih naprav**

**zahteva predvsem ločitev (biološko) močno onesnaženih od manj onesnaženih delov pretokov.**

V preteklosti smo skozi kanalizacijska omrežja v mešanem sistemu brez omejitev odvajali »vse, kar je teklo in preplaknilo kanale«. Namestitvam čistilnih naprav na koncu kanalizacijskih omrežij pa je zelo hitro sledila prepoved uvajanja neonesnaženih pritokov (izvirnov, drenaž itd.) v kanalizacijska omrežja in s tem redčenje biološko močno onesnaženih odtokov. Dandanes naj bi se le močno onesnaženi odtoki priključili in zadrževali v omrežju ter v celoti dozirano odvedli na čiščenje v čistilno napravo. Nasprotno pa naj se neonesnaženi ter minimalno onesnaženi odtoki v čim večji meri odvajajo neposredno v vodotoke. Razmerje med stopnjo onesnaženosti, ki mora ostati v omrežju, ter za okolje še tolerantno stopnjo, ki se sme razbremenjevati v vodotoke, najbolje določajo nemške strokovne smernice

ATV-A 128. Te smernice pomenijo tudi vzpostavitev medsebojnega ravnotežja v delovanju mešanih kanalizacijskih omrežij ter njim pripadajočih čistilnih naprav. **Kanalizacijskega omrežja in pripadajoče čistilne naprave nikakor ne smemo obravnavati kot ločena, samostojna objekta, saj sta v medsebojni odvisnosti in kot celota namenjena zaščiti našega okolja.**

Dimenzioniranje razbremenilnih naprav zgolj na letno pogostost prelivanja (kar je žal postalo moderno tudi pri nas) pomeni v primerjavi z ATV-A 128 (nepotrebno in znatno dražje) strokovno nazadovanje za nekaj desetletij. Nemške meritve dejanskih razmer na omrežjih ter čistilnih napravah (kot celotah) so namreč že pred skoraj štirimi desetletji dokazale, da predstavlja optimalno zaščito vodotokov le ujetje in zadrževanje (količinsko majhnih) močno onesnaženih pretokov v omrežju in njihovo celotno očiščenje na čistilni napravi. Splošno je namreč že znano, da 100-odstotnemu zvišanju kritičnega odtoka razbremenilnika (iz  $r_{krit} = 15 \text{ l/s.ha}$  na  $r_{krit} = 30 \text{ l/s.ha}$ ) ustreza le zanemarljivo (2 do 3-odstotno) zvišanje zaščite vodotoka na razbremenilnikih. Zatorej se



znatno višjim investicijskim in obratovalnim stroškom, ki jih povzročata način dimenzioniranja zgolj na pogostost preliivanja, končno pridruži tudi znatno slabša zaščita vodotoka v celoti, saj na ta način povzročeni količinsko bistveno zvečani pretoki povzročijo tudi zvečano količino emisij čistilne naprave.

**Hidravlični izračun razbremenilnih naprav mora predstavljati energijsko bilanco dotokov in odtokov na podlagi fizikalnih zakonov**

in ne – kakor pogosto zasledimo v naših projektih – na podlagi pobožnih želja projektanta, po katerih naj bi se te vodne količine ravnale ter porazdelile. Naloga strokovnega hidravličnega izračuna razbremenilnika je tako določanje in dimenzioniranje razbremenilnega objekta (slika 1), da se tudi dejansko zagotovijo predvideni oziroma zahtevani odtoki na čistilno napravo in se v vodotok razbremenjujejo le (neonesnažene ali minimalno

onesnažene) dotične konice nad predvidenim oziroma zahtevanim dejanskim odtokom. Zaradi omejenega obsega članka navajam le najpogostejše uporabljene komponente razbremenilnih naprav. Tudi pri opremljenosti razbremenilnikov se zaradi ogromnega števila proizvajalcev omejujem na proizvajalce, s katerimi smo imeli v dolgoletni strokovni praksi dobre izkušnje, tako glede njihovega delovanja kakor tudi glede kakovosti.

## 2 • PRELIV

**Hidravlični izračun razbremenilnika je iteracijski izračun, s katerim moramo na podlagi fizikalnih zakonov ter terenskih okoliščin izvesti energijsko bilanco ter medsebojno uskladiti vtočne in odtočne količine, da bi tako kar najbolj zmanjšali emisije v vodotoke.**

Klasične fiksne prelivne robove v zadnjih desetletjih vse bolj izpodrivajo moderni načini preliivanja z nategami, loputami, potopnimi stenami, grabljami, siti, povratnimi loputami itd. Pri izbiri ustreznega preliva oziroma njegove opreme je zato pomembno poznavanje stanja tehnike, obvladovanje teh dodat-

nih tehničnih možnosti preliivanja ter končno spoznanja na podlagi praktičnih izkušenj. Zaradi obširnosti tega področja se bomo v tem članku omejili le na:

- klasični fiksni preliv,
- HST-ASK avtomatsko loputo s plavcem,
- UFT natega ter
- HST prelivne grablje.

### 2.1 Klasični fiksni preliv

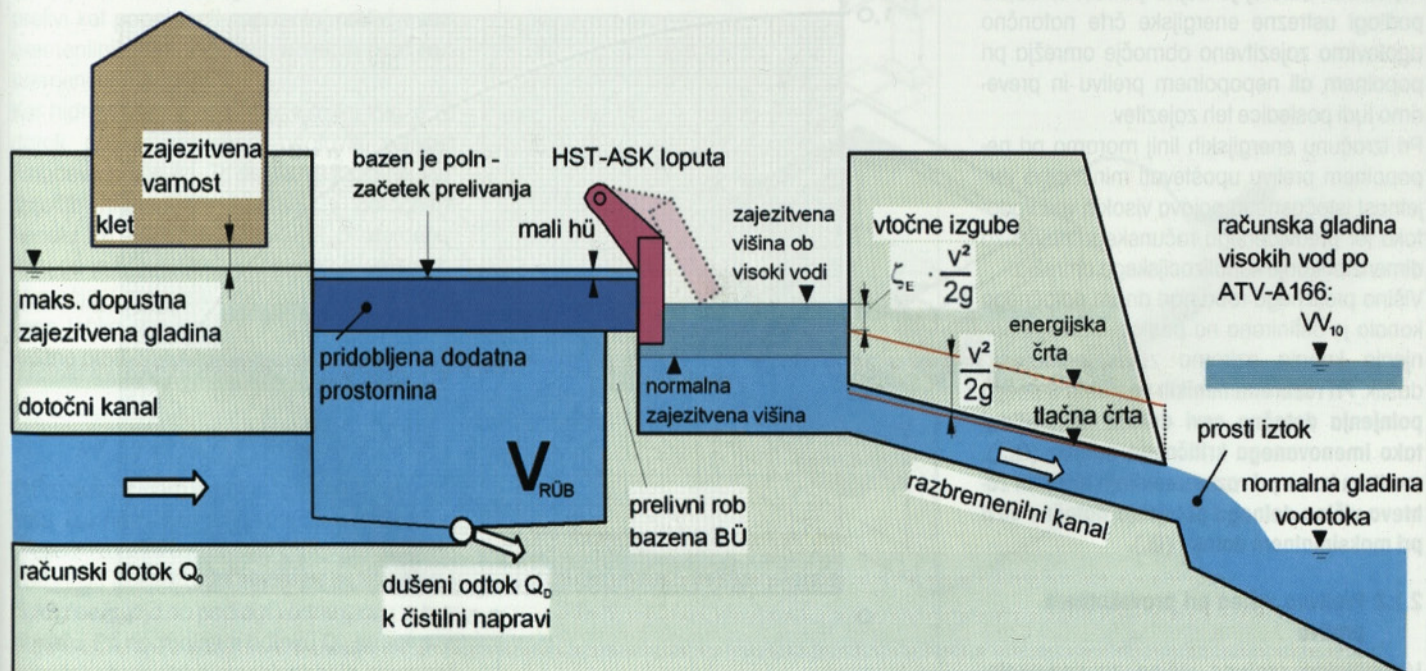
Klasični fiksni preliv je najbolj pogost in nezahteven način preliivanja. Le nekaj centimetrov visoke razbremenilne prelive iz daljne

prefeklosti so naši severni sosedi že v sedemdesetih letih nadomestili z višjimi, vsaj za polmer dotične cevi visokimi prelivi. Pogosto so jih opremlili tudi s potopnimi stenami, da bi preprečili iznos plavajočih snovi ob preliivanju ter – kjer je bilo to potrebno – zaščitili s povratnimi loputami pred vdorom visokih vod. Pretočne turbulence v kanalizacijskih omrežjih ne zmorejo zadostno vztrtinčiti mineralnih snovi, ki so znatno težje od vode (pesek, kamenje itd.). Zato te snovi le redko povzročajo težave pri preliivanju, saj jih tok nosi po dnu kanalov do odvzemnih mest v omrežju ali na čistilni napravi, kjer se nato mehansko odstranijo.

Glavne težave povzročajo na razbremenilnikih biološke usedline sušnega odtoka v položnih

## KANALIZACIJSKO OMREŽJE RAZBREMENILNI BAZEN

## IZTOK V VODOTOK



Slika 1 • Shematični prikaz razbremenilne naprave ter medsebojnih vplivov



delih omrežij, ki jih (po daljših sušnih presledkih) padavinski odtoki z lahkoto vzvrtničijo ter te lebdeče snovi visoko skoncentrirane zbirajo in »nosijo« pred seboj na čelu tako imenovanega čistilnega vala. Ker so koncentracije bioloških snovi v čelu teh čistilnih valov lahko tudi več kot petdesetkrat višje od koncentracij sušnega odtoka, ne smemo dopustiti, da tak val ali začetni del vala »preskoči« preliv in uide v vodotok. To lahko preprečimo samo s pravilnim nameščanjem, dimenzioniranjem ter konstruiranjem razbremenilnih naprav.

### 2.1.1 Določanje namestitvene višine fiksnega prelivnega roba

Namestitvene višine prelivnih robov se določajo na podlagi:

- ustrezne gladine visokih vod v vodotoku oziroma odtočne gladine vode med prelivom ter vtokom v razbremenilni kanal,
- maksimalne možne zaježitvene višine v kanalizacijskem omrežju vzvodno od prelivnega mesta,
- ustreznega delnega polnjenja dotočnega kanala ter
- potrebnih zaježitvenih višin dušilk.

Višinska namestitvev preлива naj po eni strani omogoči hidravlično popolno prelivanje (oziroma prepreči vdor in preplavitev kanalizacijskega omrežja ob visokih vodah), po drugi strani pa se (zaradi potrebne zaježitve odtoka ob prelivanju) med padavinskim pretokom ne smejo preplaviti na kanalizacijsko omrežje priključeni kletni prostori vzvodno od razbremenilnika. Zatorej je nujno potrebno, da na podlagi ustrezne energijske črte natančno ugotovimo zaježitveno območje omrežja pri popolnem ali nepopolnem prelivu in preverimo tudi posledice teh zaježitvev.

Pri izračunu energijskih linij moramo pri nepopolnem prelivu upoštevati minimalno verjetnost istočasnega pojava visokih vod vodotoka ter predvidenega računskega naliva za dimenzioniranje kanalizacijskega omrežja.

Višina prelivnega roba nad dnom dotočnega kanala je definirana na podlagi delnega polnjenja kanala oziroma zaježitvenih višin dušilk. **Pri razbremenilnikih se višina delnega polnjenja dotočne cevi določa na podlagi tako imenovanega kritičnega odtoka ( $Q_{krit}$ ), medtem ko se pri razbremenilnih bazenih zahteva višina delnega polnjenja dotočne cevi pri maksimalnem dotoku ( $Q_0$ ).**

### 2.1.2 Prelivna višina pri pravokotnem prelivu

Maksimalno prelivno višino za pravokotni preliv (za izbrano dolžino preлива) se po

ATV-A111 določi na podlagi Polenijeve enačbe za pravokotno smer dotoka na preliv:

$$Q_{ii} = \frac{2}{3} \times \mu \times c \times L_{ii} \times \sqrt{2g} \times h_{ii}^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

prelivna višina znaša torej:

$$h_{ii} = \left( \frac{3 \times Q_{ii}}{2 \times \mu \times c \times L_{ii} \times \sqrt{2g}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

pri tem pomenijo:

$h_0$	prelivna višina	m
$Q_0$	prelivna količina	m <sup>3</sup> /s
$\mu$	prelivni koeficient	-
$c$	faktor nepopolnega preлива	-
$L_0$	dolžina prelivnega roba	m
$g$	zemeljski pospešek	9,81 m/s <sup>2</sup>

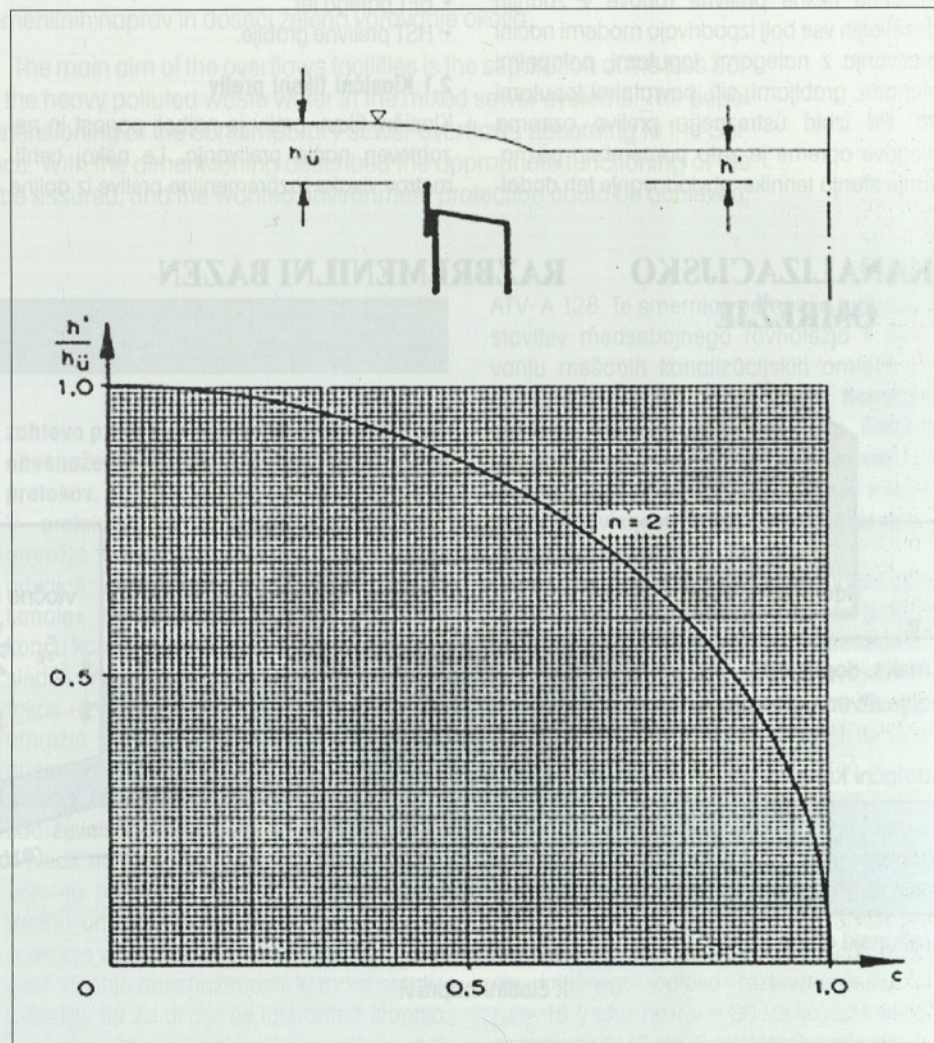
S prelivnim koeficientom  $\mu$  se v enačbi upošteva oblika preлива. Pri ostrorobem prelivu (ki ga priporočajo smernice ATV-A111 zaradi možnega naknadnega višinskega prilagajanja prelivnega roba) se uporablja vrednost  $\mu = 0,62$ , medtem ko se za ostale oblike (npr. polkrožni rob) brez posebnih dokazov uporablja vrednost  $\mu = 0,50$ .

Pri hidravličnem računu popolnega oziroma nepopolnega preлива se upošteva tudi faktor  $c$ . Pri popolnem prelivu je  $c = 1$ , medtem ko se pri nepopolnem prelivu privzamejo vrednosti po diagramu na sliki 2 oziroma po naslednji enačbi:

$$c = \sqrt{1 - (h'/h_0)^n} \quad (3)$$

kjer znaša:

za ostrorobi prelivni rob:	$n = 2$
za zaobljene prelive:	$n = 3$
za prelive s široko prelivno krono:	$n = 4$



Slika 2 • Diagram za ugotovitev faktorja  $c$  pri nepopolnem prelivu preko ostrorobega prelivnega roba



S hidravličnimi računi skladno z ATV-A110 in ATV-A111, moramo preveriti tudi posledice odtočnih okoliščin v obeh pripadajočih kanalih (dotočnem in razbremenilnem), da bi preprečili neželene posledice zaježitev pri nepopolnem prelivu.

Hidravlično raziskati in dokazovati hidravlične vplive ter posledice potopnih sten ni potrebno, če so stene oddaljene za vsaj dvakratno maksimalno prelivno višino ( $\geq 2 h_{\bar{u}}$ ) oziroma znaša ta oddaljenost  $\geq 0,30$  m od prelivnega roba in potopne globine sten znašajo med  $h_{\bar{u}}$  in  $2 h_{\bar{u}}$ , kar je prikazano na sliki 3.

Dolžina preлива  $L_{\bar{u}}$  mora biti vsaj za  $0,10$  m krajša od širine razbremenilnega bazena B. To velja tudi za okrogle ali zaokrožene bazene.

Razbremenilniki in razbremenilni bazeni so šibke točke mešanih sistemov kanalizacij, zato se v ATV-A128 priporoča v važnejših razbremenilnikih in razbremenilnih bazenih namestitve (fiksni ali prenosni) samodejnih merilcev vodostajev (npr. UFT – REDAS 4 (slika 4)), ki omogočijo (v določenih časovnih obdobjih) evidentiranje, elektronsko skladiščenje merilnih podatkov ter preko prenosnega računalnika prenos teh podatkov v računalnik za izvedenotenje. Na podlagi ustreznega programa se lahko nato izvedejo in ustrezno dokumentirajo izračuni pogostosti in trajanja zaježitev odtokov, pogostosti in trajanja prelivanja, ocenitev zadržanih ter prelitih količin, preverijo potrebne zadrževalne prostornine bazenov itd.

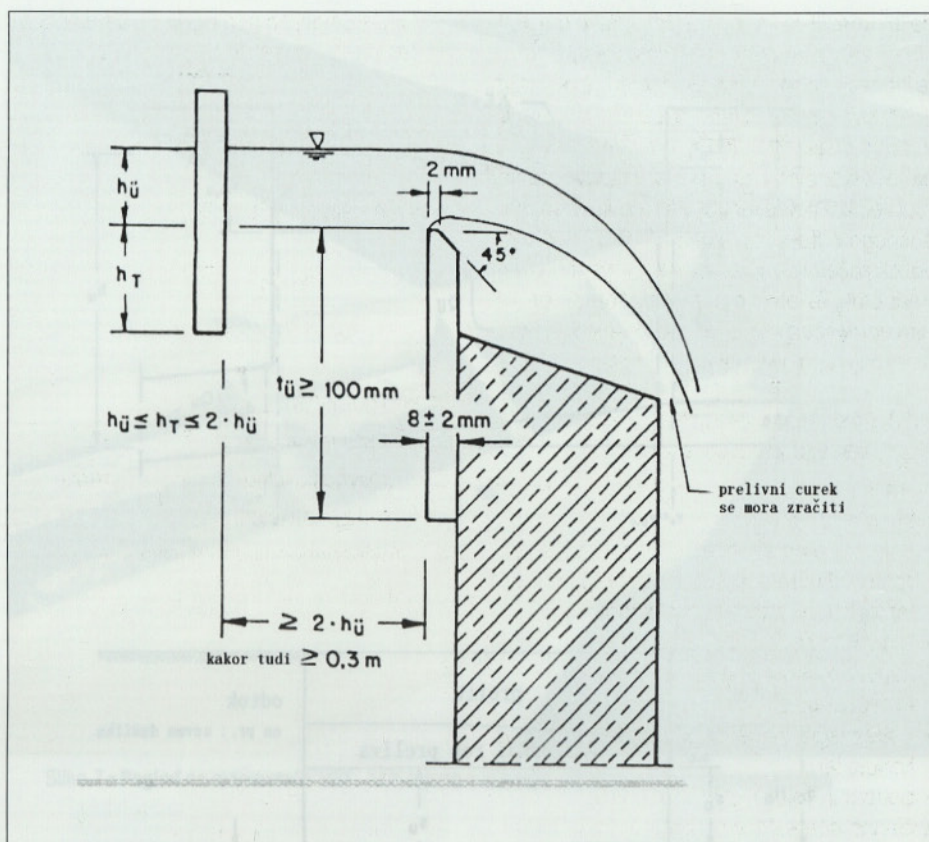
### 2.1.3 Prelivna višina pri stranskem prelivu

Običajno se nameščajo eno ali dvostranski prelivi kot popolni ali nepopolni prelivi v razbremenilnikih ter v delilnih objektih pred razbremenilnimi bazeni.

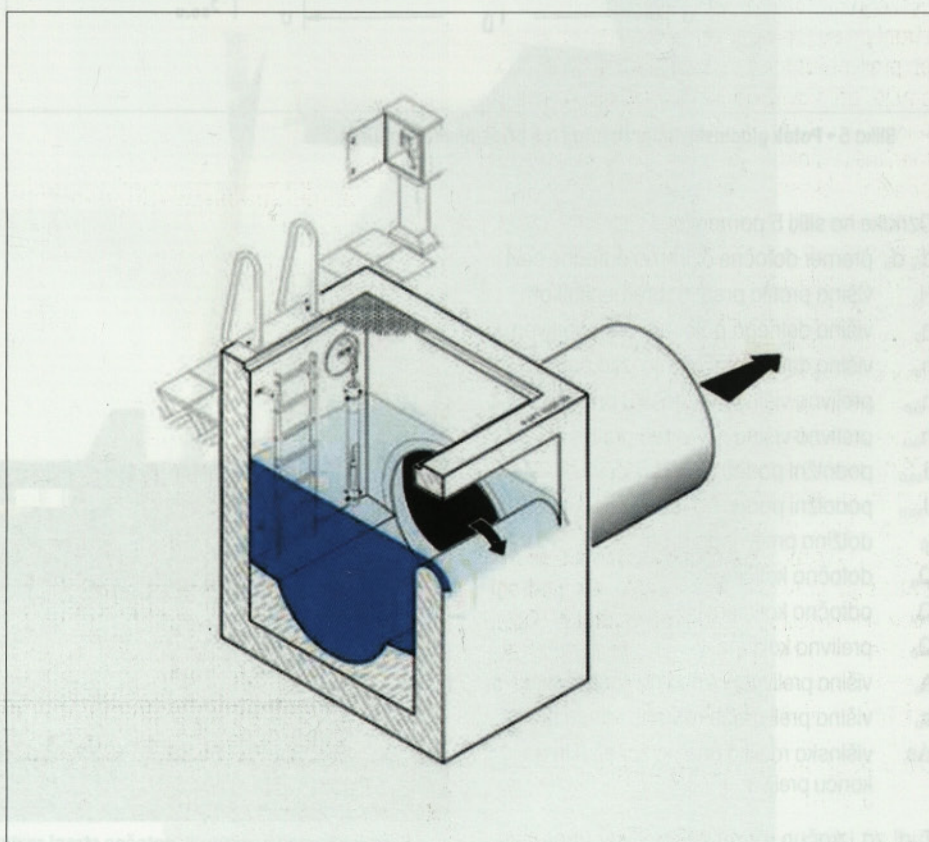
Ker hidravlično obvladamo le mirni tok, je za dotok najprej potrebno ugotoviti velikost Froudevega števila. To število je kazalnik vladajočih hidravličnih razmerij v dotočnem kanalu. Pri mirnem toku je  $Fr < 1$ , pri deročem toku pa je  $Fr > 1$ . Pri  $Fr = 1$  je odtok v mejnem območju (energijski minimum). Poenostavljeno lahko izračunamo Froudevo število za krožne profile po naslednji enačbi:

$$Fr_o = \frac{Q_o}{\sqrt{g \times d_o \times h_o^4}} \quad (4)$$

Pri maksimalnem dotoku  $Q_o$  in kritičnem odtoku  $Q_{krit}$  nad razbremenilnikom ne smemo preseči Froudevega števila  $Fr_o = 0,75$  vsaj na dolžini, ki je enaka  $20 d_o$  ali  $20 h_o$ . Računski dokaz se izvaja na podlagi vodne gladine  $h_o$  v objektu. Pri normalnem odtoku  $Q_m$  se kot prvi približek vrednosti dimenzioniranja privzame vrednost  $Fr_o \leq 0,7$ .



Slika 3 • Ostrorobi preliv s potopno steno



Slika 4 • Merilec vodostajev UFT – REDAS 4



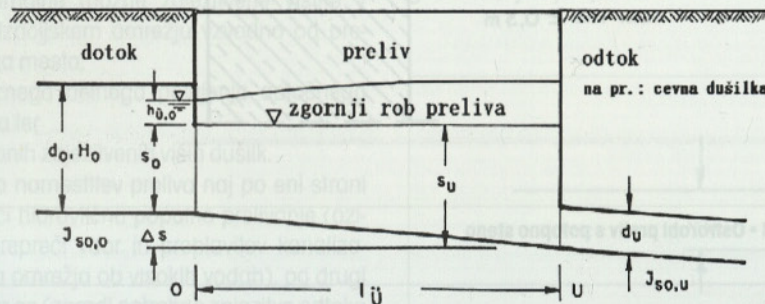
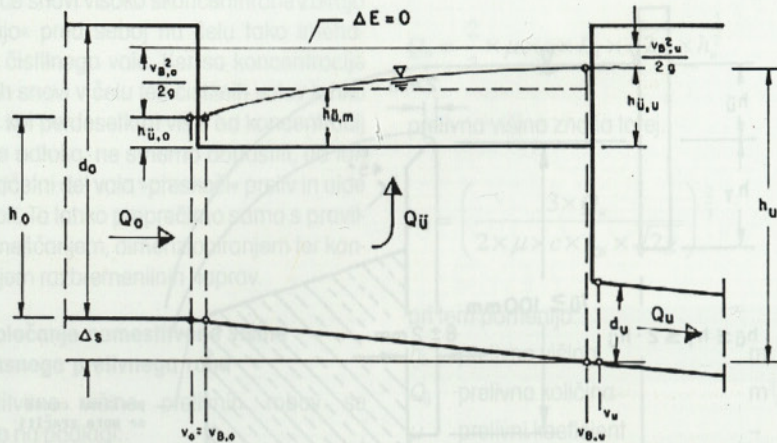
enostavljenem poteku gladinske linije v sliki 5 izhajamo iz predpostavke, da so vzdolž preliva energijske izgube zanemarljive ( $\Delta E = 0$ ). Obojestranski prelivi se dimenzionirajo po istih načelih kakor enostranski. Pri tem uporabljamo naslednje napotke za konstrukcijo objektov:

- dejanska prelivna dolžina pri enostranskih prelivih mora znašati vsaj  $3 d_o$  oziroma  $3 H_o$ ,
- dejanska prelivna dolžina pri obojestranskih prelivih mora znašati vsaj  $4 d_o$  oziroma  $4 H_o$ ,
- minimalna višina preliva  $s_o$  znaša  $0,5 d_o$  oziroma  $0,5 H_o$ ,
- maksimalna višina preliva  $s_o$  znaša  $0,8 d_o$  oziroma  $0,8 H_o$ ,
- mejna vrednost za prelivno višino  $h_{ü,o}$  ne sme preseči vrednosti  $(0,85 d_o - s_o)$  oziroma  $(0,85 H_o - s_o)$ .

Od teh vrednosti se lahko v posameznih primerih odstopa, če se višina preliivanja in preliv dokažeta na podlagi hidravličnega izračuna energijskih linij.

## 2.2 HST – ASK avtomatska loputa s plavačem

Avtomatska HST – ASK loputa ([www.systemtechnik.net](http://www.systemtechnik.net)) se krmili s pomočjo na skupni osi pritrjenega plavača (slike 6 do 8), ki se nahaja v posebnem objektu. Padavinski dotok lahko vpliva na plavač (in s tem na odpiranje lopute) šele po preliivanju preko visoko nameščenega fiksnega prelivnega roba med dovodnim kanalom ter plavačem. Večja je prelivna količina, bolj se dvigne plavač in bolj se dvigne na skup-

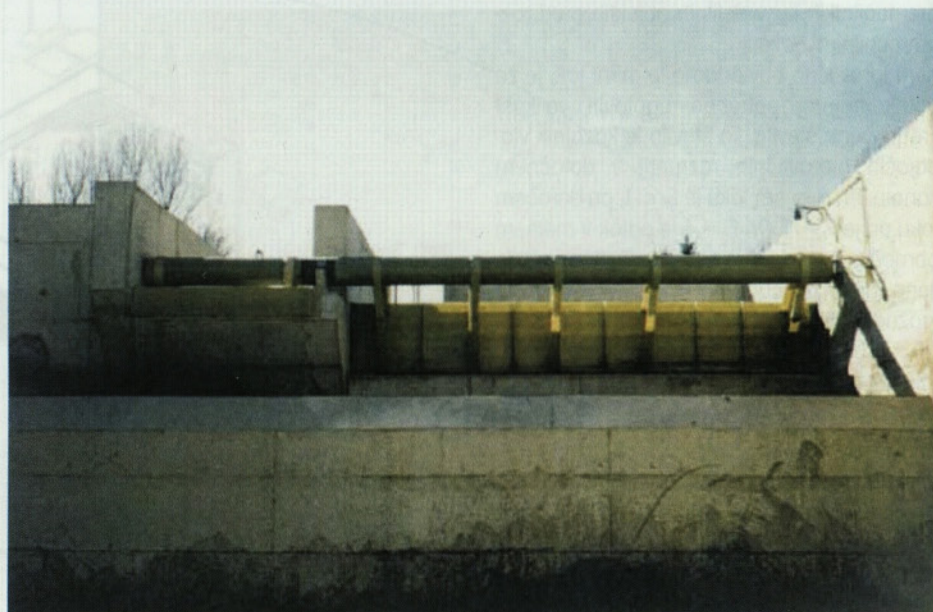


Slika 5 • Potek gladinske linije za mirni tok pri stranskem prelivu

Oznake na sliki 5 pomenijo:

- $d_o, d_u$  premer dotočne oziroma odtočne cevi
- $H_o$  višina profila pred razbremenilnikom
- $h_o$  višina delnega polnenja pred prelivom
- $h_u$  višina delnega polnenja izza preliiva
- $h_{ü,o}$  prelivna višina na začetku preliiva
- $h_{ü,u}$  prelivna višina na koncu preliiva
- $J_{s_{o,o}}$  podolžni padec dovodne cevi
- $J_{s_{o,u}}$  podolžni padec odvodne cevi
- $l_{ü}$  dolžina prelivnega roba
- $Q_o$  dotočna količina
- $Q_u$  odtočna količina
- $Q_{ü}$  prelivna količina
- $s_o$  višina prelivnega roba na začetku preliiva
- $s_u$  višina prelivnega roba na koncu preliiva
- $\Delta s$  višinska razlika dna na začetku in na koncu preliiva

Tudi za izračun stranskih prelivov uporabljamo že navedeno Polenijevo enačbo. Pri po-



Slika 6 • Pogled z notranje, dotočne strani razbremenilnika na fiksni prelivni rob plavača in avtomatsko HST – ASK loputo



ni osi pritrjena loputa. Z zmanjšanjem oziroma prenehanjem prelivanja, se plavač (in s tem loputa) vrača v izhodiščni položaj.

Računska zadrževalna prostornina razbremenilnih bazenov oziroma omrežja se v skladu s smernicami ATV-A128 določa in izračuna na podlagi višinske kote fiksnega prelivnega roba. Upošteva se le prostornina pod to višinsko koto. Prelivna višina (ki znaša praviloma 0,60 do 0,80 m) se pri izračunu zadrževalne prostornine ne sme upoštevati, saj se ta prostornina (nad fiksnim prelivnim robom) po nalivu odlije v vodotok.

Fiksni prelivni rob plavača se namesti le okoli 0,05 m pod maksimalno možno zaježitveno višino v kanalizacijskem omrežju, saj ta prelivna višina zadošča za ustrezno odpiranje in zapiranje lopute. Torej lahko pri HST – ASK loputi pri izračunu zadrževalnih prostornin izhajamo iz znatno višje nameščenega fiksnega prelivnega roba plavača in s tem znatno povečane računske globine (slike 9 do 11).

Povprečna globina nemških razbremenilnih bazenov znaša okoli 2,80 m, kar pomeni, da taka vgradnja HST – ASK lopute (skoraj brez dodatnih gradbenih stroškov) poveča (že razpoložljivo) prostornino bazenov dodatno za okoli 20 do 30 odstotkov. Torej se lahko pri namestitvi razbremenilnih bazenov na tak način privarčujejo milijonski zneski. Zgolj zmanjšani obseg gradnje razbremenilnega objekta (zaradi bistveno krajšega preliva) pa pogosto že sam nadomesti stroške dobave ter vgradnje te opreme.

Namestitev avtomatske HST – ASK lopute pomeni torej (v primerjavi z namestitvijo fiksnega prelivnega roba) velik prihranek investicijskih in obratovalnih stroškov, saj omogoča:

- dodatno aktiviranje in uporabo že razpoložljive (pri fiksnem prelivu »neuporabljene«) zadrževalne prostornine razbremenilnih bazenov ter kanalizacijskega omrežja,
- znatno boljšo zaščito vodotoka zaradi zmanjšanja letne pogostosti prelivanja ter s tem pogojeno znižanje vnosa letne količine onesnažitev v vodotok,
- zmanjšanje obratovalnih stroškov zaradi znižanja davčnih dajatev na vnos letne količine onesnažitve v vodotok,
- zmanjšanje gradbenih stroškov zaradi zmanjšanja razsežnosti gradbenega objekta (na podlagi večje pretočne zmogljivosti lopute) itd.

Nekaj stotin vgrajenih in že desetletja delujočih HST – ASK loput širom po Evropi je jasen znak njihove izredne uporabnosti ter prihranjenih stroškov.

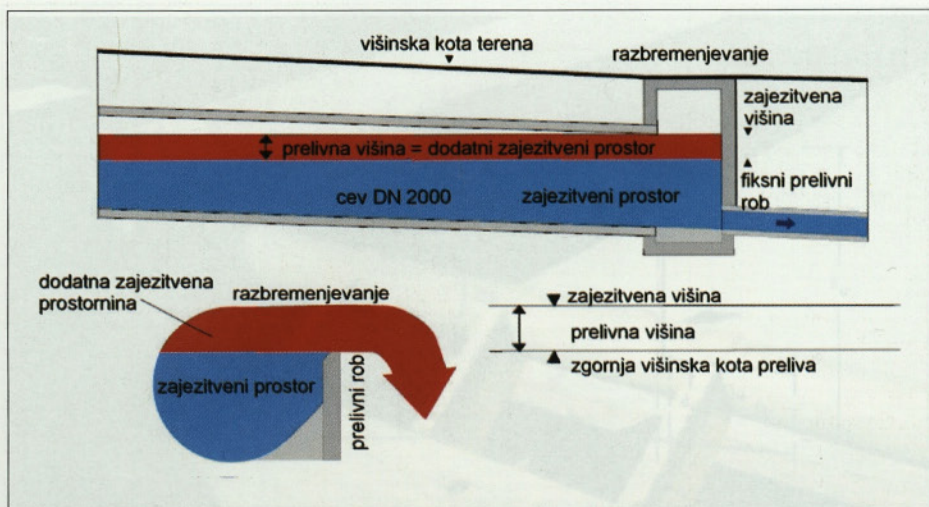


Slika 7 • Pogled na avtomatsko HST - ASK loputo z zunanje, odtočne strani razbremenilnika

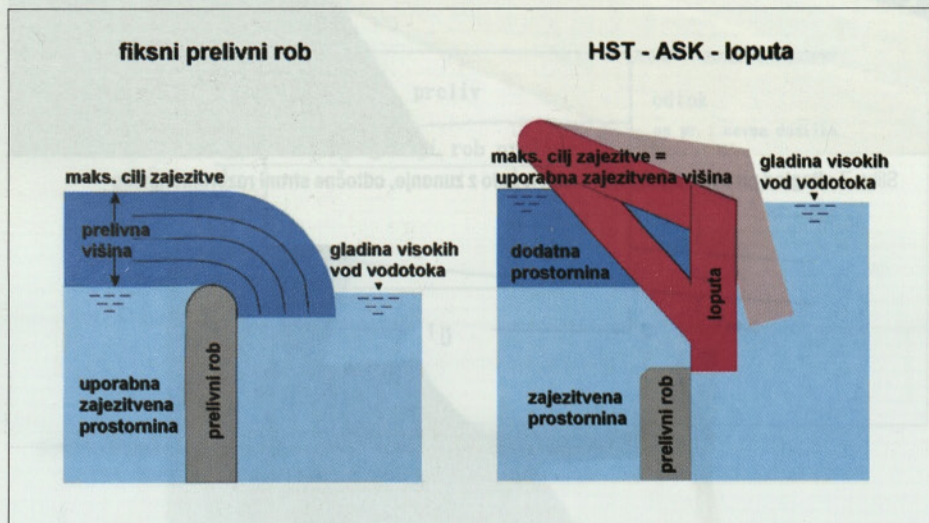


Slika 8 • Pogled v prostor s plavačem avtomatske HST – ASK lopute

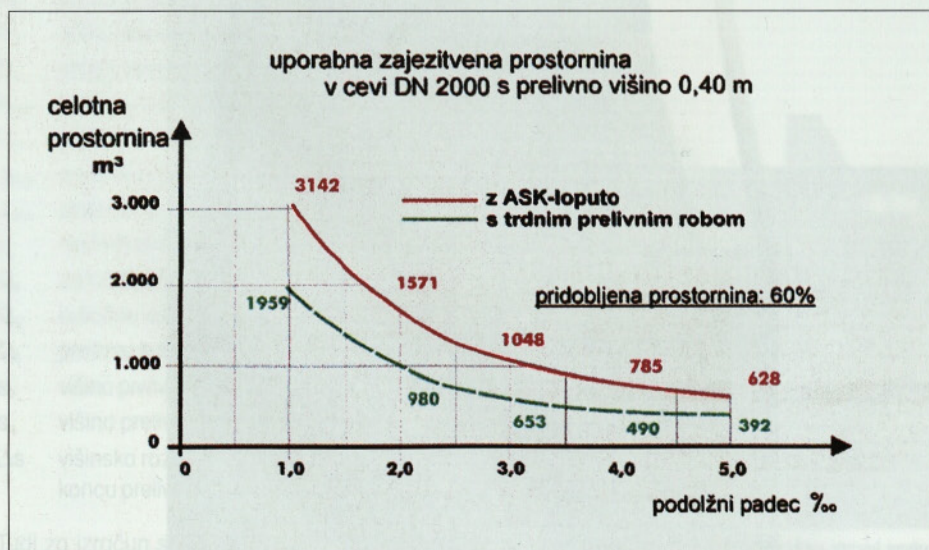




Slika 9 • Prikaz zaježitvenih razmer vzdolž kanala pri prelivanju preko fiksnega prelivnega roba



Slika 10 • Prikaz pridobitve dodatne zaježitvene prostornine z namestitvijo HST - ASK lopute



Slika 11 • Primerjava možnosti zvečanja zaježitvene prostornine z avtomatsko HST - ASK loputo

Pretok največje HST – ASK lopute, ki sem jo načrtoval in zgradil (v Alnu), znaša 11 m<sup>3</sup>/s. Nekoliko manjša HST – ASK loputa že dobro desetletje ne preprečuje samo hudo nihanje gladine Velenjskega jezera in s tem zemeljski zdrs nestabilnih jezerskih brežin, temveč omogoča tudi dodatno zadrževanje in načrtno izrabo ogromnih količin padavinskih vod za šoštanjsko termoelektrarno.

### 2.3 PRETOČNE REŽE

Pretočne reže se v razbremenilnih bazenih pogosto uporabljajo za dušenje kritičnega pretoka. Vendar delilna ostrina pretočnih rež ne zadošča zahtevam smernice ATV-A128. Če se izza dolgih prelivnih robov in z uporabo dobre merilno tehnične zasnove na novih razbremenilnih napravah vseeno predvidijo pretočne reže, se pretočne količine izračunavajo po naslednji enačbi:

$$Q = \mu \cdot e \cdot l_s \sqrt{2g \times h_s} \quad (5)$$

$\mu$  koeficient iztoka (ki je zelo odvisen od geometrije reže)

Za boljše in znatno natančnejše uravnavanje čistilnega pretoka se dandanes v razbremenilnih bazenih praviloma uporabljajo kompaktni čistilni prelivi (slika 13), kot npr. UFT – Fluid-Clari ([www.uff-brombach.de](http://www.uff-brombach.de)).

### 2.4 NATEGE

Pri večjih višinskih razlikah se lahko hidravlična sposobnost preliva znatno zviša z namestitvijo ustreznih nateg (sliki 14 in 15), kot npr. UFT – FluidSiph ([www.uff-brombach.de](http://www.uff-brombach.de)). Posledica tega je ustrezno skrajšani prelivni rob in s tem manjša velikost gradbenega objekta, kar se kaže tudi v nižjih investicijskih stroških. Prvi pogoj za dobro delovanje natege je zadostna višinska razlika  $\Delta h$  med gladinama dotoka ter odtoka. Ne glede na smer dotoka se (slika 14) ugotavlja pretočna količina po enačbi:

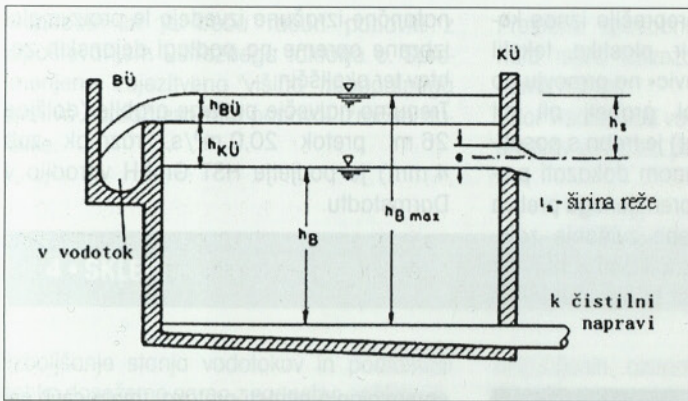
$$Q_{\dot{u}} = \varphi \cdot A \sqrt{2g\Delta h} \quad (6)$$

kjer so:

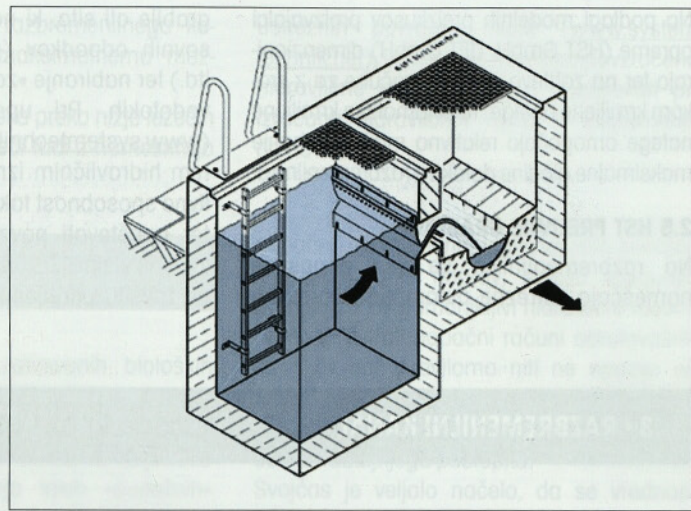
- A površina pretočnega preseka natege
- $\varphi$  izkoristek natege
- $\mu$  koeficient iztoka
- $\psi$  koeficient energijskih izgub

S privzemom vrednosti za koeficient  $\varphi = \mu \cdot \psi = 0,70$  ni potreben hidravlični dokaz delovanja natege, vendar se vseeno priporoča izvedba detajlnega hidravličnega izračuna.

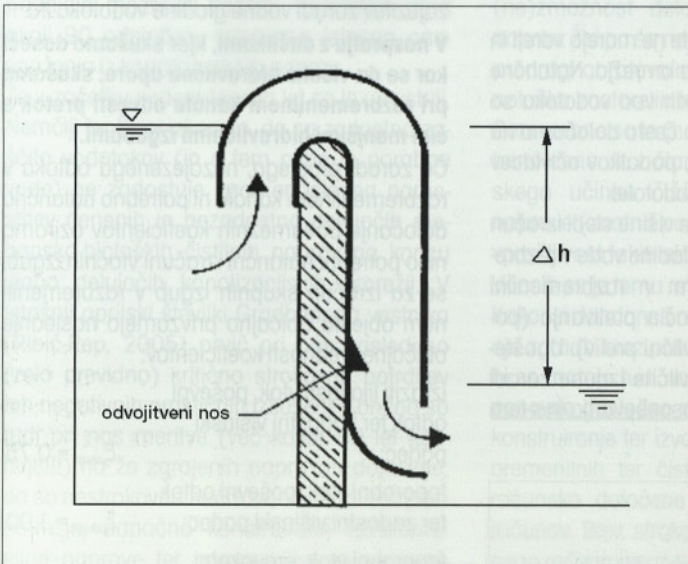




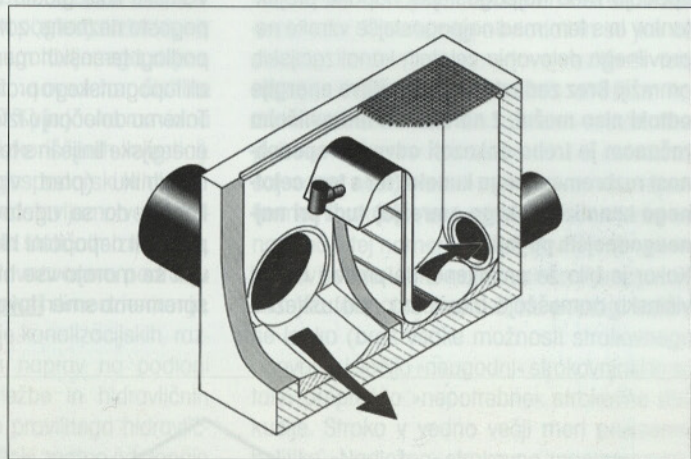
Slika 12 • Shematični prikaz čistilnega preliva razbremenilnega bazena



Slika 13 • Kompaktni čistilni preliv UFT - FluidClari



Slika 14 • Princip natege



Slika 15 • Natega UFT - FluidSiph z zračnim krmiljenjem



Slika 16 • HST prelivne grablje z avtomatičnim čiščenjem; pogled z notranje ter zunanje strani gabelj



Na podlagi modelnih preizkusov proizvajalci opreme (HST GmbH, UFT GmbH) dimenzionirajo ter na zahtevo podajo izračune za z zrakom krmiljene natege. Te avtomatsko krmiljene natege omogočajo relativno majhno nihanje maksimalne gladine dotoka v razbremenilniku.

### 2.5 HST PRELIVNE GRABLJE

Na razbremenilnikih se vse pogosteje nameščajo ustrezne avtomatične prelivne

grablje ali sita, ki naj preprečijo iznos kosovnih odpadkov (papir, plastika, tekstil itd.) ter nabiranje »zastavic« na grmovju ob vodotokih. Pri uporabi grabelj ali sit ([www.systemtechnik.net](http://www.systemtechnik.net)) je treba s posebnim hidravličnim izračunom dokazati prelivno sposobnost tako opremljenega preliva ter upoštevati povzročeno zvišanje zaježitvene višine. Zaradi raznolikosti zahtev ter na tržišču ponujenih vrst te opreme lahko

natančne izračune izvedejo le proizvajalci izbrane opreme na podlagi dejanskih zahtev ter okoliščin.

Trenutno največje prelivne grablje (dolžine 26 m, pretok 20,0 m<sup>3</sup>/s, razmak zob 4 mm) je podjetje HST GmbH vgradilo v Darmstadt.

## 3 • RAZBREMENILNI KANAL

Nepravilni oziroma pomanjkljivi hidravlični izračuni odvodnega razbremenilnega kanala spadajo med najpogostejše napake projektantov in s tem med najpogostejše vzroke nepravilnega delovanja celotnih kanalizacijskih omrežij. **Brez zadostne razpoložljive energije odtoki niso možni. Z natančnim hidravličnim računom je treba dokazati odvodno sposobnost razbremenilnega kanala (ter s tem celotnega kanalizacijskega omrežja) tudi pri najneugodnejših pogojih.**

Kakor je bilo že omenjeno, se prelivni robovi višinsko nameščajo praviloma nad ustrezno

gladino visokih vod, da le-te ne morejo vdreti in preplaviti kanalizacijskega omrežja. Natančne višinske kote gladin visokih vod vodotoka so pogosto neznanе, zato jih često določamo na podlagi terenskih meritev, podatkov očitvidcev ali topografskega profila vodotoka.

Takemu določanju iztočne višine sledi izračun energijske linije in s tem gladine vode v razbremenilniku (pred vtokom v razbremenilni kanal), da se ugotovi način preliivanja (popolni ali nepopolni hidravlični preliv). Upoštevati se morajo vse hidravlične izgube zaradi sprememb smeri toka, pospeševanja in s tem

spreminjanja hitrosti pretoka, trenja cevi, neugodne geometrije gradbenih objektov, izgub zaradi odtravanja povratnih loput (slika 17), zaježitev zaradi vodne gladine vodotoka itd.

**V nasprotju z dušilkami, kjer skušamo doseči kar se da visoke hidravlične upore, skušamo pri razbremenilnem kanalu odvesti pretok s čim manjšimi hidravličnimi izgubami.**

Če zaradi prostega, nezaježenega odtoka v razbremenilnem kanalu ni potrebno natančno določanje posameznih koeficientov oziroma niso potrebni natančni izračuni vtočnih izgub, se za izračun skupnih izgub v razbremenilnem objektu običajno privzamejo naslednje običajne vrednosti koeficientov:

izraziti lijakasti vtok, poševni odtok ter zadostni višinski padec:

$$\xi_{\text{skup}} = 0,75$$

toporobni vtok, poševni odtok ter zadostni višinski padec:

$$\xi_{\text{skup}} = 1,00$$

toporobni vtok, pravokotni ali paralelni odtok ter zadostni višinski padec:

$$\xi_{\text{skup}} = 1,25$$

toporobni vtok, pravokotni ali paralelni odtok ter mali višinski padec:

$$\xi_{\text{skup}} = 1,50$$

ostrorobi vtok, pravokotni ali paralelni odtok ter malenkostni višinski padec:

$$\xi_{\text{skup}} = 1,75$$

S temi vrednostmi se izračuna zaježitvena višina v razbremenilniku pred vtokom po enačbi:

$$t_u = t_{ek} + \xi_{\text{skup}} \times \frac{v_{EK}^2}{2g} \quad (7)$$

pri čemer pomenijo:

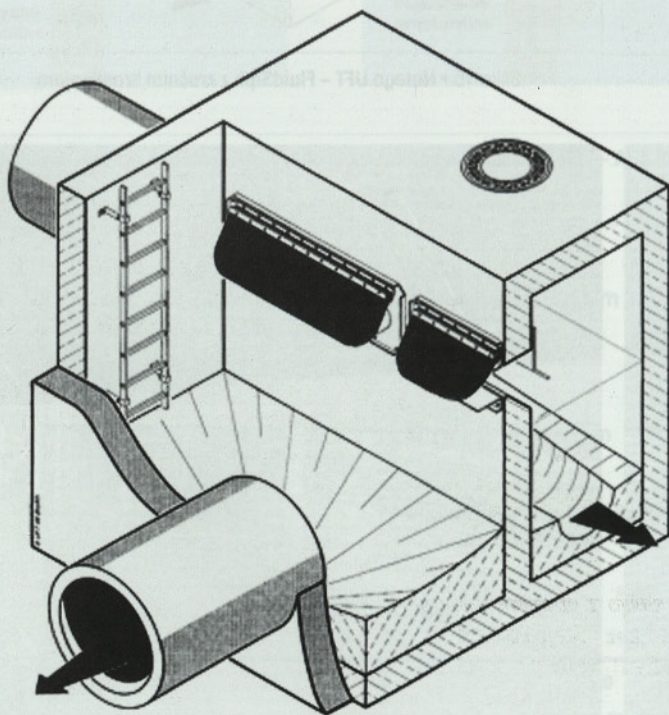
$t_u$  zaježitvena višina

$t_{ek}$  delno polnjenje razbremenilnega kanala

$\xi_{\text{skup}}$  skupni koeficient izgub

$v_{EK}$  odtočna hitrost v cevi

Če leži tako izračunana zaježitvena višina  $t_u$  nad višinsko koto prelivnega roba, je preliv



Slika 17 • Povratna loputa UFT – FluidSlot za zaščito omrežja pred visokimi vodami



nepopoln in je treba račun ponoviti z upoštevanjem ustreznega faktorja c. Spremenjena zaježitvena višina nepopolnega preliva pa zahteva tudi ponovni izračun dušilke.

Pretočna sposobnost razbremenilnega kanala mora ustrezati maksimalnemu možnemu dotoku.

Vdor visokih vod vodotoka preko nižje ležečih prelivov se lahko prepreči tudi z namestitvijo

ustreznih povratnih loput ([www.systemtechnik.net](http://www.systemtechnik.net)), vendar je treba tako povzročene hidravlične izgube dodatno upoštevati pri izračunu hidravličnih izgub v razbremenilnem kanalu.

#### 4 • SKLEP

izboljšanje stanja vodotokov in podtalnice lahko dosežemo samo z zadostno zaščito vodotokov pred sušnim ter hudo onesnaženim padavinskim odtokom. Smernice ATV-A128 podajajo možnosti zaščite vodotokov pred okoli 90 odstotkov celotnega letnega onesnaženja iz kanalizacijskih naprav.

Že v začetku sedemdesetih let se je v Avstriji, Nemčiji ter Švici izkazalo, da za zadostno zaščito vodotokov (in s tem pitne in porabne vode) ne zadostuje zgolj enostavna namestitev cenenih in nezadostno delujočih mehansko-bioloških čistilnih naprav na koncu slabo delujočih kanalizacijskih omrežij. V letošnji aprilski številki Gradbenega vestnika (Ribič-Rep, 2005) prvič pri nas zasledimo (zelo previdno) kritično strokovno potrditev teh negativnih praktičnih izkušenj. Končno so tudi pri nas meritve (več kakor 30 let kasneje!!!) na že zgrajenih napravah dokazale, da so nestrokovno načrtovana kanalizacijska omrežja, napačno konstruirane razbremenilne naprave ter pomanjkljivo dimenzionirane in zato nezadostno delujoče čistilne naprave še nadalje glavni vzroki onesnaženja vodotokov in podtalnice.

Že desetletja zaman opozarjam slovensko stroko (Maleiner, 2003a, 2003b, 2005a, 2005b), da zaradi slabega in napačnega razbremenjevanja le manjši del letnega onesnaženja doseže naše čistilne naprave. Večji del biološkega onesnaženja zato uhaja preko teh slabo ali napačno delujočih razbremenilnikov v vodotoke. Povrhu tega nestrokovno, pomanjkljivo in zgolj za pomiritev vesti dimenzionirane ter konstruirane čistilne naprave na koncu teh omrežij nikakor niso zmožne izvesti

obljubljenih oziroma zahtevanih bioloških čudežev.

V navedenem članku se je torej prvič v slovenski praksi preverila in dokazala dejanska (ne)zmožnost delovanja takih »čudežnih« naprav. Žal pa še nadalje nikogar ne zanimajo predragi obratovalni stroški teh, pogosto tehnološko zastarelih ter slabo delujočih naprav. Pomembne so le (na prvi pogled) nizke izvedbene cene. Iz v članku ugotovljenega dejanskega učinka čiščenja navedene čistilne naprave (znatno pod 50 %) je jasno razvidna vprašljivost takih slabo izkoriščenih investicij. Včasih se je temu reklo gospodarski kriminal. Kakor si dandanes ne predstavljamo več gradnje zgradb brez potrebnih statičnih izračunov, bi se moralo tudi na obravnavanem področju **ponovno dosledno zahtevati** dimenzioniranje, konstruiranje ter izvajanje kanalizacijskih, razbremenilnih ter čistilnih naprav na podlagi računsko določene obtežbe in hidravličnih računov. Brez strokovno pravilnega hidravličnega računa dejanski odtoki znatno odstopajo od računskih odtokov, kar poslabša ali celo onemogoči učinkovitost naprav in s tem tudi upravičenost investicij.

Včasih prvenstveno potrebno strokovno znanje ter izkušnje pri načrtovanju tehničnih naprav je dandanes pri nas v popolnosti nadomestila poplava predpisanih formalnih zahtev, kot so zbiranje potrdil, soglasij ter izjav, izpolnjevanje vseh mogočih obrazcev ter formularjev, dokazovanje strokovnega znanja izključno samo na podlagi ustreznih papirjev, titul itd.. Medtem ko manjkajoči podpis, žig ali obrazec privede do dosledne izključitve projekta iz nadaljnjega razpisnega postopka, se

napačno izbrana tehnologija ter zato pomanjkljivo delovanje naprav, slabša kakovost, manjkajoči ali pomanjkljivi hidravlični računi, pomanjkljivi ali napačni računi obratovalnih stroškov itd., praviloma niti ne opazijo ali velikodušno tolerirajo. Ni mi znano, da bi bil zaradi teh strokovnih »malenkosti« kdo izključen iz nadaljnjega postopka.

Svojčas je veljalo načelo, da se vrednost odgovornega lahko oceni po kakovosti njegovih svetovalcev. Zato so se »stari« politiki in investitorji obdajali z izkušenimi strokovnimi svetovalci, ki so stroko obvladali in so jim na podlagi strokovne primerjave različnih tehnologij, izračunov obratovalnih stroškov itd. znali tudi svetovati. Dandanes »modernim« politikom strokovnost sploh ni več potrebna, saj so jo nadomestili z obsežnim obzidjem formalnih zahtev in predpisov. Po potrebi se namreč v tej namerni zmešnjavi predpisov in zahtev vedno lahko najde ustrezní predpis ali manjša formalna napaka, na podlagi katere se lahko (brez vsake možnosti strokovnega ugovora) izločijo »neugodni« strokovnjaki in se tako preprečijo »nepotrebne« strokovne diskusije. Stroko v vedno večji meri prevzema politika. »Nadležno« strokovno znanje ter praktične strokovne izkušnje pa tako postajajo lastnikom v vedno večji meri celo škodljive.

Dandanes tudi nikogar več ne motijo pogosta javna priznanja naše nesposobnosti (in redki javni izgovori) v javnih medijih, da (za razliko od ostalih držav) ne znamo porabiti pretežnega dela nepovratnih finančnih sredstev, ki nam jih ponuja ali jih je Sloveniji že odobrila Evropska skupnost. Medtem ko bi odgovorni za tako ogromno finančno škodo in mednarodno sramoto v Jugoslaviji še padali (navzdol ali navzgor) po stopnicah, smo dandanes bolj civilizirani in nihče več ne odgovarja zaradi prirojene nesposobnosti.



## 5 • LITERATURA

- ATV-A110, Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und –leitungen, avgust 1988.
- ATV-A111, Richtlinien für die hydraulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Regenwasserentlastungsanlagen in Abwasserkanälen und –leitungen, februar 1994.
- ATV-A128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungen in Mischwasserkanälen, april 1992.
- Maleiner, F., Razbremenilni objekti v kanalizacijskih omrežjih, 9. strokovni seminar, 12. 3. 2003a.
- Maleiner, F., Dimenzioniranje, konstruiranje in oprema razbremenilnih objektov v kanalizacijskih omrežjih, 10. strokovni seminar, 15. 10. 2003b.
- Maleiner, F., Hidravlični izračuni in krmiljenje odtokov v razbremenilnih napravah v smislu ATV-A111 in ATV-A128, 13. strokovni seminar, 10. 03. 2005a.
- Maleiner, F., Razbremenjevanje padavinskih odtokov po nemških ATV smernicah, Gradbeni vestnik, julij 2005b.
- Ribič-Rep, K., Kompare, B., Načrtovanje čistilne naprave glede na kakovost odvodnika, Gradbeni vestnik, april 2005.

## IZREDNI SEMINAR za strokovni izpit po ZGO-C

**Odgovorne projektante**, ki so vpisani v **Posebni imenik IZS-MSG**, obveščamo, da bo **izredni seminar za strokovni izpit po ZGO-C dne 12. in 13. decembra 2005!**

ZDGITS, Karlovska 3, 1000 Ljubljana, sprejema pisne prijave za udeležbo na seminarju, skupaj z dokazilom o plačani kotizaciji (51.600,00 SIT) do 05. decembra 2005. Po tem datumu se ne bo več mogoče prijaviti!

Vsa navodila o načinu prijave je mogoče najti na spletni strani ZDGITS: <http://www.zvezadgits.si>, v rubriki: »Oglasna deska« in v Gradbenem vestniku – avgust 2005 (marec 2005, januar 2005).



# SPREJEMLJIVOST METODOLOGIJE ZA PROMETNO DIMENZIONIRANJE SEMAFORIZIRANIH KRIŽIŠČ PO HCM 2000 V SLOVENSLEM URBANEM OKOLJU

## ACCEPTABILITY OF HCM 2000 METHODOLOGY FOR TRAFFIC DIMENSIONING OF SIGNALIZED INTERSECTIONS IN SLOVENE URBAN ENVIRONMENT

**izr. prof. dr. Drago Sever, univ. dipl. inž. gradb.**

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo  
Smetanova ulica 17, SI-2000 Maribor  
drago.sever@uni-mb.si

**mag. Matej Dobovšek, univ. dipl. inž. prom.**

Mestna občina Maribor, Komunalna direkcija – Prometni urad  
Slovenska 5, SI-2000 Maribor  
dobovsek@email.si

**Znanstveni članek**

UDK 656.1.05

**Povzetek** | Semaforizirana križišča so pomemben element mestnega cestnoprometnega sistema, katerih osnovna naloga je varno in učinkovito prepuščanje prometnih tokov ter s tem učinkovito delovanje mestnega cestnoprometnega sistema. V hierarhiji nivojskih križišč predstavljajo najvišjo stopnjo urejenosti, saj glede na praviloma velike pričakovane prometne obremenitve s pomočjo svetlobnih signalnih naprav v prometnih tokovih, ki se križajo, umetno vzpostavljamo zadostne časovne praznine, ki omogočajo intervalno vožnjo motornim vozilom skozi križišče. Učinkovitost delovanja sistema semaforizacije v takšnih križiščih je v veliki meri odvisna od izkušenj gradbenega inženirja (prometnika), od ustreznosti ocene pričakovanih prometnih obremenitev in ne nazadnje od uporabljene metode za dimenzioniranje semaforiziranih križišč. Izkaže se, da je kritična uporaba izbrane metode ključna za učinkovito delo prometnih inženirjev.

Ena od najpogosteje uporabljenih sodobnih metod za dimenzioniranje semaforiziranih križišč je metoda, predstavljena v Highway Capacity Manual, 2000 (HCM 2000). Pri izdelavi predstavljenih metod so sodelovali svetovno priznani strokovnjaki iz različnih institucij širom po svetu, zato se predpostavlja, da so prikazane metode splošno veljavne. Ne glede na to obstaja sum, da se lokalne značilnosti slovenskega prometnega okolja razlikujejo od splošno priznanih značilnosti poteka prometa.

Namen raziskave, predstavljene v članku, je preveriti, ali je moči metodo za dimenzioniranje semaforiziranih križišč po HCM 2000 neposredno uporabiti v slovenskem prometnem okolju. Na podlagi metodologije raziskovanja in določenega števila meritev zamud, nastalih zaradi svetlobnih signalnih naprav, so bila ugotovljena določena odstopanja. Ob upoštevanju rezultatov so bile predlagane dopolnitve kriterija za določitev nivoja usluge za semaforizirana križišča, ki ustrezneje opredeljujejo stanje v slovenskem prometnem prostoru.



**Summary** | Signalized intersections are an important element of the town road traffic system. Their basic aim is to yield up traffic flows as safely and efficiently as possible and to make the town road traffic system effective. Signalized intersections present the highest level in the at-level intersection hierarchy where, in general, the expected high traffic loads are regulated with traffic signal lights to perform artificial time spaces, which make possible the runs through the intersection. The efficiency of the signal system depends on the experiences of a civil (traffic) engineer, the suitability of the estimation of the expected traffic flows and on the used method for signalized intersection dimensioning. We can prove that the critical usage of the used method is crucial for effective professional work.

One of the most frequently used method for signalized intersection dimensioning is the method published in Highway Capacity Manual, 2000 (HCM 2000). Almost all well known experts all over the world have cooperated in preparation of this manual. It can be presumed that the validity of the presented method is general. Irrespectively of the written fact, the suspicion that local Slovene characteristics of traffic flow are different from the general ones exists.

The purpose of the research, presented in this paper, is to give proof of the validity of HCM 2000 method for signal intersections dimensioning and to show that this method can be directly used in Slovenian local environment. Based on the established research methodology and measurement of the control delays, some deviations are determined. The research results are basic for the suggestions to supplement the criteria for defining a level of service in a signalized intersection. The usage of modified criteria of HCM method level of service in Slovenian professional praxis could contribute to better results and, in this case, to the better decision by reconstructing and projecting the new signalized intersections in Slovenia.

## 1 • UVOD

Čas potovanja ter stopnja uresničevanja zahtev udeležencev v prometu sta parametra, ki določata kakovost bivanja v urbanem okolju. Analize kažejo, da so najpogostejši udeleženci v prometu vozniki osebnih vozil, ki odvisno od dolžine potovanja največ časa izgubijo prav pri vožnji skozi križišča. Povprečen izgubljeni čas pri vožnji skozi nivojsko križišče, tudi povprečna kontrolna zamuda  $d$  (s/voz), je odvisen od vrste uravnavanja prometa v križišču (semaforizirano, nesemaforizirano), od jakosti prometnih tokov ter od drugih lokalnih cestnih in prometnih pogojev.

Semaforizirana križišča so pomemben element mestnega cestnoprometnega sistema predvsem v večjih mestih, katerih osnovna naloga je varno in učinkovito prepuščanje prometnih tokov. S tem se omogoči učinkovito delovanje mestnega cestnoprometnega sistema. V hierarhiji nivojskih križišč predstavljajo najvišjo stopnjo urejenosti. Odločitev, ali določeno križišče semaforizirati ali

kako drugače rekonstruirati (na primer v drugo ustrežnejšo geometrijo), je odvisna od več vplivnih parametrov. V splošnem velja, da je smiselno razmišljati o semaforizaciji določenega križišča takrat, ko lahko dokažemo razliko med dejanskimi zamudami v križišču in pričakovanimi zamudami v rekonstruiranem križišču (Kastelic, 1991). Simulacijo zamud praviloma opravljamo z uporabo razpoložljivih metod in ustrezne programske opreme.

**Predmet pričujoče raziskave** je analiza ter preveritev ključnih prometno relevantnih teoretičnih osnov ter izhodišč za prometno dimenzioniranje križišč, opremljenih s svetlobnimi signalnimi napravami, ter primerjava analitičnih rezultatov metodologije za prometno dimenzioniranje semaforiziranih križišč z rezultati izvedenih meritev izbranega parametra prometnega toka v realnem slovenskem okolju.

**Namen raziskovanja** je prispevati k prometni znanosti na področju veljavnosti metod za

dimenzioniranje semaforiziranih križišč in poskušati prilagoditi splošno veljavno metodo za dimenzioniranje po HCM slovenskim lokalnim prometnim značilnostim.

**Cilj raziskovanja** je predložitev univerzalnega modela za prometno tehniškodimenzioniranje semaforiziranih križišč, ki bo ustrezal tudi (in predvsem) slovenskemu lokalnemu okolju ter odgovoriti na zastavljeno **hipotezo**, da je moči z znanstveno utemeljenimi dejavniki in metodami za ocenjevanje učinkovitosti semaforiziranih križišč v veliki meri vplivati na dinamično optimizacijo delovanja prometnega omrežja ter da lahko metodologijo, predstavljeno v HCM 2000, zaradi njene univerzalnosti povzamemo neposredno.

Da se preučevana metodologija lahko prevzame neposredno, je potrebno določiti skladnost teoretičnih izhodišč in dejavnikov iz realnega prometnega prostora. Analizirati je potrebno dano soodvisnost ter podati smernice za morebitne korekcije v uporabljeni metodologiji v lokalnem okolju.



## 2 • POTEK RAZISKAVE

Potek raziskave, s katero želimo odgovoriti na v uvodu zastavljena vprašanja, je prikazan na sliki 1. Izhajamo iz predpostavke, da morajo biti posamezni parametri prometnega toka, ki so predmet obravnave, merljivi in primerljivi. Za ta namen so bila določena:

- ustrezna merilna mesta (priključki semaforiziranih križišč),
- ustrezen parameter prometnega toka, ki je merljiv in ga je hkrati moči izračunati po

metodologiji, kot jo predlaga HCM 2000 (povprečne zamude, noben drug parameter prometnega toka ne ustreza zastavljenim kriterijem),

- ustrezno metodo merjenja izbranega parametra (zamude merimo s pomočjo metode vožnje skozi križišče, kontrolno je bila uporabljena tudi metoda snemanja s kamero).
- Vzporedno z merjenjem dejanskih zamud v križišču so se v času konične ure zbirali

vhodni podatki, ki jih zahteva metodologija za dimenzioniranje semaforiziranih križišč po HCM 2000 in na podlagi katerih je mogoče analitično določiti oceno povprečnih zamud v križišču. Zbirali so se naslednji podatki:

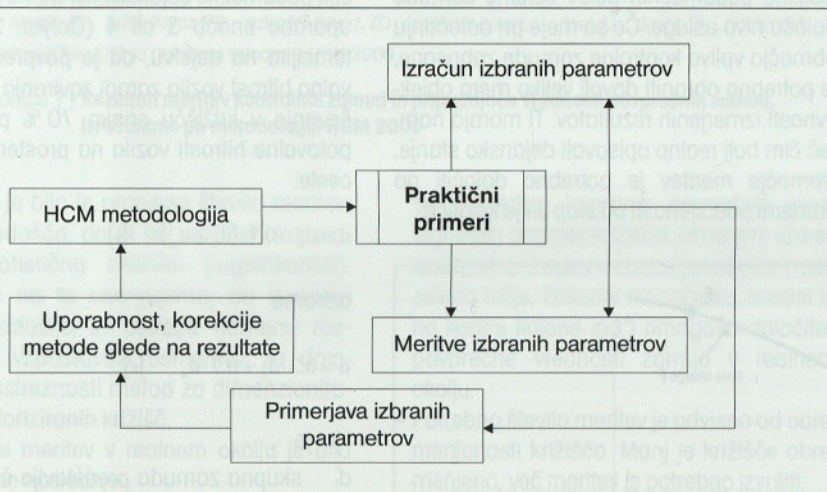
- o okolju (inventarizacija prometnega prostora),
- o prometu (štetje prometa) in
- o signalnih nastavitvah (posnetek signalnih nastavitvev).

Primerjavo porazdelitev izmerjenih in analitično določenih (po HCM 2000) povprečnih zamud smo izvedli z uporabo naslednjih statističnih testov:

- $\chi^2$  testa (neparametričen test na podlagi  $\chi^2$  – porazdelitve), s katerim lahko ugotovljamo, ali so razlike med dvema porazdelitvama statistično značilne in
- Kolmogorov – Smirnov testa (KS test – neparametričen test neodvisen od teoretičnih porazdelitev).

Na podlagi ugotovitev statistične analize smo predlagali spremembe oz. dopolnitve metodologije za dimenzioniranje semaforiziranih križišč, ki ustrezneje obravnava slovensko lokalno prometno okolje.

Raziskava je bila opravljena v okviru magistrskega dela na podiplomskem študiju Promet Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru, ki jo je pod mentorstvom izr. prof. dr. Draga Severja opravil mag. Matej Dobovšek.



Slika 1 • Diagram poteka raziskave

## 3 • TEORETIČNE OSNOVE

Ker je povprečna zamuda ( $d$ ) tisti parameter prometnega toka, ki ga je moči teoretično vrednotiti na podlagi predpostavljene metodologije, hkrati pa ga je moči meriti, so v nadaljevanju predstavljena teoretična izhodišča za izvedbo predmetne analize.

### 3.1 DOLOČITEV KONTROLNIH ZAMUD PO HCM 2000 (HCM, 2000)

Povprečna kontrolna zamuda  $d$  je čas, ki ga posamezno vozilo v povprečju porabi, da prevozi določeno križišče ob znanih cestnih, prometnih in signalnih pogojih. Vključuje izgubo časa zaradi vožnje z nižjo hitrostjo ter čakanje na prevoz križišča v koloni. Dejansko predstavlja razliko potovalnega časa po določenem odseku ceste s križiščem in brez križišča. Povprečna kontrolna zamuda  $d$  se izračuna iz enačbe (1).

$$d = d_1 \cdot (PF) + d_2 + d_3$$

$$[s / voz] \quad (1)$$

kjer pomenijo:

- $d_1$  enotna kontrolna zamuda ob predpostavki enakomernih prihodov ( $s/voz$ ),
- PF faktor enotne kontrolne zamude, ki se nanaša na signalne pogoje in možnost napredovanja (-),
- $d_2$  dodatna zamuda zaradi neenakomernosti prihodov in prenasajenja čakalnih vrst ( $s/voz$ ),
- $d_3$  začetna zamuda ( $s/voz$ ).

Prikazani parametri so v največji meri odvisni od signalnih nastavitvev (razmerje med časom trajanja zelene luči v določeni fazi ( $g$ ) ter ciklusom ( $C$ ) -  $\frac{g_i}{C}$ ) ter stopnje nasičenosti do-

ločenega priključka  $X_i$  (razmerje med jakostjo prometnega toka na določenem priključku in prepustnostjo tega -  $X_i = \frac{V_i}{C_i}$ ). Upošteva se navedeno, se enačba (1) preoblikuje v:

$$d = \frac{0.5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g_i}{C}\right) \cdot (1 - P_i) \cdot f_{PA_i}}{1 - \left(\min(1, X_i) \cdot \frac{g_i}{C}\right) \cdot \frac{g_i}{C}} + 900 \cdot T \cdot \left[ (X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot k_i \cdot X_i}{s_i \cdot \frac{g_i}{C} \cdot T}} \right] + \frac{1800 \cdot Q_{b_i} \cdot (1 + u)}{s_i \cdot \frac{g_i}{C}} \quad [s / voz] \quad (2)$$

kjer je:

- P delež vozil, ki prispejo med časom trajanja zelene luči in
- $f_{PA}$  faktor prihoda niza vozil med časom trajanja zelene luči,



- T trajanje analitičnega postopka,
- $k_i$  dodaten faktor zaradi signalnih nastavitvev,
- $Q_{bi}$  začetna kolona vozil na določenem priključku na začetku analitičnega obdobja T (voz),
- u parameter zamude (najpogosteje 1,0).

Na podlagi izračunanih povprečnih zamud in drugih parametrov kakovosti prometnega dogajanja (povprečno število ustavljanj, dolžina kolone ipd.) se določi ocena nivoja usluge na posameznem priključku oziroma za celotno križišče (NU A – NU F). S pomočjo nivoja usluge se ocenjuje (ne)ustreznost posameznih elementov prometnega prostora glede na kriterij prometnih obremenitev.

### 3.2 Določitev kontrolnih zamud s pomočjo meritev

Razdelitev kontrolnih zamud na vplivnem območju priključka križišča, opremljenega s

svetlobno signalnimi napravami, je prikazana na sliki 2. Celotna zamuda posameznega vozila v območju križišča je sestavljena iz naslednjih delnih zamud:

- zamuda zaradi zaviranja oz. približevanja območju križišča (A – B – C na sliki 2),
- zamuda zaradi zaustavitve (C – D) – se lahko ponavlja,
- zamude pri vožnji ustavi-spelji, ki so lahko ponavljajoče (C – D') ter
- zamuda, ko vozilo zapušča območje križišča oz. pridobiva ustrezno potovalno hitrost (D – E na sliki 2).

Dolžina posameznih delov celotne zamude določa nivo usluge. Če so meje pri določanju območja vpliva kontrolne zamude zabrisane, je potrebno ohraniti dovolj veliko mero objektivnosti izmerjenih rezultatov. Ti morajo namreč čim bolj realno opisovati dejansko stanje. Območje meritev je potrebno določiti na primerni oddaljenosti od stop linije križišča.

Relativno natančne meritve kontrolne zamude v realnem okolju lahko izvedemo po metodi vožnje skozi križišče. Kontrolno zamudo za posamezen priključek (skupino prometnih pasov, ki so vzporedno krmiljeni) dobimo na podlagi potovalne hitrosti, s katero vozi vozilo pred vplivnim območjem križišča in časa, ki ga vozilo potrebuje, da prevozi križišče (skupna zamuda  $d_t$ ). Posamezne prometne pasove je potrebno prevoziti čim večkrat. Območje križišča, kjer se opravljajo meritve, znaša 75 m (območje meritev).

Na podlagi izvedenih meritev se lahko določijo posamezne dejanske kontrolne zamude z uporabo enačb 3 ali 4 (Colyar, 2003), ki temeljita na dejstvu, da je povprečna potovalna hitrost vozila zaradi zaviranja in pospeševanja v križišču enaka 70 % povprečne potovalne hitrosti vozila na prostem odseku ceste:

$$d = d_t - 0.7 \cdot (d_t - d_s) \quad [s] \quad (3)$$

oziroma

$$d = 0.3 \cdot d_t + 0.7 \cdot d_s \quad [s] \quad (4)$$

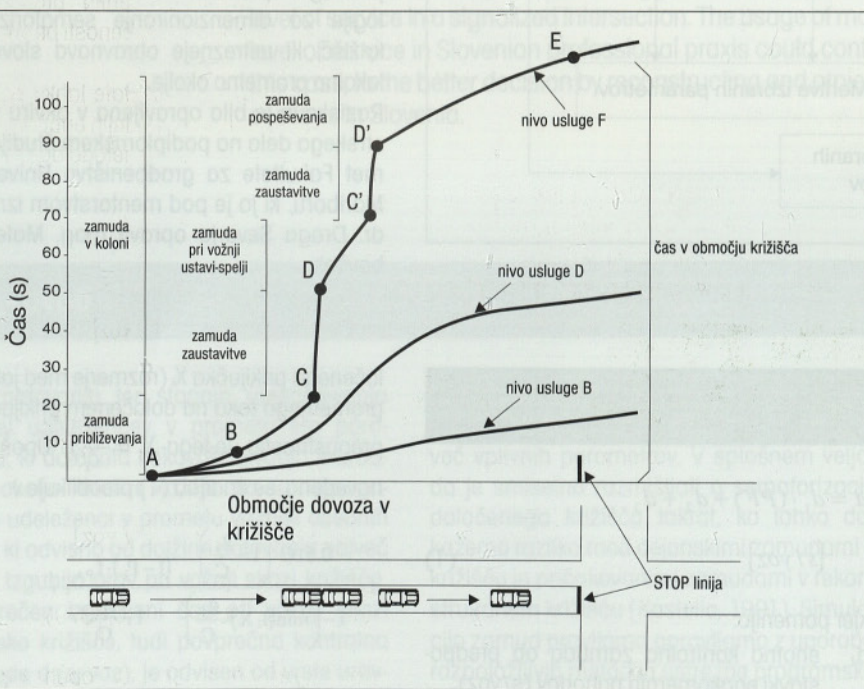
kjer je

$d_t$  skupna zamuda predstavlja čas od začetka ustavljanja (upočasnitev vozila) do ponovne vzpostavitve povprečne potovalne hitrosti (s),

$d_s$  zamuda zaradi zaustavitve predstavlja čas, ko se vozilo v koloni ne premika (stoji) ali pa se premika z minimalno hitrostjo, ki je manjša od 5 km/h.

Meritve po metodi vožnje skozi križišče so se izvajale na način, da je sovoznik meril in zapisoval ključne izmerjene vrednosti v pripravljen obrazec. Na podoben način so se izvajale tudi kontrolne meritve z video kamero.

Na podlagi tako izmerjenih zamud za posamezno vozilo na posameznem prometnem pasu so bile določene povprečne kontrolne zamude, ki so predmet primerjave.



Slika 2 • Potek vožnje skozi križišče in razdelitev kontrolnih zamud na območju križišča s svetlobnimi signalnimi napravami

## 4 • REZULTATI RAZISKAVE

Meritve kontrolnih zamud v realnem okolju so bile izvršene v času koničnih ur v dveh križiščih s svetlobnimi signalnimi napravami v Mariboru. Obravnavani križišči sta bili raz-

deljena na deset analitičnih elementov (4 dovozi in 6 voznih pasov).

V vsakem križišču je bilo v času konične ure izvedeno vsaj 10 meritev na posameznem

voznem pasu. Na podlagi teh meritev so določene povprečne zamude, ki so predstavljene v preglednici 1.



Lokacija (križišče) dovozi	Povprečne zamude – meritev (s/voz)	Povprečne zamude – HCM 2000 (s/voz)	X (v/c)	g/C
(I) SD	22,0	31,3	0,519	0,56
(I) JD	28,1	32,7	0,426	0,67
(I) VD	40,2	49,9	0,248	0,67
(I) ZD	28,0	34,5	0,359	0,24
(II) JD-L	209,0	106,3	1,314	0,22
(II) JD-D	84,6	95,0	0,834	0,38
(II) VD-N	55,5	43,3	0,580	0,47
(II) VD-L	109,6	77,0	1,037	0,20
(II) ZD-N	340,0	204,3	1,617	0,21
(II) ZD-D	63,0	64,0	0,723	0,50

SD ... severni dovoz, JD ... južni dovoz, VD ... vzhodni dovoz, ZD ... zahodni dovoz, L ... levo, D ... desno, N ... naravnost  
 Opomba: vrednosti X in g/C so določene skladno z HCM 2000

Preglednica 1 • Rezultati meritev kontrolnih zamud in pripadajoče vrednosti povprečnih zamud, izračunane po metodologiji HCM 2000

Izvedeno je bilo le omejeno število meritev, kar ne zadošča, da bi bili rezultati raziskovanja statistično značilni (signifikantni). Ne glede na to ocenjujemo, da izvedeni vzorec zadošča in ustreza namenu raziskave – vzpostaviti usmeritev za določevanje ustreznosti metod za dimenzioniranje semaforiziranih križišč.

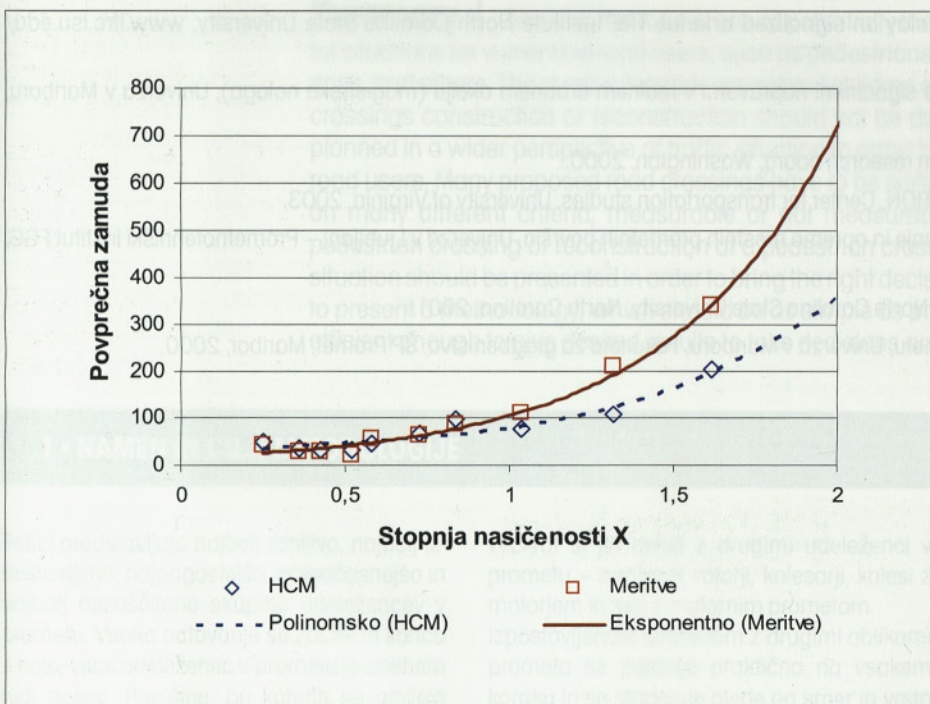
Pri izvedbi meritev v realnem okolju je bilo ugotovljeno naslednje:

– Zamude so se merile v konični uri ob vožnji skozi določen vozni pas križišča. Zamude

so posledice trenutnih prometnih in/ali signalnih pogojev križišča. Izmerjeni vzorec slučajnih prihodov v območje križišča (med zeleno lučjo, čakanje na začetku, sredini in na koncu kolone ipd.) omogoča določitev povprečne vrednosti zamud v realnem okolju.

– Potrebno število meritev je odvisno od obremenjenosti križišča. Manj je križišče obremenjeno, več meritev je potrebno izvršiti.

• Pri manj obremenjenih križiščih je večja verjetnost prihoda v križišče med zeleno



Slika 3 • Porazdelitev povprečnih zamud v odvisnosti od stopnje nasičenosti

fazo, zato ima lahko vrednost zamude večji razpon (takojšen prevoz križišča ali čakanje pred križiščem do ponovitve signalnega ciklusa).

- Kjer je stopnja nasičenosti križišča večja, križišča ni moči prepeljati v času trajanja prve zelene luči. V takšnih križiščih so vrednosti posameznih izmerjenih zamud v realnem okolju v manjšem razponu.
- Ko imamo opravka s prenasičenim prometnim tokom v semaforiziranem križišču, meritev kontrolne zamude ni natančna. Določitev vplivnega območja zamude oz. točke, kjer vozilo začne zavirati, ter točke, kjer zopet doseže potovalno hitrost, je zahtevna naloga, pri kateri moramo biti pozorni na hitrost, na zaviranje in pospeševanje vozila (upoštevati možne zamude – glej sliko 2).

Primerjava rezultatov meritev zamud v realnem okolju in zamud, izračunanih po HCM 2000 (glej sliko 3), kaže, da so odstopanja predvsem v tistih elementih preučevanih križišč, kjer je stopnja nasičenosti prometa velika ( $X > 1$ ).

Na sliki 3 prikazane rezultate lahko ponazorimo tudi z uporabo naslednjih enačb:

– povprečne zamude po metodologiji HCM:

$$d = 67,915 \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^3 - 93,846 \cdot \left(\frac{v}{c}\right)^2 + 85,239 \cdot \left(\frac{v}{c}\right) + 18,584 \quad [\text{s/voz}] \quad (5)$$

(korelacijski koeficient  $r^2 = 0,9204$ )

– povprečne zamude na podlagi meritev

$$d = 15,05 \cdot e^{1,9334 \cdot \left(\frac{v}{c}\right)} \quad [\text{s/voz}] \quad (6)$$

(korelacijski koeficient  $r^2 = 0,8979$ )

Korelacijska koeficienta v obeh primerih kaže na to, da sta analizirani spremenljivki močno pozitivno povezani.

Testiranje razlike podanih porazdelitev povprečnih zamud z uporabo  $\chi^2$  – testa in analize povezanosti ni pokazala značilnih razlik med obema porazdelitvama. Testirali smo ničelno hipotezo ( $H_0$ ), da se porazdelitev povprečnih zamud na podlagi meritev značilno razlikuje od teoretične porazdelitve povprečnih zamud po HCM 2000. Izračunana vrednost  $\chi^2$  znaša 42,64, kar kaže na določeno povezanost porazdelitev. Kritično območje testiranja  $\chi^2 \geq \chi^2_{\alpha(0,05)}$  ob 9. prosto-



stnih stopnjah znaša 16,92. Ker je  $42,64 \geq 16,92$ , lahko  $H_0$  zavrnilo in s 95 % gotovostjo trdimo, da so povprečne zamude na podlagi meritev značilno ne razlikujejo od teoretične porazdelitve zamud po HCM. Stopnja povezanosti (Pearsonov koeficient kontingence) znaša 0,18. Dana povezanost je ugodna, a ne najmočnejša, saj je pogojena z omejenostjo raziskave v realnem prometnem prostoru ter s specifičnostjo obravnavane tematike.

Preskušanje znanstvene hipoteze s pomočjo KS testa daje podobne rezultate. Testirali smo ničelno hipotezo ( $H_0$ ), da se porazdelitev povprečnih zamud na podlagi meritev značilno ne razlikuje od teoretične porazdelitve povprečnih zamud po HCM 2000. Rezultati testiranja (glej <http://www.physics.csbsju.edu/stats/KS-test.html>) kažejo, da največja razlika med kumulativnimi frekvencami porazdelitev znaša  $D = 0,2$  ob pripadajoči verjetnosti 0,975. Porazdelitev merjenih povprečnih

zamud je primerljiva z lognormalno porazdelitvijo z geometrijsko sredino 71,22 in standardnim odstopanjem 2,822 (stopnja primerljivosti  $P = 0,97$ ), porazdelitev povprečnih zamud po HCM 200 pa je primerljiva z lognormalno porazdelitvijo z geometrijsko sredino 65,14 in standardnim odstopanjem 2,045 (stopnja primerljivosti  $P = 0,96$ ). Ničelne hipoteze ni moči zavrniti, zato lahko trdimo, da se obe testirani porazdelitvi značilno ne razlikujeta.

## 5 • SKLEP

Rezultati pričujoče raziskave dokazujejo, da je mogoče metodologijo za dimenzioniranje semaforiziranih križišč (HCM, 2000) z zadostno učinkovitostjo in veliko mero verjetnosti pravilnosti rezultatov uporabiti tudi v slovenskem prometnem okolju. Slednje dokazujejo opravljene meritve zamud v realnem lokalnem okolju in primerjava (statistično testiranje) le-teh z analitično izračunanimi vrednostmi povprečnih zamud. Večja (vendar v splošnem neznačilna) odstopanja so

zaznana ob stopnji nasičenosti prometnega toka  $X > 1$ , ki opisuje moten prometni tok. Na podlagi raziskave lahko z veliko stopnjo gotovosti trdimo, da je metodologija za dimenzioniranje križišč, opremljenih s svetlobnimi signalnimi napravami, veljavna tudi v slovenskem prometnem okolju in ob upoštevanju lokalnih prometnih razmer daje uporabne rezultate. Njihova natančnost je večja takrat, ko velja, da je stopnja nasičenosti prometnega toka  $0 \leq X \leq 1$ .

S tem je hipoteza, podana v uvodu, dokazana.

Ne glede na to pa je potrebno opozoriti na zadostno mero pozornosti in strokovne kritičnosti uporabe rezultatov dimenzioniranja po HCM, saj je vsako križišče pravzaprav primer zase. Zaradi čim večje objektivnosti pri dimenzioniranju križišč s svetlobno signalnimi napravami je potrebno stalno spremljanje dinamike in sestave prometnih tokov ter na podlagi zaznanih sprememb in razlike ocene različnih vplivov slednje tudi upoštevati v izbranih in uporabljenih analitičnih metodologijah.

## 6 • VIRI IN LITERATURA

- Colyar j., D., Measured distributions of control delay on signalized arterial, TRE Institute North Carolina State University, [www.ltrc.lsu.edu/trb\\_82/trb2003\\_000084.pdf](http://www.ltrc.lsu.edu/trb_82/trb2003_000084.pdf), 2003.
- Dobovšek, M., Dimenzioniranje križišč s svetlobno signalnimi napravami v realnem urbanem okolju (magistrska naloga), Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor, 2004.
- HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000, Transportation research board, Washington, 2000.
- STOCHASTIC TRAFFIC SIGNAL TIMING OPTIMATIZATION, Center for transportation studies, University of Virginia, 2003.
- Kastelic, T. in drugi, Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin, Univerza v Ljubljani – Prometnotehniški inštitut FGG, Ljubljana, 1991.
- Rouphail, N., Traffic flow at signalized intersection, North Carolina State University, North Carolina, 2001.
- Tominc, P., STATISTIČNE METODE – uporaba v prometu, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, ŠP Promet, Maribor, 2000.



# PRIORITETA PROMETNOVARNOSTNIH UKREPOV NA PREHODIH ZA PEŠČE

## PEDESTRIAN CROSSINGS PRIORITY FOR PEDESTRIAN SAFETY

dr. Peter Lipar, univ. dipl. inž. grad.,  
mag. Jure Kostanjšek, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Prometnotehniški inštitut  
Jamova 2, 1000 Ljubljana  
plipar@fgg.uni-lj.si, jk@fgg.uni-lj.si

Strokovni članek  
UDK 656.14.072

**Povzetek** | Prečkanje ceste je zelo zahteven manever za pešce ter druge ranljive udeležence v prometu (kolesarje, rolkarje, slepe osebe, hendikepirane osebe, ...). Posebej ranljivi skupini sta otroci na poti v šolo in starejše osebe. Urejanje prehodov za pešce ne sme biti prepuščeno trenutnim potrebam, hitrim odločitvam ter različnim pritiskom, temveč mora biti predvideno v širšem kontekstu urejanja in vodenja prometa, seveda v povezavi z zagotavljanjem prometne varnosti vsem udeležencem v prometu. Izmed množice predlogov za nove prehode ali za urejanje obstoječih prehodov je potrebno izdelati prioriteten vrstni red. S pomočjo različnih kriterijev je potrebno na podlagi strokovnih raziskovanj pripraviti seznam prehodov, na katerih je potrebno čimprejše ukrepanje. Kriteriji za določitev potrebnosti prehoda se delijo na merljive in nemerljive. Za zagotovitev objektivnosti je ob vsakem predlogu za peš prehod potrebno obravnavati širše prometno dogajanje na tem območju. Namen raziskovalne naloge (PTI, 2004) je bil pripraviti metodologijo, ki bo za uporabo še vedno enostavna, hkrati pa lahko hitro da potrebne rezultate za sprejemanje odločitev.

**Summary** | Crossing the road is one of potentially the most dangerous and stressful situations for vulnerable road users, such as pedestrians, bicyclists, handicapped persons, and others. The most vulnerable are school children and older persons. Pedestrian crossings construction or reconstruction should not be done without plans, it must be planned in a wider perspective of traffic situation in order to increase traffic safety for all road users. Many proposed road crossings have to be sorted by priority, which depends on many different criteria, measurable or not measurable. For each proposed new pedestrian crossing or reconstruction of a pedestrian crossing, a wider picture of traffic situation should be presented in order to bring the right decisions. This work was intended to present a methodology, which should be as simple as possible, but, at the same time, efficient enough to give desired results to take decisions and actions.

### 1 • NAMEN IN CILJI METODOLOGIJE

Pešci predstavljajo najbolj ranljivo, najbolj izpostavljeno, najpogostejšo, najpočasnejšo in najbolj nezaščiten skupino udeležencev v prometu. Vsako potovanje se začne in konča s hojo, vsak udeleženec v prometu je obenem tudi pešec. Površine, po katerih se gibljejo pešci, so le redko namenjene samo njim, naj-

večkrat si jih delijo z drugimi udeleženci v prometu – z rolkarji, roljarji, kolesarji, kolesi z motorjem in tudi z motornim prometom.

Izpostavljenost konfliktom z drugimi oblikami prometa se pojavlja praktično na vsakem koraku in se stopnjuje glede na smer in vrsto gibanja, vse do križanj različnih vrst udele-

žencev v prometu. Ena izmed najbolj pogostih konfliktnih situacij je križanje poti pešcev in cestnega motornega prometa.

Glede na različne okoliščine so prehodi za prečkanje ceste različno (ne)urejeni in (ne)opremljeni. Potreb oziroma želja po novih prehodih ali ureditvi obstoječih prehodov je veliko, vendar jih je potrebno obravnavati v širšem kontekstu urejanja in vodenja prometa ter v povezavi s prometno varnostjo vseh udeležencev v prometu.



Z namenom, da se določi metodologija za razvrstitev prehodov za pešče v prioritetni vrstni red urejanja prehodov, so bili analizirani najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na izbor vrste ureditve prečkanja ceste – od zunajnivojskih, šolskih, semaforiziranih, prehodov v križiščih, v naseljih ali zunaj njih ter vseh drugih načinov prečkanja ceste.

Prehod za pešče vsekakor ni samo pobarvana površina – zebra. To je bistveno premalo. Po nekaterih tujih raziskavah (Ekman, 1996) predstavlja zebra včasih še bolj nevarno pot prečkanja, saj prečkajočemu pešču lahko nudi varljiv občutek prometne varnosti. Njegova pozornost se pogosto zaradi dejstva, da je prehod označen, zmanjša. Takšna obli-

ka prečkanja ceste je lahko celo nevarnejša od prečkanja zunaj urejenega prehoda za pešče.

Prometno najbolj varne rešitve prečkanja prometnih površin so zunajnivojski prehodi za pešče, ki ločujejo površine za pešče od drugih prometnih površin in s tem preprečujejo neposredna srečanja.

## 2 • UVOD V METODOLOGIJO: KRITERIJI ZA VREDNOTENJE PREHODOV

Za določitev prioritete vrstnega reda urejanja prehodov za pešče so bili evidentirani kriteriji, ki vplivajo na izbor vrste ukrepov za ureditev obstoječega ali novega prehoda za pešče. V nadaljevanju so vsi kriteriji opisani ter pojasnjeni.

### 2.1 Prometna varnost

Najpogostejši vzrok nesreč, pri katerih so udeleženi pešci in motorna vozila, je nenadno prečkanje pešca – na označenih prehodih ali zunaj njih. Večinoma gre za napako voznika. Pri cestah z več pasovi je osnovna težava nezadostna preglednost. Največ nesreč se zgodi pri zavijanju motornega vozila, hitrost motornih vozil pa predstavlja glavni dejavnik pri posledicah prometnih nesreč, kjer so soudeleženi tudi pešci (vir podatkov: [www.policija.si/statistika/prometna\\_varnost](http://www.policija.si/statistika/prometna_varnost)).

Pri analizi prometnih nezgod na območju prehodov za pešče se je do sedaj v praksi obravnaval stometrski pas na obeh smereh prehoda za pešče. To območje izhaja iz dejstva, da je po zakonu (Zakon o varnosti cestnega prometa, Ur. l. RS, št. 35/2005) prepovedano prečkati cesto znotraj stometrskega pasu od označenega prehoda za pešče. Za analizo predlogov za nove prehode za pešče, ki so od obstoječih prehodov oddaljeni več kot 100 m, smo prevzeli interval  $\pm 100$  m od prehoda, za analizo prometne varnosti na obstoječih prehodih pa največ  $\pm 50$  m od prehoda, saj na večji oddaljenosti od prehoda

pešči zavestno prečkajo cesto zunaj urejenega prehoda.

Podatki v obliki policijskih zapisnikov so na razpolago le za nezgode, ki so se dejansko dogodile. Podatkov o konfliktnih situacijah, kjer pa do nezgod kot rezultat napačnega oziroma neustreznega ravnanja pešca ali voznika ni prišlo, seveda ni. Takšna analiza pri nas še ni bila izvedena, v tujini pa že (Hyden, 1983).

### 2.2 Promet in struktura prometa

Promet definirajo naslednji faktorji:

- PLDP – povprečni dnevni letni promet v vozilih/dan,
- maksimalna urna obremenitev,
- razmerje V/C,
- gostota vozil,
- pretok vozil,
- vozne hitrosti vozil.

Na slovenskih cestah je delež tovornih vozil v celotnem prometnem toku povprečno od 10–15 %. Njihov vpliv na obnašanje pešca je pomemben tudi iz psihološkega vidika, saj večja vozila vzbujajo občutek nelagodja, vendar pa je dejstvo, da z njimi upravljajo šolani in praviloma tudi bolj izkušeni vozniki. Tovorna vozila omogočajo vozniku boljši pregled kot osebna vozila.

Glede na izkušnje zahodnoevropskih držav na tem področju sta minimalni vrednosti za označitev prehoda za pešče naslednji (Strassenbau AZ, 1995):

- 400 vozil/uro in
- 300 pešcev/uro

Z vidika prometne varnosti se lahko predvidi označen prehod za pešče tudi v primeru, ko pogoji glede prometne obremenjenosti tega ne zahtevajo. Tu so predvsem mišljeni prehodi v bližini šol, vzgojnovarstvenih ustanov ali drugih površin, kjer je večja koncentracija otrok, starejših ljudi, hendikepiranih oseb, invalidov. Če je na glavni prometnici več kot 1000 vozil/uro/vozni pas, je upravičena postavitev samostojnih zunajnivojskih prehodov za pešče.

Kot kriterij prometa in strukture prometa predlagamo razmerje v/c (razmerje prometni volumen / kapaciteta ceste), ki opisuje zasedenost cestnega profila.

### 2.3 Peš promet

Kot kriterij za ureditev prehoda predlagamo konično uro, na podlagi katere se določi odločujoče število pešcev. Maksimalni promet pešcev in število motornih vozil določata pogoje za ureditev prehoda. Rešitve so prikazane v preglednici 1 v prejšnjem poglavju.

### 2.4 Tehnični elementi ceste

Tehnični elementi ceste vplivajo na dejanske vozne hitrosti vozil na cesti. Prehodi za pešče se lahko predvidijo oziroma označijo na takih mestih, kjer vozniki prihajajočih motornih vozil lahko na celotni širini prehoda vidijo prečkajoče pešče na zaustavni pregledni razdalji. Zaustavna pregledna razdalja je tista dolžina, ki jo prevozi vozilo z računsko hitrostjo v času od voznikove zaznave ovire do zaustavitve vozila z dovoljenim pojemkom z upoštevanjem nagiba nivele in koeficienta drsnega trenja na mokrem vozišču.

Število motornih vozil				
do 300 na uro	od 300 do 600 na uro		nad 600 na uro	
	pešcev do 100 na uro	pešcev nad 100 na uro	pešcev do 100 na uro	pešcev do 100 na uro
ni potreben označen prehod	ni potreben označen prehod	potreben označen prehod	ni potreben označen prehod	potreben semaforiziran prehod

Preglednica 1 • Kriteriji za postavitev peš prehodov po (R – FGU, 1981)



Hitrost km/h	- 8 %	- 4 %	0 %	+ 4 %	+ 8 %
70	95	85	80	75	70
60	70	65	60	55	55
50	50	45	40	40	40

Opomba: Vmesne vrednosti izračunamo z interpolacijo

Preglednica 2 • **Orientacijske zaustavne pregledne razdalje v metrih v odvisnosti od podolžnih sklonov (PTI,1991)**

## 2.5 Osvetlitev prehoda za pešce

Osvetlitev prehodov za pešce omogoča vsem udeležencem v prometu dobre pogoje vidljivosti in vidnosti. Tako vozniki lahko pravočasno opazijo označbe prehoda za pešce in tudi morebitne pešce, ki čakajo na pločniku, stopajo na prehod ali pa so že na njem.

## 2.6 Ločilni otok

Ločilni otok je deniveliran element v cestnem prerezu, ki ločuje vozne pasove, usmerja vozila in zagotavlja višjo raven prometne varnosti pešcev in kolesarjev pri prečkanju vozišča. Služi lahko tudi kot čakalni otok za pešce, ki prečkajo cesto. Oblika ločilnega otoka je odvisna od vrste udeležencev, ki prečkajo cesto (pešci in kolesarji ali samo pešči) ter od širine in števila voznih pasov.

## 2.7 Kategorija ceste

Kategorija javne ceste določa funkcijo javne ceste, ki jo ima v določenem prostoru, ter njene tehnične in druge lastnosti, ki omogočajo hiter, varen in za okolje čim manj obremenjujoč potek prometa. Glede na kategorijo ceste se določi vrsta oziroma oblika prehoda za pešce.

## 2.8 Lokacija prehoda

Prehod za pešce je lahko lociran v naselju ali pa zunaj njega. Nivojski prehodi preko državne ceste zunaj naselij so načeloma nedovoljeni, predvsem iz vidika prometne varnosti.

## 2.9 Vrsta prehoda

Šole, vrtci, bolnišnice, trgovski centri, stanovanjske soseske, avtobusna postajališča in druge ureditve zahtevajo prehode s posebnimi značilnostmi. V teh primerih je potrebno upoštevati tudi potek pešpoti in število pešcev glede na urejenost naštetih posebnih območij. S tem je povezana tudi oprema ter označitev in osvetlitev prehoda.

Prednostno je potrebno obravnavati prehode ob vrtcih in šolah. Glede na tuje pozitivne izkušnje je zelo primerno in ustrezno uvajanje šolske prometne službe.

## 2.10 Oddaljenost med prehodi

Prehode za pešce predvidimo na medsebojnih razdaljah do 200 m. Od najbližjega križišča naj bodo oddaljeni vsaj 100 m, razen v primeru, ko sta dve sosednji križišči v medsebojni razdalji najmanj 200 m oziroma pred šolami, bolnišnicami, tovarnami in podobnimi objekti (PTI, 1991).

Po ameriških normativih se v splošnem postavlja prehode preko prometnice glede na naslednje prostorske zahteve (AASHTO, 2001):

- na območjih z majhno gostoto (< 500 prebivalcev/km<sup>2</sup>) prebivalstva na vsakih 800 do 1600 m ali več,
- na gostejše naseljenih predelih (> 500 prebivalcev/km<sup>2</sup>) je dopustna medsebojna postavitvev od 300 m naprej,
- v strogem poslovnem in trgovskem centru mesta je lahko najmanjša razdalja med prehodi 100 m.

Samostojne zunajnivojske prehode za pešce in kolesarje se predvidi tam, kjer ni mogoče varno uporabiti nobene druge rešitve (npr.: nivojski zavarovan ali semaforiziran prehod). Na mestnih obvoznih in hitrih cestah je potrebno za pešce in kolesarje z vidika prometne varnosti ne glede na prometne obremenitve zgraditi zunajnivojske prehode.

## 1.11 Psihološki kriteriji – vedenje pešča pri prečkanju ceste

Opazovanje vedenja pešcev na 400 označenih in neoznačenih prehodih za pešce je pokazalo, da pešči veliko bolj uporabljajo označene prehode – do trikrat več, toda na njih se dogodi tudi dvakrat več nezgod kot na neoznačenih. Ne glede na to, katera od obeh ugotovitev je za naše razmere bolj reprezentativna, se velja zamisliti nad ugotovitvami ameriške raziskave (Herms, 1972), ki ugotavlja, da velika nevarnost nezgod na označenih prehodih nastane zaradi prepričanja pešcev, da so na označenem prehodu popolnoma varni. Označen prehod namreč lahko daje pešču zmoten občutek varnosti, tako da bo prečkal cesto ne glede na ostali promet. Pešči na označenem prehodu pogosto mislijo, da voznik lahko zaustavi v vsakem primeru, celo kadar je to dejansko nemogoče. Zato pogosto sploh ne čakajo na ustrezne vrzeli v prometnem toku. Na srečo so ta pričakovanja pešcev vsaj do neke mere znana tudi voznikom, saj ti pogosteje upočasnijo vožnjo ali pa se celo zaustavijo pred pešči, ki šele čakajo pred označenim prehodom.

Kljub temu iz navedenega dovolj očitno sledi, da zgolj označeni prehodi za pešce niso dovolj velik prispevek k varnosti pešcev, posebej zato, ker tako pešči kot vozniki zlorabljajo svoje pravice in ne upoštevajo dovolj svojih dolžnosti. Tako se kot bolj ustrezna možnost pojavlja fizična ločitev pešcev in vozil. To lahko dosežemo bodisi s semaforizacijo prehodov ali pa z izgradnjo podhodov in nadhodov.

## 2.12 Standardnost poti

Kadar pot pešca ni fizično (ovira) ali administrativno (znak) omejena, se pešec giblje v najbolj direktni smeri k svojemu cilju. Najpogostejši primeri konflikta med uhojeno potjo in voziščem so:

- zgraditev nove ceste preko pešpoti,
- ukinitvev peš prehoda v območju križišča, kadar se s tem povečuje prepustnost za vozila, ki v križišču zavijajo desno,
- pomembna posamična lokacija (vrtec, šola, administrativni center-občinska stavba, večji produkcijski obrat, nakupovalni

Kategorija	Prehod
AC, HC	Zunajnivojski prehodi
G ceste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zunaj naselja izjemoma</li> <li>• v naselju da, hitrost omejena na 50 km/h</li> </ul>
R ceste	Nivojski prehodi, zunaj naselja v upravičenem primeru

Preglednica 3 • **Vrsta prehoda v odvisnosti od kategorije ceste**



centri in podobno – ciljna lokacija), ki je na drugi strani ceste kot večina njenih potencialnih uporabnikov (izvor peš prometa),

- križanje krajevne (lokalne) ceste z državno ali lokalno cesto višje kategorije brez urejene pešpoti (pločnika) na priključni strani te ceste,
- trgovska ponudba velikih razsežnosti (velike trgovine) na obeh straneh ulice,
- zasedenost pločnika s parkiranimi vozili, ki preprečujejo normalno uporabo pločnika.

Kadar uhojene poti uporablja tolikšno število pešcev, da obstaja resna nevarnost za nastanek prometnih nesreč, je treba te poti posebej urediti. Pri tem je treba upravičenost ureditve novega ali preurejenega prehoda posebej preveriti. Kriteriji za to presojo so:

- oddaljenost od sosednjih prehodov,
- zagotavljanje zadostne preglednosti na lokaciji prehoda,
- motenost prometnega toka (prometna neustreznost umestitve novega prehoda),
- pomembnost cilja pešcev in število uporabnikov na njem,
- primerjava zamud (vodenje pešca preko sosednjih prehodov) s stroški investicije in zamudami vozil zaradi novega prehoda (zaustavljanje).

## 2.13 Lega glede na sosednja križišča

Če je prehod lociran v območju križišča oziroma manj kot 100 m od križišča, se naj uredi v sklopu križišča, da ne bo oviral tekočega poteka prometa v križišču.

V križiščih v mestih se vedno predvidijo prehodi za pešce, pa četudi je manj kot 100 metrov do naslednjega prehoda. Posamezni kraki križišča se lahko izvedejo tudi brez prehoda za pešce, če zanj ni potrebe ali pa pogojev (razpoložljiv prostor, pločnik, ...). Če je med dvema zaporednima križiščema zelo majhna oddaljenost (manj kot 100 metrov), se lahko prehod uredi tudi na sredini med križiščema, kot skupen prehod za obe križišči.

## 2.14 Šolski prehodi

Struktura pešcev na šolskih prehodih je zelo značilna in drugačna kot na ostalih prehodih. Obnašanje otrok je večkrat nepredvidljivo, zato morajo biti taki prehodi še posebno označeni in morajo biti urejeni tako, da so bistveno bolj zaznavni. Za take prehode je potrebno zagotoviti še dodatno oziroma dopolnilno prometno signalizacijo, obvezno (Zakon o varnosti cestnega prometa, Ur. l. RS, št. 35/2005) je treba omejiti hitrost in uvesti določene ukrepe za umirjanje prometa.

Če v neposredni bližini šole ni pogojev za označen prehod za pešce (neurejene površine za pešce, razpršeno prehajanje otrok prek ceste, neustrezni geometrijski elementi, malo prometa ipd.), se tako potencialno nevarno mesto označi z ustrezno horizontalno in vertikalno signalizacijo.

V območju šol in vrtcev je potrebna posebna ureditev peš prehodov: dvignjen plato na površini prehoda in ograja. Po možnosti naj bo organizirana šolska prometna služba.

## 2.15 Prehodi na območju avtobusnih postajališč

Če so izpolnjeni pogoji za označitev prehoda ob avtobusnem postajališču, ga je potrebno locirati pred uvozom na postajališče, tako da pešci prečkajo vozišče za stoječim avtobusom.

Lociranje obeh postajališč je lahko z medsebojnim zamikom dolžine postajališča – z maksimalno 30 metri oziroma minimalno toliko, kolikor je potrebno za širino prehoda. Če tega zamika ni možno zagotoviti, potem se označenega prehoda za pešce ne predvidi, pa četudi so izpolnjeni vsi ostali kriteriji.

## 3 • METODOLOGIJA: VREDNOSTI TER PONDERJI KRITERIJEV ZA RANGIRANJE

Prioritetni vrstni red urejanja prehodov za pešce je mogoče pripraviti glede na kriterije, opisane v drugem poglavju in glede na ponderje za posamezne kriterije.

### 3.1 Vrednosti za posamezne kriterije

Merljivi kriteriji so navedeni v preglednici 4. Ostali, nemerljivi kriteriji so navedeni v preglednici 5. So predmet subjektivne ocene in presoje, lahko so različno ocenjeni oziroma vrednoteni in imajo lahko tudi različno težo.

### 3.2 Opis metode AHP

AHP je kratica za **A**nalytic **H**ierarchy **P**rocess, ki ga je v osemdesetih letih prejšnjega stoletja razvil Thomas Saaty. AHP je kvantitativna primerjalna metoda, ki izbere optimalno alternativo z uporabo primerjave alternativ med seboj glede na njihovo relativno ustreznost v razmerju do kriterijev (Forman, 2001). To je sistematični postopek, znotraj kategorije lahko elemente vsakega problema ure-

Opis kriterija	Način točkovanja oziroma vrednotenja
Vrsta prehoda (šole, vrtci, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 – šola, vrtec,</li> <li>• 1 – bus postajališče, zdravstveni dom, bolnica,</li> <li>• 0 – ostalo;</li> </ul>
Lokacija prehoda (v naselju / zunaj naselja)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – zunaj naselja,</li> <li>• 0 – v naselju</li> </ul>
Medsebojna oddaljenost sosednjih prehodov	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – če je večja od 200 m</li> <li>• 0 – če je manjša od 200 m</li> </ul>
Prometna varnost	Absolutno število nezgod s pešci v območju prehoda <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interval <math>\pm</math> 100 m za predloge</li> <li>• Interval <math>\pm</math> 50 m za obstoječe prehode</li> </ul>
Promet	Razmerje V/C <ul style="list-style-type: none"> <li>• (PLDP/10) / 2000 (G1 ceste)</li> <li>• (PLDP/10) / 1800 (G2, R1 ceste)</li> <li>• (PLDP/10) / 1600 (R2, R3, RT ceste)</li> </ul>
Peš promet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – če je maksimalno število pešcev na uro &gt; 200</li> <li>• 0 – če je maksimalno število pešcev na uro &lt; 200</li> </ul>
Tehnični elementi ceste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – Preglednost v obe strani &lt; 100 m</li> <li>• 0 – Preglednost v obe smeri &gt; 100 m</li> </ul>
Lega glede na sosednja križišča	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – lega prehoda zunaj območja križišča ali več kot 100 m do najbližjega križišča</li> <li>• 2 – lega prehoda v območju križišča ali manj kot 100 m od najbližjega križišča</li> </ul>

Preglednica 4 • Kriteriji ter njihove vrednosti



Opis kriterija	Komentar
Druge ureditve (omejitve hitrosti, razsvetljava...)	Dodatna analiza števila nezgod ponoči glede na vse nezgode, vozniških hitrosti ...
Kategorija ceste	V povezavi s kapaciteto ter hitrostmi že upoštevano
Psihološki kriteriji	Nemerljivo, stvar terenskega ogleda konkretnih lokacij
Standardnost poti	Nemerljivo, stvar ogleda ter vodenja prometa na konkretni lokaciji
Legra glede na ostale ureditve (bus postaje)	Že upoštevano v namembnosti prehoda

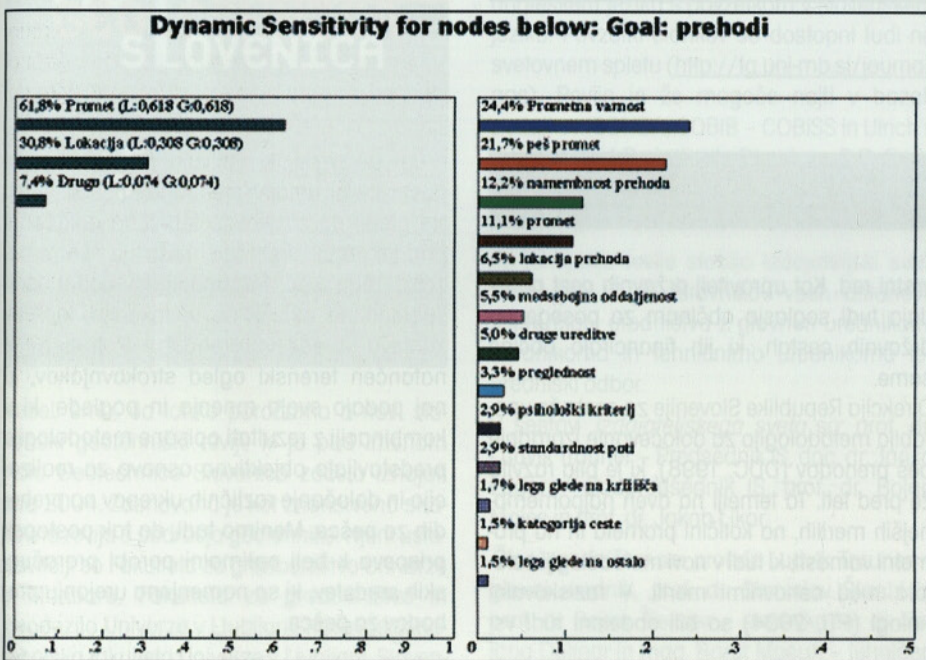
Preglednica 5 • Nemerljivi kriteriji

dimo hierarhično. Problem v skladu s prej omenjeno sposobnostjo človeških možganov drobimo navzdol v vse manjše sestavne dele, da dobimo na vsakem nivoju obvladljivo strukturo. Medsebojna primerjava kriterijev in alternativ je narejena na 9-stopenjski lestvici. Metoda je primerna vedno, kadar imamo opravka z več kriteriji. Uporabna je za odločanje tako s kvantitativnimi kot tudi s kvalitativnimi kriteriji, saj jih postavlja v skupni kontekst. Njena največja prednost je analitična hierarhija, saj kompleksne probleme strukturira na način, kakršnega ljudje običajno uporabljajo v zapletenih situacijah.

### 3.3 Ponderji za posamezne kriterije

Za določitev ponderjev posameznih kriterijev je bila izvedena anketa med strokovnjaki s področja prometa. Z obdelavo odgovorov in s pomočjo metode AHP je bila določena teža posameznih kriterijev za določitev prioritete vrstnega reda urejanja prehodov za pešce.

V anketi je sodelovalo 20 strokovnjakov s področja prometa, prometne varnosti in upravljalcev cest. Anketa je bila izvedena s pomočjo prenosnega računalnika, kjer je računalniški program ExpertChoice postavljaj kombinacije vprašanj za vse pare kriterijev, ki vplivajo na ureditev prehodov za pešce. Rezultat obdelave anketnih podatkov so ponderji oziroma uteži posameznih kriterijev.



Slika 1 • Vrednosti uteži posameznih kriterijev

## 4 • PREDLOGI ZA UREDITEV ALI NOVE PREHODE

### 4.1 Evidentiranje obstoječega stanja prehodov za pešce

Za celotno območje državnih cest v Republiki Sloveniji so bili pridobljeni predlogi občin, tako za nove prehode kot za urejanje obstoječih prehodov. To je zneslo skupaj 631 predlogov. Na podlagi teh podatkov je bil vzpostavljen seznam prehodov za pešce na državnem cestnem omrežju ter seznam predlogov za ureditev prehodov za pešce (preglednica 6).

Vrsta predloga	Število
nov prehod	421
odstranitev	2
prestavitve	9
ukinitve	1
umiritve prometa	1
ureditev	134
drugo	63
<b>SKUPAJ</b>	<b>631</b>

Preglednica 6 • Pregled vrst predlogov s strani občin



## 5 • NIVOJI UKREPOV ZA UREJANJE NIVOJSKIH PREHODOV

Glede na vrednosti ponderiranih kriterijev je bil določen vrstni red urejanja prehodov za pešcev na državnem cestnem omrežju. Med

osnovne ukrepe ureditve prehoda za pešče se šteje semaforizacija, javna razsvetljava in dodatna osvetlitev, čakalne površine, pločnik,

talna in vertikalna signalizacija, dodatne talne označbe, otok, tipka za prehod, tipka za slepe, preplastišče, ukrepe za umirjanje in dodatna omejitev hitrosti. Kot skupek osnovnih ukrepov za ureditev prehoda za pešče predlagamo 3 osnovne nivoje urejanja, ki se lahko uporabijo na prehodu (preglednica 7).

Nivo:	Opis ukrepov za ureditev prehoda:
Nivo 1	Talna in vertikalna signalizacija
Nivo 2	Talna in vertikalna signalizacija + bič (znak, dodatna osvetlitev, utripalec)
Nivo 3	Križišče talna in vertikalna signalizacija, semafor
	Odsek Talna in vertikalna signalizacija + bič (dodatna osvetlitev, semafor)

Preglednica 7 • Nivoji ukrepov na prehodu za pešče

Glede na določen prioriteten vrstni red prehodov ter oceno stroškov ukrepov za posamezne prehode je bilo glede na omejene proračunske vire izbrano optimalno število prehodov za pešče, ki se bodo urejali v naslednjem proračunskem oziroma planškem obdobju.

## 6 • SKLEP

V tej nalogi je bil predstavljen celovit pogled na problematiko urejanja prehodov za pešče. Ugotovljeno je bilo, da na odločitve o lokaciji prehoda vplivajo merljivi in nemerljivi faktorji oziroma kriteriji. Bolje je upoštevati merila oziroma kriterije, ki so merljivi in določljivi, nemerljivi pa so toliko subjektivni, da so v večini primerov neuporabni.

Direkcija Republike Slovenije za ceste letno uredi le manjše število prehodov za pešče. Zaradi tega potrebuje primerjalne kriterije, na podlagi katerih razvršča prehode v prioriteten

vrstni red. Kot upravitelj državnih cest pa izdaja tudi soglasja občinam za posege na državnih cestah, ki jih financirajo občine same.

Direkcija Republike Slovenije za ceste že uporablja metodologijo za določevanje izgradnje peš prehodov (DDC, 1998), ki je bila razvita že pred leti. Ta temelji na dveh najpomembnejših merilih, na količini prometa in na prometni varnosti, ki tudi v novi metodologiji ostajata med osnovnimi merili. V raziskovalni nalogi (PTI, 2004) so bili obdelani tudi vsi

drugi dejavniki, ki vplivajo na potrebo po postavitvi ali ureditvi prehoda za pešče.

Ne glede na strokovno tehnično določanje prioritetenega vrstnega reda je potrebno zbrati čim več informacij in dobiti širši vpogled na okoliščine in lokacijo, kjer se zahteva ureditev prehoda. Potreben je natančen terenski ogled strokovnjakov, ki naj podajo svoja mnenja in poglede, ki v kombinaciji z rezultati opisane metodologije predstavljajo objektivno osnovo za realizacijo in določanje različnih ukrepov na prehodih za pešče. Menimo tudi, da tak postopek prispeva k bolj optimalni porabi proračunskih sredstev, ki so namenjena urejanju prehodov za pešče.

## 7 • LITERATURA

AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, USA, 2001.

Družba za državne ceste, DDC, Metodologija za razvrstitve lokacij prehodov za pešče po prometni varnosti in nivoju uslug, naročnik: Direkcija Republike Slovenije za ceste, 1998.

Ekman, L., On the Treatment of Flow in Traffic Safety Analysis, University of Lund, 1996.

Forman, H, Selly, M.A., Decision by Objectives, World Scientific, 2001.

Hermes, B. Pedestrian Crosswalk Study: Accidents in Painted and Unpainted Crosswalks. Record No.406, Transportation Research Board, Washington, DC, 1972.

Hyden, C., The development of a method for traffic safety evaluation, University of Lund, 1987.

PTI, Prometnotehniški inštitut FGG, Ljubljana, Metodologija za določitev prioritete prometno varnostnih ukrepov na obstoječih in na novo predlaganih lokacijah prehodov za pešče, Razvojno raziskovalni projekt, naročnik: Direkcija za ceste Republike Slovenije, 2004.

PTI, Prometnotehniški inštitut FGG, Ljubljana, Tehnični normativi za projektiranje in opremo mestnih prometnih površin, 1991.

R – FGU, Richtlinien Ausgabe, Dortmund, 1981.

Strassenbau A – Z, Fussgängerverkehr, Bonn, Deutschland, 1995.



# ACTA GEOTECHNICA SLOVENICA



v nakladi 500 izvodov. Pri izbiri člankov se upoštevajo uveljavljeni kriteriji tovrstnih revij v svetu, kar pomeni, da so vsi prispevki recenzirani s strani najmanj dveh priznanih tujih in domačih strokovnjakov z obravnavanega področja. Ker je revija namenjena širši mednarodni javnosti, so vsi članki objavljeni v angleškem jeziku s povzetkom v slovenskem jeziku. Povzetki člankov so dostopni tudi na svetovnem spletu (<http://fg.uni-mb.si/journal-ags>). Revijo je že mogoče najti v bazah podatkov ICONDA, COBIB – COBISS in Ulrich's International Periodicals Directory, R.R. Bowker, ZDA, v teku pa so tudi postopki za vključitev v druge, bolj specializirane baze.

Za izhajanje revije skrbijo Izdajateljski svet, sestavljen iz predstavnikov vseh ustanoviteljev, člani uredništva z glavnim urednikom, urednikoma in tehničnima urednikoma ter uredniški odbor.

V sestavi *Izdajateljskega sveta* so: prof. dr. Ludvik Trauner – Predsednik IS, doc. dr. Janko Logar – Podpredsednik IS, prof. dr. Bojan Majes in prof. dr. Jakob Likar.

*Člani uredništva* so: prof. dr. Ludvik Trauner – glavni urednik, prof. dr. Stanislav Škrabljak in prof. dr. Bojan Žlender – urednika ter dr. Bojana Dolinar in mag. Borut Macuh – tehnična urednika.

*Uredniški odbor* revije sestavlja šestnajst priznanih mednarodnih strokovnjakov z različnih področij geotehnike, zaradi česar je pričakovati njeno visoko kvaliteto in mednarodno odmevnost. Člani UO so:

Prof. dr. Hatzigogos Theodoros – Aristotle University of Thessaloniki, Prof. dr. Darinka Batelino – Università degli Studi di Trieste, Prof. dr. József Farkas – Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Prof. Dr.-Ing. Rolf Katzenbach – Technische Universität Darmstadt, Prof. dr. Zlatko Langof – Univerzitet u Sarajevu, Prof. dr. Jakob Likar – Univerza v Ljubljani, Doc. dr. Janko Logar – Univerza

v Ljubljani, Prof. dr. Bojan Majes – Univerza v Ljubljani, Prof. dr. Milan Maksimović – Univerzitet u Beogradu, Dr. Borut Petkovšek – Zavod za gradbeništvo Slovenije, Doc. dr. Mihael Ribičič – Univerza v Ljubljani, Prof. dr. César Sagaseta – Universidad de Cantabria, Prof. dr. Stephan Semprich – Technische Universität Graz, Prof. dr. Abdul-Hamid Soubra – Université de Nantes, Prof. dr. Ivan Vaniček – České vysoké učení technické v Praze in Prof. dr. Franjo Verič – Sveučilište u Zagrebu.

Ime revije Acta Geotechnica Slovenica ni bilo izbrano naključno. Z njim simboliziramo nadaljevanje dela očeta slovenske geotehnike prof. dr. Luja Šukljeta, ki je ugled stroke povzdignil na najvišji nivo tudi z izdajanjem takrat prve slovenske geotehniške znanstvene revije Acta Geotechnica. Z njo je vzdrževal mednarodne stike in vzpodbujal raziskovalce k pisanju polnih 27 let. Prav tako pa bomo z izbranim imenom, ki označuje našo narodnost, pripomogli k večji prepoznavnosti Slovenije v svetu.

Ne nazadnje je potrebno poudariti, da smo se z odločitvijo o izhajanju revije Acta Geotechnica Slovenica, Slovenci uvrstili med narode, ki imajo svoje nacionalne revije s področja geotehnike. Na tak način smo tudi mi dobili večje možnosti, da prikažemo tako znanstvene kot strokovne dosežke svojega dela. Zato ob tej priložnosti pozivamo slovenske strokovnjake s širokega področja geotehnike, da s prispevki aktivno sooblikujejo vsebino revije.

Avtorji prispevkov si lahko vse podatke o reviji in pripravi člankov ogledate na spletni strani revije ali v reviji sami. Dodatne informacije vam bomo z veseljem posredovali po telefonu št. (02) 22 94 325 (dr. Bojana Dolinar), lahko pa nam pišete tudi po elektronski pošti: [ags@uni-mb.si](mailto:ags@uni-mb.si).

Zavedamo se, da je pred nami še dolga pot, preden bo revija zaživela v obsegu, ki ga načrtujemo. Vendar smo trdno prepričani, da bodo naši skupni napor obrodili sadove in bo Acta Geotechnica Slovenica revija, na katero bomo lahko Slovenci upravičeno ponosni.

Glavni urednik

**Prof. dr. Ludvik Trauner**



# DESETLETNICA SODELOVANJA

## Univerze v Mariboru – Inštituta za geotehniko in Tehniške univerze v Gradcu – Inštituta za mehaniko tal in temeljenje

Skupne aktivnosti Inštituta za geotehniko Univerze v Mariboru in Inštituta za mehaniko tal in temeljenje Tehniške univerze v Gradcu potekajo že deset let. Potekajo tako na pedagoškem kot tudi znanstveno raziskovalnem področju preko skupnih evropskih projektov. V teh letih so se med člani obeh inštitutov, ob skupnih športnih in družabnih aktivnostih, izoblikovale tudi pristne prijateljske vezi. Desetletnica sodelovanja je zato vsekakor priložnost, ki smo jo želeli obeležiti. V dogovoru s člani graškega inštituta in ob pomoči Slovenskega znanstvenega inštituta na Dunaju ter oddelka za umetnost Pedagoške fakultete Univerze v Mariboru smo zato 8. marca 2005 organizirali srečanje na Dunaju, ki smo se ga udeležili člani obeh inštitutov, študentje ter predstavniki medijev. Program tega dne je bil izjemno zanimiv, namenjen pa je bil strokovnemu izobraževanju in v večernih urah prireditvi v čast desetletnici sodelovanja TUG in UM. V dopoldanskem času je bil organiziran obisk gradbišča S1 Tunnel Rannersdorf – Schwechat, kjer smo si



Ogled gradnje tunela S1 Tunnel Rannersdorf, Schwechat



Ekipe Katedre za geotehniko FG na predstavitvi gradnje kanala Wiental Kanal Sammler, Dunaj

ogledali posamezne faze gradnje tunela, od stenske zaščite do podvodnih izkopov in izdelave podvodnih betonov.

Popoldne nas je čakal ogled gradbišča Wiental Kanal Sammler na Dunaju. Izvajalci del so nam v uvodni predstavitvi podali izčrpne informacije o gradnji kanala, sledil pa je še ogled na terenu.

V večernih urah je bila organizirana prireditve v prostorih Slovenskega znanstvenega inštituta (SZI) na Dunaju, ki se jo je poleg članov obeh fakultet udeležilo še večje število povabljenih gostov. Ob tej priložnosti sta prof. dr. Ludvik Trauner in prof. dr. Stephan Semprich podala pregled organizacije in delovanja obeh fakultet in inštitutov ter v zaključku oris skupnih aktivnosti tako na pedagoškem kot znanstvenoraziskovalnem in ne nazadnje tudi družabnem področju.

Vrhunec večerne prireditve pa je bil prav gotovo nastop svetovno priznanega flavtista Cveta Kobala, profesorja na Pedagoški fakulteti Univerze v Mariboru.

V prostorih SZI je bila ob tej priložnosti tudi otvoritev razstave skulptur akademskega ob-



likovalca prof. Darka Golje. Njegovo delo je predstavila prof. dr. Marjeta Ciglenički. Tudi v letošnjem letu predvidevamo vrsto skupnih aktivnosti. Tako smo 28. januarja 2005 že organizirali strokovno ekskurzijo študentov in profesorjev na Dunaj, kjer smo se udeležili predstavitve specialne opreme za globoke gradnje in vrtalne tehnike. V okviru Erasmus projekta imamo tudi letos, tako kot vsako leto, izmenična predavanja. Učitelji Tehniške univerze iz Gradca so predavali slovenskim študentom 21. in 22. marca 2005. Učitelji iz Maribora pa so predavali na TU Graz 23. 5. 2005. Že takoj naslednji dan smo se udeležili dvodnevne skupne strokovne ekskurzije, organizirane tako za študente kot člane obeh inštitutov. Obiskali smo potresna območja na avstrijskem Koroškem, v Furlaniji ter v zahodni Sloveniji.

**Dr. Bojana Dolinar**



**Prof. dr. Ludvik Trauner in prof. dr. Stephan Semprich na prireditvi ob desetletnici sodelovanja TUG in UM**



# PRVO MONTAŽNO KROŽNO KRIŽIŠČE V SLOVENIJI

V sklopu dejavnosti ob evropskem tednu mobilnosti je bilo v Mariboru na križanju Koroške ceste in Starega mosta izvedeno montažno krožno križišče, ki je prvo krožno križišče take vrste v Sloveniji. Pri tem ne gre za označbo začasnega delovišča, temveč za popolno montažno izvedbo krožnega križišča z vsemi njegovimi elementi.

Pobudo za projekt je dal Prometni urad Komunalne direkcije pri Mestni občini Maribor, ki jo vodi David Polutnik, univ. dipl. inž. prom., idejno študijo pa so izdelali na Centru za prometne gradnje Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru.

Na podlagi idejne študije je podjetje Lineal d.o.o. izdelalo ustrezno projektno dokumentacijo, na podlagi katere je bila izvedena zakoličba krožnega križišča, izvedbo montažnih elementov pa je opravilo podjetje Nigrad.

Rešitev je izvedena znotraj meja obstoječih robnikov, zato za izvedbo krožnega križišča ni bilo potrebnih nobenih gradbenih posegov. Spremembe so bile izvedene le s prometno signalizacijo in montažnimi elementi. Na Strossmayerjevi ulici je bila ukinjena zaporna površina na sredini vozišča, iz smeri Narodnega doma pa pas za levo zavijanje. Vsi ločilni otoki in sredinski otok so bili izvedeni montažno, z zapornimi deskami in starimi po-barvanimi pnevmatikami. Semaforji so bili preklapljeni na utripanje rumene luči. Zunanji polmer montažnega krožnega križišča znaša 14,34 m, notranji polmer 6,5 m, širina povoznega dela sredinskega otoka pa je zaradi večjega števila avtobusov mestnega potniškega prometa 1,5 m.

Dogajanje v krožnem križišču je bilo prve dni delovanja beleženo s kamero, izvedeno je bilo tudi anketiranje uporabnikov ter štetje prometa

motoriziranih in nemotoriziranih udeležencev v prometu. Hkrati je na spletnih straneh Mestne občine Maribor potekala anketa o ustreznosti obstoječe rešitve s semafori.

Analizirane so bile tudi situacije oviranega polnjenja in praznjenja krožnega križišča zaradi velikega števila pešcev in kolesarjev, kar bo podlaga za računalniško simulacijo dogajanja v primeru, če se bodo pristojne službe odločile za izvedbo krožnega križišča kot trajne rešitve.

Prvotno je namreč bilo dogovorjeno, da bo montažno krožno križišče delovalo le v času od 18. septembra do 1. oktobra, vendar je bilo zaradi učinkovitega delovanja njegovo delovanje podaljšano za nedoločen čas.

**izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi,**  
**predstojnik Centra za prometne gradnje**  
**Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru**



Foto: Radmilo Perunović



# NOVI DIPLOMANTI GRADBENIŠTVA

## UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Janez Hribar**, Plan kontrol kot del plana zagotavljanja kakovosti na gradbišču, mentor doc. dr. Primož Banovec

**Boris Bokal**, Analiza cen nepremičnin na območju občin Trbovlje, Hrastnik in Zagorje ob Savi, mentor doc. dr. Maruška Šubic-Kovač

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Petra Rejc**, Povezava hidrološkega in hidravličnega modela reke Savinje na območju spodnje Savinjske doline, mentor izr. prof. dr. Matjaž Mikoš

**Peter Kumlanc**, Reciklaža gradbenih odpadkov in ponovna uporaba v cestogradnji, mentor prof. dr. Janez Žmavc

**Primož Kunstič**, Kapacitete javnega prometa, mentor doc. dr. Marijan Žura

**Leon Tomažin**, Hiša s kombinirano AB in leseno konstrukcijo – primer projektiranja, mentor izr. prof. dr. Roko Žarnić, somentor asist. dr. Bruno Dujič

**Gregor Rakar**, Rekonstrukcija železniške proge Ljubljana–Sežana za  $v_{max} > 160$  km/h (odsek Postojna–Divača), mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentor mag. Blagomir Černe

**Matjaž Grabljevec**, Analiza vpliva prometa na stanje vozišča s programom HDM-4, mentor doc. dr. Marijan Žura, somentor mag. Bojan Strah

**Blaž Horvat**, Aktivna zaščita vodarne Hrastje, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare

**Gregor Bajc**, Organiziranost gospodarske javne službe na področju voda, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor doc. dr. Primož Banovec

**Gregor Mavrič**, Idejni načrt odvajanja in čiščenja odpadnih voda za vasi Račice in Starod, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare

**Jana Novak**, Fitoremediacija brakičnih sedimentov, onesnaženih s tributil kositrom, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare

**Maja Štajdohar**, Analiza vpliva urbanizacije na režim odtoka Glinščice, mentor prof. dr. Mitja Brilly, somentor asist. dr. Mojca Šraj

**Vida Kuhar**, Fotonapetostni sistem na protihrupni ograji, mentor doc. dr. Zvonko Jagličič

**Igor Adamič**, Uporaba mikrosimulacijskih modelov za analizo samostojnih križišč, mentor doc. dr. Marijan Žura

**Mojca Stele**, Predlog ureditve Grosupeljščice v urbanem območju, mentor izr. prof. dr. Matjaž Mikoš

**Sonja Terčič**, Uporaba nelinearne analize za oceno potresne odpornosti armiranobetonske stavbe po EC8, mentor prof. dr. Peter Fajfar, somentor doc. dr. Matjaž Dolšek

**Matej Rozman**, Nelinearna analiza nesimetrične armiranobetonske stavbe pri potresni obtežbi, mentor prof. dr. Peter Fajfar, somentor doc. dr. Matjaž Dolšek

**Nejc Pogačnik**, Vizualizacija pri hidravličnem modeliranju odprtih vodotokov, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor mag. Leon Gosar

**Gorazd Žibert**, Življenjski cikel gozdnih vodogradenj, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor doc. dr. Primož Banovec

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Gorazd Hernaus**, Kvaliteta bivalnega okolja celjskih stanovanjskih sosesk, mentor pred. Uroš Lobnik

**Milena Iskra**, Vgrajevanje in nega betona, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj

**Boštjan Senekovič**, Netipična montažna gradnja, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Marko Glavinič**, Obremenilni preizkusi mostov, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj

Rubriko ureja • Jan Kristjan Juteršek, univ. dipl. inž. grad.



# KOLEDAR PRIREDITEV

**30.11. - 2.12.2005**

**10. kolokvij o asfaltnih in bitumnih**  
Hotel Kompas, Kranjska gora, Slovenija  
www.zdruzenje-zas.si  
info@zdruzenje-zas.si

**6.12. - 7.12.2005**

**Road Expo London**  
London, Anglija  
www.road-expo.com  
roadexpo@fav-house.com

**11.12. - 14.12.2005**

**International Conference on Science  
and Technology of Composite**  
Buenos Aires, Argentina  
www.comat.fi.mdp.edu.ar  
comat@fi.mdp.edu.ar

**12.12. - 15.12.2005**

**Gulf Traffic**  
Dubaj, Združeni Arabski Emirati  
www.gulfttraffic.com  
davyd.farrell@iirme.com

**15.12 - 16.12.2005**

**Inaugural Transport Conference for CSEE**  
Dunaj, Avstrija  
www.easteurolink.co.uk  
alex.perry@easteurolink.co.uk

**20.2 - 24.2.2006**

**GNP 2006, Građevinarstvo –  
Nauka i praksa  
Internacionalni naučno – stručni skup**  
Žabljak, Srbija in Črna gora  
www.gnp.cg.ac.yu  
gnp@cg.ac.yu

**8.3. - 9.3.2006**

**Road Expo Ireland**  
Dublin, Irska  
www.road-expo.com  
roadexpo@fav-huse.com

**12.3. - 15.3.2006**

**Roadex 2006**  
Abu Dhabi, Združeni Arabski Emirati  
www.roadex-uae.ae  
roadex@gec.ae

**22.3. - 25.3.2006**

**Holz-Handwerk 2004**  
Nürnberg, Nemčija  
www.nuernbergmesse.de

**2.4 - 6.4.2006**

**4th International Conference on Unsaturated Soils**  
Carefree, Arizona, ZDA  
www.asce.org/conferences/unsat06/

**18.5 - 21.5.2006**

**2006 Structures Congress**  
St. Louis, Missouri, ZDA  
www.asce.org/conferences/structures2006/17/

**21.5. - 24.5.2006**

**International conference on BRIDGES**  
Dubrovnik, Hrvaška  
secon@grad.hr

**4.7. - 7.7.2006**

**Infrastructure Facilities Asia 2006**  
Singapur  
www.infrastructure-asia.com  
enquiry@hqinterfama.com

**4.7 - 7.7.2006**

**Intertraffic Amsterdam 2006**  
Amsterdam, Nizozemska  
www.amsterdam.intertraffic.com  
intertraffic@rai.nl

**4.8 - 6.8.2006**

**International Conference on Physical Modelling  
in Geotechnics 2006**  
Hong Kong, Hong Kong  
www.icpmg2006.ust.hk/onlinesubmission.htm  
stse@ust.hk

**6.8. - 10.8.2006**

**WCTE 2006  
World Conference on Timber**  
Portland, Oregon, ZDA  
www.alexschreyer.de/eng/w\_conf.htm  
jamie.legoe@oregonstate.edu

**14.8 - 17.8.2006**

**STESSA 2006  
Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas**  
Yokohama, Japonska  
www.serc.titech.ac.jp/stessa2006/  
wada@serc.titech.ac.jp

**29.8. - 1.9.2006**

**12th European Conference on Composite Materials**  
Blarritz, Francija  
www.paginas.fe.up.pt/ECCM12/  
eccm12@lcts.u-bordeaux1.fr

**13.9. - 15.9.2006**

**IABSE Symposium on Responding to Tomorrow's Challenges in  
Structural Engineering**  
Budimpešta, Madžarska  
www.iabse.hu  
iabse@asszisztencia.hu

**25.9 - 30.9.2006**

**7th International Symposium on Environmental Geochemistry**  
Beijing, Kitajska  
www.iseg2006.com/welcome.htm  
iseg2006@vip.skleg.cn

Rubriko ureja • **Jan Kristijan Juteršek**, ki sprejema predloge  
za objavo na e-naslov: **msg@izs.si**