





Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774
Ljubljana, oktober 2015, letnik 64, str. 221-244

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru in Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**, predsednik
Dušan Jukić
prof. dr. Matjaž Mikoš
IZS MSG: **Gorazd Humar**
Mojca Ravnikar Turk
dr. Branko Zadnik
UL FGG: **izr. prof. dr. Sebastjan Bratina**
UM FG: **doc. dr. Milan Kuhta**
ZAG: **doc. dr. Matija Gams**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Romana Hudin

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočeovski tisk

Naklada:

500 tiskanih izvodov
3000 naročnikov elektronske verzije

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 23,16 EUR; za študente in upokojenca 9,27 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 171,36 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je vštete DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
SI56 0201 7001 5398 955

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, strokovni naziv, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; ključne besede v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; ključne besede (key words) 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 ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja ali kratica ustanove, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja ali ustanove morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev ali kraticah ustanov in opisana z naslednjimi podatki: priimek ali kratica ustanove, začetnica imena prvega avtorja ali naziv ustanove, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. 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.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

Vsebina • Contents

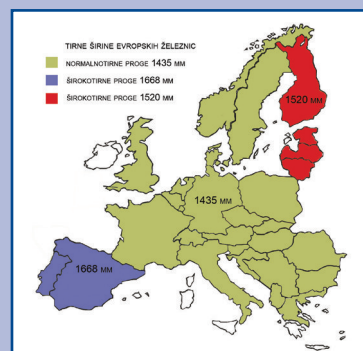
Članki • Papers

stran **222**

prof. dr. Bogdan Zgonc, univ. dipl. inž. grad.

INTEROPERABILNOST ŽELEZNIŠKEGA SISTEMA IN ODPRTA VPRAŠANJA PRI NJENEM UVAJANJU

INTEROPERABILITY OF RAILWAY SYSTEM AND OPEN QUESTIONS IN
ITS IMPLEMENTATION



stran **231**

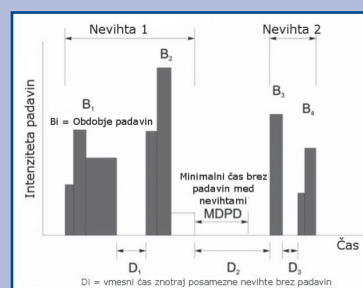
Domen Dolšak, mag. inž. ok. grad.

asist. Nejc Bezak, univ. dipl. inž. grad.

doc. dr. Mojca Šraj, univ. dipl. inž. grad.

POMEMBNOST POZNAVANJA ČASOVNE PORAZDELITVE PADAVIN ZNOTRAJ PADAVINSKEGA DOGODKA V VODARSKI PRAKSI

IMPORTANCE OF KNOWING TEMPORAL DISTRIBUTION
OF PRECIPITATION WITHIN PRECIPITATION EVENT IN WATER
ENGINEERING



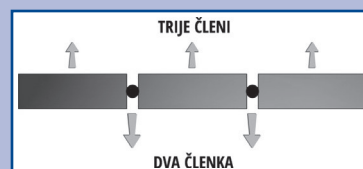
Terminološki kotiček

stran **239**

doc. dr. Milan Kuhta, univ. dipl. inž. grad.

Ana Brunčič, univ. dipl. nov., dipl. inž. grad. (UN)

ČLEN(SK)I IN ČLENK(AST)I



Novi diplomanti

stran **242**

Eva Okorn

Koledar prireditev

Eva Okorn

Slika na naslovnici: Nadvoz preko železnice v Hajdini, foto: Rok Mlakar

INTEROPERABILNOST ŽELEZNIŠKEGA SISTEMA IN ODPRTA VPRAŠANJA PRI NJENEM UVAJANJU

INTEROPERABILITY OF RAILWAY SYSTEM AND OPEN QUESTIONS IN ITS IMPLEMENTATION

prof. dr. Bogdan Zgonc, univ. dipl. inž. grad.

bogdan.zgonc@siol.net

UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova 2, 1000 Ljubljana

Strokovni članek

UDK 351.812:625.1/.5(4-6EU)

Povzetek | Članek obravnava interoperabilnost železniškega sistema v EU, ocenjevanje skladnosti infrastrukturnega podsistema in probleme ter odprta vprašanja pri uvažanju interoperabilnosti na slovenskem železniškem omrežju. Tehnična in tehnološka raznolikost železniških sistemov v EU je namreč ena izmed glavnih ovir pri zagotavljanju enotnega evropskega prometnega sistema in pri zagotavljanju konkurenčnosti železnice. Dosledna uvedba interoperabilnosti je prvi pogoj za rešitev tega problema. Interoperabilnost se nanaša na gradnjo, nadgradnjo, obnovo, obratovanje in vzdrževanje železniškega sistema kakor tudi strokovne in zdravstvene kvalifikacije izvršilnega osebja. V članku so opisane bistvene zahteve, ki jih mora pri tem izpolnjevati infrastrukturni podsystem, način ocenjevanja in verifikacije skladnosti in problemi, s katerimi se spoprijemajo investitorji, izvajalci in projektantske organizacije pri implementaciji teh zahtev.

Ključne besede: železniški sistemi, interoperabilnost

Summary | The paper deals with interoperability of the railway system in the EU, with verification of conformity of the infrastructure subsystem and with open questions to the implementation of the interoperability in the Slovenian railway network. Technical and technological diversity of the railway systems in the EU is one of the main obstacles to creating a uniform European transport system and in competitiveness of the rail system as well. Consistent implementation of the interoperability is a precondition to solve of the problem. Interoperability concerns the design, construction, placing in service, upgrading, renewal, operation and maintenance of the parts of this system as well as the professional qualifications and health and safety conditions of the staff who contribute to its operation and maintenance. The paper describes the essential requirements that must be considered in the infrastructure rail subsystem and in its verification procedures. It describes problems that investors, building contractors and designers deal with in the implementation of these requirements.

Keywords: railway systems, interoperability

1 • UVOD

Tehnična in tehnološka raznolikost železniških sistemov evropskih držav je ena glavnih ovir

pri zagotavljanju enotnega evropskega prometnega sistema. Pri tem glavni problem ni

v temeljnih elementih železniške infrastrukture, ampak v neenotnem kasnejšem raz-

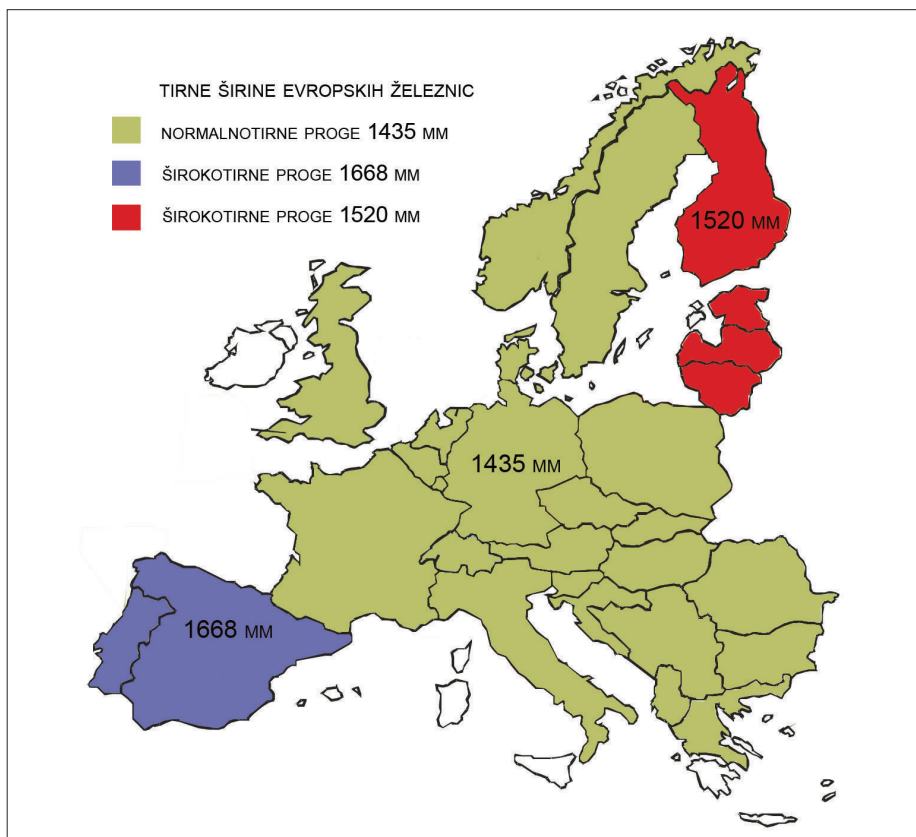
voju železnic, ki je omogočil uvedbo različnih sistemov elektrifikacije in predvsem uvedbo različnih sistemov signalnovarnostnih naprav, vodenja prometa vlakov in različnih predpisov, ki so temu sledili.

O temeljnih elementih, kot so enotna tirna širina, svetli in nakladalni profil ipd., so se železnice v ožjem evropskem prostoru poenotile že davnega leta 1887 v Bernu s popisom dokumenta o tehnični enotnosti, brez katerega promet preko meja takratnih držav sploh ne bi bil mogoč.

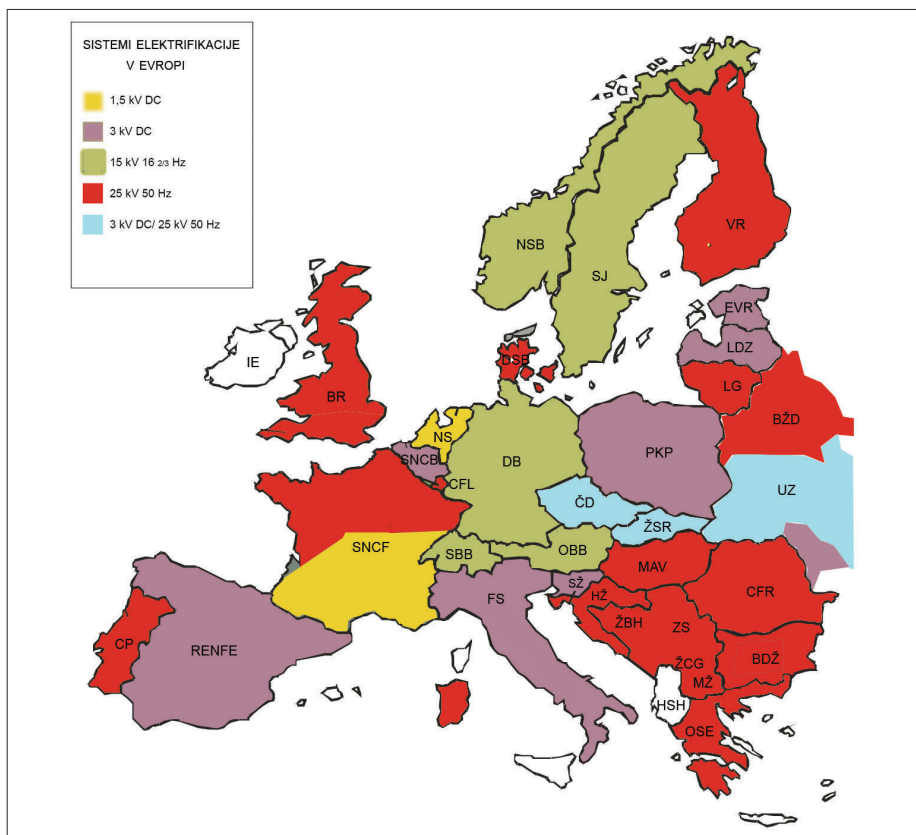
Odstopanje od tako imenovane normalne tirne širine 1.435 mm je za ožje območje Evropske unije skoraj zanemarljivo, saj je prisotno le na obrobju Evrope, v Španiji, na Portugalskem, Finskem in v baltskih državah. Finska, Estonija, Latvija in Litva so praviloma povezane z omrežjem železnic držav nekdanje Sovjetske zveze, zato je njihova tirna širina 1.520 oziroma 1.524 mm logična in bo verjetno taka, vsaj delno, ostala tudi v prihodnosti. Portugalska in predvsem Španija s tirnimi širinami 1.668 mm pri gradnji novih hitrih prog postopoma uvajata normalno tirno širino, obstoječe stanje pa rešujeta z dvojno tirno širino oziroma v potniškem prometu, z vlaki, ki s prilagajanjem kolesnih dvojic lahko obratujejo po obeh tirnih širinah. Različna tirna širina pa je in ostaja tudi v prihodnje velika ovira pri menjavi blaga med Evropsko unijo in Rusijo, Ukrajino, Belorusijo in drugimi državami nekdanje Sovjetske zveze. Problem se rešuje s prekladanjem tovora ali z zamenjavo kolesnih dvojic na mejnih postajah, kar pa še daleč ne zagotavlja optimalnega pretoka blaga in potnikov na širšem evropskem območju. Tirne širine evropskih železnic so prikazane na sliki 1.

Podobno je z različnimi sistemi elektrifikacije, ki jih kaže slika 2. Ti se uspešno premoščajo z večsistemskimi lokomotivami, zato tudi te ne povzročajo prevelikih težav.

Bistveno bolj kompleksen je problem različnih signalnovarnostnih naprav, vodenja prometa vlakov in različnih predpisov. Pri signalnovarnostnih napravah gre za nezdržljivost signalnovarnostnih naprav v lokomotivah s signalnovarnostnimi napravami na progah različnih držav v čezmejnem železniškem prometu. Nezdržljivost je posledica razvoja železnic pod močnim vplivom proizvajalcev železniške opreme in pomeni resno oviro optimalnemu pretoku blaga in potnikov v Evropski uniji. Mednarodni promet vlakov je bil sicer tudi doslej vedno mogoč, praviloma z menjavo lokomotiv in osebja na državnih mejah, vendar je bil ta zaradi zastojev na mejah manj konkurenčen, kot bi lahko bil v primerjavi z dru-



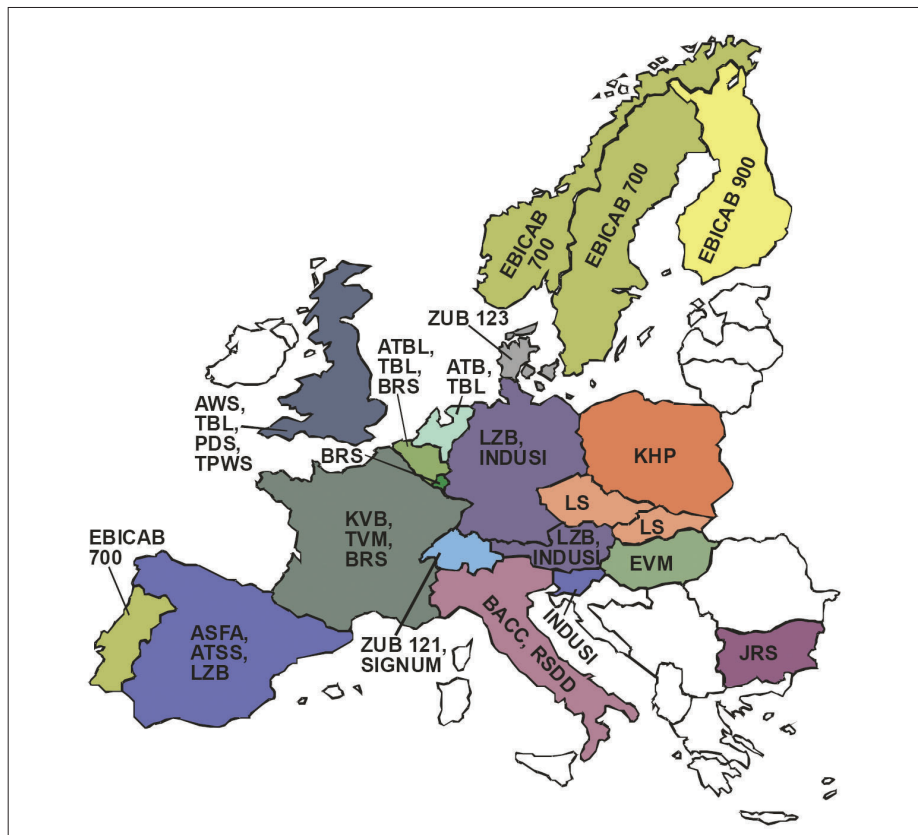
Slika 1 • Tirne širine na evropskih železnicah



Slika 2 • Sistemi elektrifikacije na evropskih železnicah

gimi vejami prometa. Komunikacija med lokomotivo in progovnimi napravami, ki je ključna za varnost železniškega prometa, je zaradi različne opreme onemogočena in se tako nadomešča z osebjem, ki progo v posamezni državi pozna in se lahko sporazumeva z ljudmi, ki so odgovorni za vodenje prometa na danem območju. Na sliki 3 so prikazani različni sistemi vodenja in zavarovanja prometa vlakov v evropskih državah.

Posledica opisanega stanja in neenakih možnosti tehničnega razvoja so tudi različni nacionalni tehnični predpisi in različna zakonodaja na železniškem področju, kar problem neuskkljenosti evropskega prometnega sistema samo še povečuje.



Slika 3 • Sistemi vodenja in zavarovanja vlakov na evropskih železnicah

2 • INTEROPERABILNOST IN NOVI POJMI, KI JIH UVAJA EVROPSKA ZAKONODAJA

Evropska unija je, da bi ustvarila enoten prometni sistem oziroma potreben nivo tehnične usklajenosti na evropskem železniškem omrežju, sprejela posebno Direktivo 2008/57/ES o interoperabilnosti železniškega sistema v Skupnosti (EU, 2008). Cilj direktive ni poenotenje vseh tehničnih standardov in predpisov, pač pa le tistih, ki so nujno potrebni za izpolnitev postavljenega cilja. Pri tem je upoštevano načelo postopnosti, saj bi takojšna zagotovitev interoperabilnosti železniškega sistema, ki ga sestavljajo različni nacionalni železniški sistemi, zahtevala prevelika finančna sredstva. Z direktivo o interoperabilnosti je Evropska unija zavezala države članice, da pri projektiranju, gradnji, nadgradnji, obnovi, obratovanju in vzdrževanju dosledno upoštevajo bistvene zahteve direktive in na njeni osnovi izdane tehnične specifikacije za posamezne železniške podsisteme.

Kaj interoperabilnost železniškega sistema pravzaprav pomeni? Po uradni definiciji je in-

teroperabilnost sposobnost železniškega sistema, da ob zahtevani stopnji izkoriščenosti in zmogljivosti zagotovi varen in neprekinjen promet vlakov v Evropski uniji (EU, 2008). Pogojena je z množico pravnih, tehničnih in operativnih pogojev, ki jih morajo izpolnjevati železniški sistem in njegovi podsistemi, da bi zadovoljili tako imenovane bistvene zahteve interoperabilnosti. Te se nanašajo na varnost, zanesljivost in razpoložljivost, zdravje, varstvo okolja, tehnično združljivost in dostopnost. Za vsako od naštetih bistvenih zahtev so določeni osnovni tehnični parametri, ki jih je treba upoštevati pri projektiranju, gradnji, nadgradnji, obnovi, pri obratovanju in vzdrževanju kakor tudi pri poklicnem usposabljanju ter pri zagotavljanju zdravstvenih in varnostnih pogojev za ljudi, ki neposredno sodelujejo v železniškem prometu.

Cilj interoperabilnosti je torej zagotoviti tehnično usklajenost evropskega železniškega sistema, ki bi omogočala učinkovit, racio-

nalni, neoviran in konkurenčni železniški promet, ter izboljšanje delovanja enotnega notranjega trga v Skupnosti. Gre torej za odpravo ovir za promet vlakov v mednarodnem prometu tako, da bi vlaki po progah, ki so praviloma v lasti ali v upravljanju različnih upravljavcev infrastrukture, lahko nemoteno prehajali z enega omrežja na drugega brez vsakršnih ovir in omejitev. Pogoji interoperabilnosti zato veljajo za celotno evropsko železniško omrežje, vključno s tiri za dostop do terminalov in pristaniških naprav, ki so namenjeni več kot enemu uporabniku.

Direktiva o interoperabilnosti je na novo definirala tudi nekatere pomembne pojme pri gradnji železniških objektov, ki se tako po imenu kot po vsebini razlikujejo od pojmov, navedenih v Zakonu o graditvi objektov (MZI, 2012). To so predvsem naslednji pojmi: gradnja, nadgradnja, obnova in vzdrževanje železniških podsistemov. Navedene pojme in njihov pomen je v našo zakonodajo uvedel Zakon o varnosti v železniškem prometu (RS, 2013a), ki kot specialni zakon ureja gradnjo železniških objektov. Po tem zakonu so definicije omenjenih pojmov naslednje:

- Gradnja je izvedba del, s katerimi se zgradi nov podsistem ali del podsistema. Med gradnje se tako štejejo predvsem gradnje novih prog in gradnja novih objektov železniške infrastrukture. Pod pojmom gradnja prog je treba razumeti le gradnjo tistih novih prog, ki se gradijo v popolnoma novi smeri, zunaj koridorjev obstoječih prog (ERA, 2011).
- Nadgradnja (*upgrading*) je večja sprememba podsistema ali dela podsistema, ki izboljša celotno delovanje podsistema (EU, 2008). Pod nadgradnjo spada lahko tudi gradnja nove proge, deviacija ali bypass dela obstoječe proge, če se ta gradi v koridorju obstoječe proge (ERA, 2011). Bistveni pogoj za nadgradnjo je povečanje zmogljivosti proge, in sicer povečanje osne obremenitve ali svetlega profila. Od obnove se nadgradnja razlikuje ravno v omenjenih dveh parametrih, sicer pa lahko gre za enaka dela. V nadgradnjo sodi

tudi novogradnja enega ali več tirov ob obstoječi progi, ne glede na njihovo oddaljenost od obstoječega tira. Nadgradnja je primerljiva s pojmom rekonstrukcija po Zakonu o graditvi objektov (MZI, 2012). Pri rekonstrukciji gre za spreminjanje tehničnih značilnosti obstoječega objekta in prilagajanje objekta spremenjeni namembnosti ali spremenjenim potrebam oziroma za izvedbo del, s katerimi se sicer bistveno ne spremeni velikost, spreminjajo pa se zmogljivost in konstrukcijski elementi objekta, ter izvedejo druge njegove izboljšave.

- Obnova (*renewal*) je večje obnovitveno delo na podsistemu ali delu podsistema, s katerim se ne spreminja celotno delovanje podsistema (EP, 2008). Obnova pomeni predvsem sistematično zamenjavo in večja popravila podsistemov ali delov podsistemov, kot so remont proge (če se z njim ne poveča osna obremenitev ali svetli profil), zamenjava kretnic, obnova postajnih tirov,

graditev peronov, zamenjava in obnova stabilnih naprav električnega omrežja, signalnovarnostnih in telekomunikacijskih naprav ter drugih objektov in naprav v progovnem pasu železniške proge. Obnovo je včasih težko ločiti od zamenjave v okviru vzdrževanja, saj so to pogosto podobna dela s podobnim ciljem. Od zamenjave v okviru vzdrževanja se obnova razlikuje po tem, da je pri obnovi predvidena možnost, da se doseže stanje proge, skladno s TSI, kar pri zamenjavi v okviru vzdrževanja ni primer.

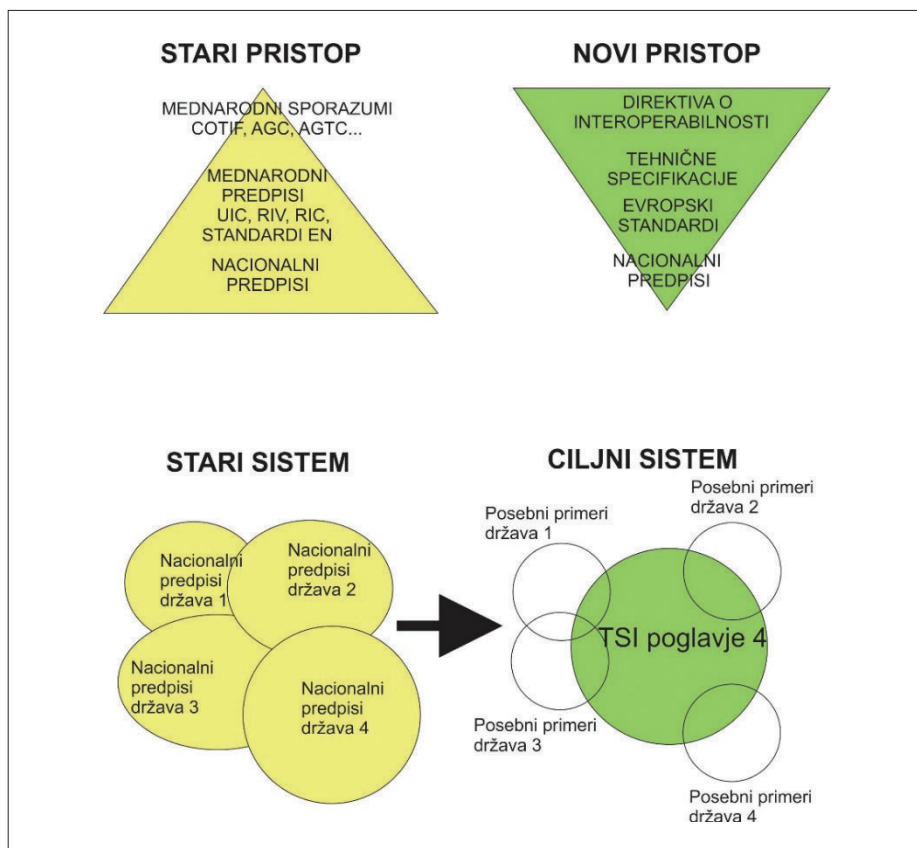
- Zamenjava v okviru vzdrževanja (*substitution in the framework of maintenance*) pomeni zamenjavo posameznih komponent pri preventivnem in korektivnem vzdrževanju z deli, ki imajo identično funkcijo in enako delujejo (EP, 2008). Zamenjava v okviru vzdrževanja je v bistvu sinonim bolj udomačenemu izrazu investicijsko vzdrževanje.

3 • ŽELEZNIŠKI SISTEM IN TEHNIČNE SPECIFIKACIJE ZA INTEROPERABILNOST

Pod pojmom železniški sistem razumemo železniško infrastrukturo, železniška vozila, železniške predpise ter upravljanje, vodenje in nadzor prometa. Zaradi njegove obsežnosti in kompleksnosti se železniški sistem deli na strukturne in funkcionalne podsisteme, kot so navedeni v Prilogi II Direktive 2008/57/ES (EP, 2008), in sicer na:

- strukturne podsisteme:
 - o infrastruktura,
 - o energetika,
 - o vodenje, upravljanje in signalizacija na progi,
 - o vodenje, upravljanje in signalizacija na vozilih,
 - o tirna vozila;
- funkcionalne podsisteme:
 - o vodenje in upravljanje prometa,
 - o vzdrževanje,
 - o telematske aplikacije za potniški in tovarni promet.

Razlika med strukturnimi in funkcionalnimi podsistemi je v tem, da je treba pri strukturnih podsistemi po končani obnovi, nadgradnji ali gradnji in pred začetkom obratovanja pridobiti ES-potrdilo o verifikaciji in ES-izjavo o verifikaciji podsistema, kot dokaz, da podsistem ustreza bistvenim zahtevam interoperabilnosti in da



Slika 4 • Prehod s starega sistema na novega (Evropska agencija za železniški transport, 2012)

so tehnične specifikacije o interoperabilnosti v celoti upoštevane.

Pri funkcionalnih podsistemih pa se izpolnjevanje določb tehničnih specifikacij preverja pri podeljevanju varnostnih spričeval železniškemu prevoznikom in varnostnih dovoljenj upravljavcem železniške infrastrukture.

Za vsak podsistem so izdelane Tehnične specifikacije za interoperabilnost (v nadaljevanju TSI), ki so v bistvu enotni tehnični predpisi Evropske unije. Izjemoma lahko več

TSI zajema en sam podsistem ali ena TSI več različnih podsistemov. V vsaki TSI so določeni tehnično in geografsko območje njene uporabe, posebne bistvene zahteve za podsistem in podrobni tehnični pogoji, ki morajo biti izpolnjeni, da bo železniški sistem skladen z bistvenimi zahtevami Direktive 2008/57/ES in s tem izpolnjeval pogoje interoperabilnosti vseevropskega železniškega omrežja.

S tem je omogočen prehod z obstoječih železniških sistemov posameznih držav, ki temeljijo na nacionalnih predpisih, na evropski

železniški sistem, ki ga urejajo enotni predpisi Evropske unije. Prehod s starega sistema na novega je simbolično prikazan na sliki 4:

Cilj tega prehoda je ustvariti enotne tehnične predpise Evropske unije, ki bi se med posameznimi državami razlikovali le pri tako imenovanih posebnih primerih (special case). Pri posebnih primerih je treba upoštevati objektivne specifičnosti posameznih držav (npr. tirna širina 1.520 mm na Finskih železnicah), ki morajo kot take biti navedene v TSI, njihova uporaba pa praviloma časovno omejena.

4 • TSI-KATEGORIJE PROG

Za oceno zmogljivosti infrastrukturnega podsistema je treba vsako proggo uvrstiti v tako imenovano TSI-kategorijo glede na njene zmogljivostne parametre. Z določljivo TSI-kategorijo so glavni parametri zmogljivosti proge, ki jih morajo upoštevati vsi udeleženci pri načrtovanju, gradnji, nadgradnji, obnovi in vzdrževanju prog, podrobno določeni. TSI-kategorija prog sestoji iz kombinacije prometnih kod, izražene s črkami in številkami. Črke določajo vrsto prometa (P – potniški in F – tovorni), številke pa zmogljivost najpomembnejših parametrov proge. Za proge z eno vrsto prometa (na primer proge za izključno tovorni promet) zadostuje ena koda, za proge z mešanim potniškim in tovornim prometom pa je potrebno več kod.

Najpomembnejši parametri proge, od katerih je odvisna TSI-kategorija proge, so:

- svetli profil,
- osna obremenitev,
- progovna hitrost,
- dolžina vlaka,
- uporabna dolžina perona.

Prometne kode in njim pripadajoče zmogljivostne parametre kaže preglednica 1 in 2 (EC, 2014):

Določitev TSI-kategorije proge si, ob upoštevanju preglednic 1 in 2, najlažje predstavimo na naslednjem primeru. Proga, ki omogoča svetli profil GB in osno obremenitev 22,5 t in na kateri vozijo samo tovorni vlaki s hitrostjo do 120 km/h dolžine 600–1.050 m, bo proga kategorije F2. Če bi na isti proggi vozili tudi mednarodni potniški vlaki s hitrostjo 250 km/h in lokalni primestni potniški vlaki s hitrostjo 120 km/h, se TSI-kategorija te proge izrazi s kombinacijo kod P2-P5-F1. Ta proga

ZMOGLJIVOSTNI PARAMETRI ZA POTNIŠKI PROMET				
Prometna koda	Svetli profil	Oсна obremenitev (t)	Progovna hitrost (km/h)	Uporabna dolžina perona (m)
P1	GC	17 (*)	250-300	400
P2	GB	20 (*)	200-250	200-400
P3	DE3	22,5 (**)	120-200	200-400
P4	GB	22,5 (**)	120-200	200-400
P5	GA	20 (**)	80-120	50-200
P6	G1	12 (**)	n. r.	n. r.

Preglednica 1 • Zmogljivostni parametri za potniški promet

ZMOGLJIVOSTNI PARAMETRI ZA TOVORNI PROMET				
Prometna koda	Svetli profil	Oсна obremenitev (t)	Progovna hitrost (km/h)	Dolžina vlaka (m)
F1	GC	22,5 (*)	100-120	740-1.050
F2	GB	22,5 (*)	100-120	600-1.050
F3	GA	20 (*)	60-100	500-1.050
F4	GB	18 (*)	n. r.	n. r.

Preglednica 2 • Zmogljivostni parametri za tovorni promet

torej ustreza obojnici parametrov naslednjih kategorij:

- svetlega profila GC (od F1),
- osne obremenitve 22,5 t (od F1),
- hitrosti 200–250 km/h (od P2),
- uporabne dolžine peronov 200–400 m (od P2),
- dolžine vlaka 740–1.050 m (od F1).

Vrednosti parametrov v stolpcih »svetli profil« in »osna obremenitev« se štejejo za »čvrsti« minimalni zahtevi za zmogljivost proge in neposredno vplivata na to, katere vrste vlakov lahko po proggi vozijo. Zagotovitev njihovih vrednosti je za dano TSI-kategorijo obvezna. Vrednosti v stolpcih »progovna hitrost«, »uporabna dolžina perona« in »dolžina vlaka« sodijo

med »mehke« zahteve, podane v razponu, ter ne pomenijo čvrstega kriterija za zmogljivost proge. Progovni odseki se namreč lahko projektirajo tudi za nižje progovne hitrosti, manjšo uporabno dolžino peronov in/ali krajše vlake,

kot je navedeno v preglednicah 1 in 2, če je to upravičeno zaradi geografskih, okoljskih ali urbanističnih omejitev.

Prometne kode P1 do P5 ter F1 in F2 so predvidene za TEN-T-proge, P6 in F4 pa se štejejo

za minimalne zahteve za proge, ki niso del vseevropskega železniškega TEN-T-omrežja. Razvrstitev obstoječih in načrtovanih prog v TSI-kategorije mora na predlog upravljavca infrastrukture urediti posamezna država članica EU.

5 • OCENJEVANJE SKLADNOSTI PODSISTEMA

Pri ocenjevanju skladnosti bomo obravnavali le infrastrukturni podsistem oziroma tehnične specifikacije za interoperabilnost infrastrukturnega podsistema, ki ga ureja posebna Uredba EU 1299/2014/EU (EC, 2014). Ta se nanaša na zgornji in spodnji ustroj železniške proge, kamor sodijo predvsem tiri, kretnice in gradbeni inženirski objekti na progi in postajah.

Interoperabilnost oziroma skladnost posameznega podsistema z bistvenimi zahtevami in tehničnimi specifikacijami se ugotavlja z ocenjevanjem skladnosti in/ali primernosti za uporabo komponent interoperabilnosti ter z verifikacijo strukturnih podsistemov.

Pozitivna ocena je dokaz, da so projektiranje, gradnja, nadgradnja, obnova, vzdrževanje in obratovanje skladni s TSI in z drugimi veljavnimi pravnimi, tehničnimi in operativnimi predpisi EU. Postopek ocenjevanja, ki zajema celotno obdobje graditve, od projektiranja do vključitve v obratovanje, izpelje neodvisni priglašeni organ (notified body).

5.1 Faza projektiranja

V fazi projektiranja priglašeni organ preveri, ali osnovni parametri podsistema izpolnjujejo zahteve TSI in ali podsistem izpolnjuje pogoje funkcionalnih in tehničnih specifikacij za vmesnike.

Osnovni parametri so temeljni gradniki vsakega podsistema. Osnovni parameter je vsak pravni, tehnični ali operativni pogoj, ki je bistvenega pomena za interoperabilnost in je kot tak določen v ustrezni TSI. Za osnovni parameter je značilno, da vrednosti parametra enega podsistema vplivajo na ustrezne vrednosti parametra drugega podsistema (npr. širina kolesne dvojice podsistema »Železniški vozni park« določa tirno širino podsistema »Infrastruktura« in obratno). Ti gradniki morajo biti dovolj podrobno opredeljeni, saj bodo le tako omogočali usklajeno, varno in ekonomično medsebojno sodelovanje različnih podsistemov. Izpolnjevati morajo zahteve, ki so za vsak posamezen parameter navedene v TSI.

OSNOVNI PARAMETRI	Pregled projektiranja
Svetli profil (4.2.3.1)	x
Medtirna razdalja (4.2.3.2)	x
Največji vzdolžni nagib proge (4.2.3.3)	x
Najmanjši polmer krožnega loka (4.2.3.4)	x
Najmanjši polmer vertikalne zaokrožitve (4.2.3.5)	x
Nazivna tirna širina (4.2.4.1)	x
Nadvišanje (4.2.4.2)	x
Primanjkljaj nadvišanja (4.2.4.3)	x
Nenadna sprememba primanjkljaja nadvišanja (4.2.4.4)	x
Ocena projektnih vrednosti za ekvivalentno koničnost (4.2.4.5)	x
Profil glave tirnice na odprti progi (4.2.4.6)	x
Nagib tirnice (4.2.4.7)	x
Projektno določena geometrija kretnic in tirnih križišč (4.2.5.1)	x
Uporaba kretnic s preničnimi srci (4.2.5.2)	x
Največja dopustna nevodena dolžina na srcu kretnice (4.2.5.3)	x
Nosilnost tira zaradi navpične obremenitve (4.2.6.1)	x
Vzdolžni upor tira (4.2.6.2)	x
Bočni upor tira (4.2.6.3)	x
Nosilnost novih mostov zaradi prometne obremenitve (4.2.7.1)	x
Navpična obremenitev novih zemeljskih objektov in zemeljski pritisk (4.2.7.2)	x
Nosilnost novih objektov nad tiri in v bližini tirov (4.2.7.3)	x
Nosilnost obstoječih mostov in nasipov (4.2.7.4)	x
Uporabna dolžina peronov (4.2.9.1)	x
Višina peronov (4.2.9.2)	x
Odmik peronov (4.2.9.3)	x
Trasa tira vzdolž peronov (4.2.9.4)	x
Največja sprememba tlaka v predorih (4.2.10.1)	x
Uporaba komponent interoperabilnosti	x

Preglednica 3 • Parametri, ki jih je treba preverjati pri projektiranju

Osnovni parametri, ki jih je treba preveriti pri infrastrukturnem podsistemu v fazi projektiranja, so podani v preglednici 3.

V fazi projektiranja je treba preveriti tudi vmesnike, ki zagotavljajo združljivost infrastrukturnega podsistema z drugimi podsistemi:

- s podsistemom železniškega voznega parka, TSI »Lokomotive in potniški vozni park« in s podsistemom TSI »Tovorni vagoni« za vmesnike: tirna širina, svetli profil proge, osna obremenitev, osni razmik, značilnosti vožnje, ekvivalentna koničnost, vplivi v vzdolžni smeri, najmanjši polmer krožnega loka, polmer horizontalne krivine, pospešek v vertikalni zaokrožitvi, aerodinamični vplivi, bočni veter in naprave za servisiranje vlakov;
- s podsistemom TSI »Energija« za vmesnike: svetli profil in zaščita pred električnim udarom;
- s podsistemom TSI »Nadzor – vodenje in signalizacija« za vmesnike: svetli profil in zavore, ki delujejo po načelu vrtničnih tokov;
- s podsistemom TSI »Vodenje in upravljanje prometa« za vmesnike: zavore, ki delujejo po načelu vrtničnih tokov, in obratovalne predpise.

Po končanem ocenjevanju v fazi projektiranja priglasi organ izda potrdilo o vmesni verifikaciji projekta, na osnovi katere naročnik izda ES-izjavo o vmesni verifikaciji podsistema (VIV).

5.2 Faza gradnje

V fazi gradnje pred pričetkom obratovanja priglasi organ preverja, ali se gradnja izvaja v skladu z odobrenim projektom, skladno s TSI- in drugimi predpisi, ali ustreza bistvenim zahtevam, ali vgrajujejo ustrezni gradbeni proizvodi in ali se lahko odobri začetek obratovanja zgrajenega podsistema.

Posebno pozornost je treba posvetiti proizvodom, ki sodijo med tako imenovane komponente interoperabilnosti. Komponenta interoperabilnosti pomeni vsako osnovno komponento, skupino komponent, podsklop ali celoten sklop opreme, vgrajene ali namenjene vgradnji v podsistem, od katerega je neposredno ali posredno odvisna interoperabilnost železniškega sistema, vključno z opredmetenimi in neopredmetenimi sredstvi (EP, 2008). Komponente interoperabilnosti sodijo med najpomembnejše sestavne dele vsakega podsistema in odločilno vplivajo na varnost prometa pa tudi na razpoložljivost in na ekonomsko učinkovitost podsistema. V infrastrukturnem podsistemu se za komponente interoperabilnosti štejejo naslednji proizvodi,

za katere se zahteva ocena skladnosti in/ali primernosti za uporabo:

- tirnica,
- pritrilni sistem in
- pragi.

Vsaka komponenta interoperabilnosti mora imeti »ES-izjavo o skladnosti in primernosti za uporabo«, še preden je ponujena tržišču. Izjava mora pridobiti proizvajalec, njena vsebina pa je podrobno določena v prilogi IV. Direktive EU 2008/57 (EP, 2008).

Samo skladnost komponente interoperabilnosti namreč še ne pomeni, da se ta lahko vgradi v železniški podsistem. Pri nekaterih komponentah interoperabilnosti je treba preveriti še primernost za uporabo, kar pomeni, da se te vgrajujejo v okolje, ki je predvideno za njihovo uporabo, in da so v podsistem tudi pravilno vgrajene. Pri infrastrukturnem podsistemu se preverjanje primernosti za uporabo zahteva le za pritrilni sistem in prage, medtem ko za tirnice tako preverjanje ni potrebno. Primernost uporabe za pritrilni sistem je pogojena z vrsto tirnic, nagibom

tirnic, vrsto podložnih plošč in pragov ter z največjo osno obremenitvijo, za katero je pritrilni sistem projektiran, za prage pa z vrsto tirnic, nagibom tirnic in vrsto pritrilnega sistema.

Proizvajalec komponente interoperabilnosti je odgovoren tudi za njeno skladnost z drugimi evropskimi predpisi, na primer z Uredbo EU o trženju gradbenih proizvodov (EU, 2011). Priglasi organu morajo biti o tem predloženi ustrezni dokazi, da jih bo ta lahko vključil v dokumentacijo ocenjevanja.

Po končani gradnji in pred začetkom obratovanja mora priglasi organ izvesti verifikacijo podsistema kot celote. Za izvedbo te naloge mora imeti stalen dostop do gradbišč in do vseh drugih objektov, za katere meni, da so potrebni, na razpolago pa mu mora biti vsa projektna in druga tehnična dokumentacija za podsistem, ki ga obravnava.

V tej fazi ocenjevanja priglasi organ preverja zlasti ustreznost osnovnih parametrov infrastrukturnega podsistema, ki so navedeni v preglednici 4.

OSNOVNI PARAMETRI	Pregled pred obratovanjem
Svetli profil (4.2.3.1)	x
Medtirna razdalja (4.2.3.2)	x
Najmanjši polmer krožnega loka (4.2.3.4)	x
Nazivna tirna širina (4.2.4.1)	x
Nadvišanje (4.2.4.2)	x
Višina peronov (4.2.9.2)	x
Odmik peronov (4.2.9.3)	x
Hektometrskie oznake (4.2.11.1)	x
Uporaba komponent interoperabilnosti	x

Preglednica 4 • Parametri, ki jih je treba preverjati na koncu gradnje, pred začetkom obratovanja

OSNOVNI PARAMETRI	Pregled med obratovanjem
Mejna vrednost za takojšnje ukrepanje na smeri (4.2.8.1)	x
Mejna vrednost za takojšnje ukrepanje pri viš. napakah (4.2.8.2)	x
Mejna vrednost za takojšnje ukrepanje pri vegavosti tira (4.2.8.3)	x
Mejna vrednost za takojšnje ukrepanje pri tirni širini (4.2.8.4)	x
Mejna vrednost za takojšnje ukrepanje pri nadvišanju (4.2.8.5)	x
Mejna vrednost za takojšnje ukrepanje pri kret. in križiščih (4.2.8.6)	x
Vpliv bočnih vetrov (4.2.10.2)	x
Ekvivalentna koničnost med obratovanjem (4.2.11.2)	x

Preglednica 5 • Parametri, ki jih je treba preverjati med obratovanjem

Po končanem postopku priglašeni organ izda »ES-potrdilo o verifikaciji« s potrebno tehnično dokumentacijo. Tehnična dokumentacija mora vsebovati vse potrebne dokumente v zvezi z značilnostmi podsistema, »ES-izjavo o vmesni verifikaciji« podsistema (VIV) in »ES-izjave o skladnosti in/ali primernosti za uporabo« komponent interoperabilnosti, dokaze o mehanski odpornosti in stabilnosti ipd. Vsebovati mora tudi vse elemente v zvezi s pogoji in omejitvami uporabe ter z navodili o servisiranju, spremljanju in vzdrževanju podsistema. Naročnik

oziroma investitor na podlagi »ES-potrdila o verifikaciji« podsistema pripravi »ES-izjavo o verifikaciji« podsistema, kot to določa Priloga V direktive o interoperabilnosti 2008/57/ES. »ES-izjava o verifikaciji« podsistema je pogoj za pridobitev uporabnega oziroma obratovalnega dovoljenja.

5.3 Faza obratovanja

Pogoje interoperabilnosti je treba dosledno upoštevati tudi v fazi obratovanja podsistema. Upravljavec infrastrukture mora imeti načrt

vzdrževanja in zagotoviti, da bodo parametri, ki so pomembni za interoperabilnost podsistema, vzdrževani v okviru predpisanih toleranc. Upravljavec infrastrukture mora v času obratovanja podsistema preverjati skladnost parametrov s pogoji interoperabilnosti. Parametri, ki jih je treba preverjati v času obratovanja, so podani v preglednici 5.

6 • VPRAŠANJA IN PROBLEMI PRI UVAJANJU INTEROPERABILNOSTI PRI NAS

Pri uvajanju interoperabilnosti na slovenskem železniškem omrežju se pojavlja kar nekaj problemov in odprtih vprašanj. Ta so povezana z dodatnimi zahtevami, ki se zaradi izpolnjevanja interoperabilnosti pojavljajo pri projektiranju, gradnji, nadgradnji, obnovi in vzdrževanju železniške infrastrukture. Zahteve interoperabilnosti pri železniških projektih znatno presega obveze, ki jih za graditev drugih infrastrukturnih objektov predpisuje Zakon o graditvi objektov (ZGO) in na njegovi osnovi izdani podzakonski predpisi. Tega se projektanti in izvajalci železniških projektov še vse premalo zavedajo.

Odprta vprašanja so prisotna na več področjih. Posebno velja izpostaviti odnose med udeleženci pri gradnji in pri projektiranju železniških projektov ter neuskajenost med nacionalnimi tehničnimi predpisi in evropskimi tehničnimi specifikacijami.

6.1 Odnosi med udeleženci pri gradnji objektov

Priglašeni organ, odgovorni nadzornik in izvajalec del se pri uvajanju del na železniških projektih srečujejo vsak v svoji zakonsko opredeljeni funkciji in vlogi. Poleg že utečenega sodelovanja med investitorjem, izvajalcem in odgovornim nadzornikom je pomemben še priglašeni organ, odgovoren za ES-verifikacijo podsistema oziroma za preveritev interoperabilnosti opravljenih del.

Pristojnosti in odgovornosti odgovornega nadzornika in priglašene organa se deloma prekrivajo in v podzakonskih aktih niso dovolj razmejene. Vlogi odgovornega nadzornika in priglašene organa sta v zakonih za vsakega posebej sicer opredeljeni, niso pa jasno določene stične točke in možnosti medseboj-

nega sodelovanja – vse v cilju racionalnejšega in usklajenega nadzora gradnje.

Odgovorni nadzornik odgovarja za skladnost gradnje s pogoji iz gradbenega dovoljenja in za kvaliteto opravljenih del v skladu z gradbenimi predpisi. Opravlja sprotne kontrole gradbenih konstrukcij, skrbi za ateste in dokazila o pregledih in meritvah ustreznosti izvedbe del, ki se nanašajo na vgrajene materiale in proizvode. Odgovoren je tudi za vnos sprememb in dopolnitev, ki nastajajo med gradnjo, in odgovarja za zanesljivost objekta, zato ga mora izvajalec pred nadaljevanjem vsake faze del, še zlasti tistih, v kateri se izdelujejo nosilni elementi, ki jih kasneje ni več mogoče pregledati, o tem sproti obvestiti. Po končani gradnji podpiše izjavo, da je objekt zgrajen skladno z gradbenim dovoljenjem, da je zanesljiv ter da izpolnjuje bistvene zahteve glede varnosti in zdravja ljudi.

Priglašeni organ preverja skladnosti izvajanja del s Tehničnimi specifikacijami za interoperabilnost. Tudi on med preverjanjem izvaja naključne obiske delovišča ali proizvodnih obratov, vse s ciljem, da se prepriča o skladnosti opravljenih del s predpisi o interoperabilnosti. Med takimi obiski priglašeni organ lahko opravi popolne ali delne revizije, pripravi poročilo o pregledu in po potrebi revizijsko poročilo. Po opravljenih pregledih in revizijah priglašeni organ izda potrdilo o ES-verifikaciji podsistema, s katerim potrdi, da je podsistem interoperabilen, v skladu s bistvenimi zahtevami, v skladu s TSI in z določili Zakona o varnosti v železniškem prometu.

6.2 Odnosi med udeleženci pri projektiranju

Odgovorni projektant železniške infrastrukture mora poleg poznavanja stroke in splošnih gradbenih predpisov pri železniških projektih

poznati in upoštevati tudi tehnične specifikacije za interoperabilnost, ki se nanašajo na infrastrukturni podsistem. Tega se nekatere projektantske organizacije danes v celoti še ne zavedajo in zahtev interoperabilnosti ne poznajo v celoti. Priglašeni organ mora preverjati interoperabilnost že v fazi projektiranja. Ne glede na že opravljeno revizijo projektne dokumentacije po ZGO priglašeni organ preveri, ali vrednosti uporabljenih parametrov in projektne dokumentacije kot celota ustrezajo zahtevam TSI oziroma bistvenim zahtevam interoperabilnosti. Tudi tu se vloge revidenta in vloge priglašene organa deloma prekrivajo. Po ZGO oziroma po Pravilniku o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov odgovorni revident s podpisom revizijskega poročila potrdi, da je objekt projektiran skladno z načeli in pravili evrokodov ter da projekt izpolnjuje bistveno zahtevo za mehansko odpornost in stabilnost objekta, medtem ko je priglašeni organ odgovoren za skladnost projektne dokumentacije s TSI, preverja, ali je projekt projektiran tako, da ustreza bistvenim zahtevam interoperabilnosti, ki vključujejo tudi skladnost z evrokodi.

6.3 Nacionalni tehnični predpisi in TSI

Poseben problem sta uporaba in veljavnost nacionalnih tehničnih predpisov v odnosu do prav tako veljavnih tehničnih specifikacij za interoperabilnost za posamezne podsisteme. Področje vzdrževanja, obnove, gradnje, nadgradnje in gradnje infrastrukturnega železniškega podsistema poleg Zakona o varnosti v železniškem prometu urejajo naslednji podzakonski akti oziroma nacionalni tehnični predpisi:

- Pravilnik o zgornjem stroju železniških prog (RS, 2010b),
- Pravilnik o spodnjem stroju železniških prog (RS, 2013b),
- Pravilnik o opremljenosti postaj in postajališč (RS, 2010a),

• Pravilnik o ugotavljanju skladnosti in o izdajanju dovoljenj za vgradnjo elementov, naprav in sistemov v železniško infrastrukturo (RS, 2006).

Žal določila navedenih nacionalnih tehničnih predpisov z objavljenimi TSI niso usklajena, se medsebojno prekrivajo in si v nekaterih delih celo nasprotujejo. Zakon o varnosti v železniškem prometu je sicer že leta 2007 postopno uveljavljal TSI predvidel z določbo, da se do začetka uporabe TSI oziroma do realizacije izvedbenega načrta TSI uporabljajo nacionalni tehnični predpisi, kasneje pa TSI,

razen v delu, ki ga TSI ne urejajo. Čeprav so TSI za vse podsisteme že objavljene in uveljavljene, se to določilo zakona ne izvaja oziroma ga kot takega v praksi ni mogoče uporabljati, saj je pri vsakodnevnem operativnem delu nemogoče presojati, kaj iz katerega od obeh dokumentov velja in na katerem delu podsistema se uporablja. Tako stanje tudi ni v skladu z Direktivo 2008/57/ES Evropskega parlamenta in Sveta in s priporočilom komisije o dovoljenju za začetek obratovanja strukturnih podsistemov in vozil (EC, 2011), ki jasno določa, da ko je TSI sprejeta, države članice

EU ne smejo več uporabljati nacionalnih predpisov v zvezi s proizvodi ali deli podsistema, ki so zajeti v zadevni TSI, razen določil, ki so navedena kot »odprte točke« ali »posebni primeri«, specifični za posamezno državo. Obstoječe nacionalne tehnične predpise bi bilo treba razveljaviti in upoštevati le TSI z morebitno potrebnimi komentarji za uporabo. Določila, ki jih TSI ne zajemajo in niso predmet evropske tehnične regulative, pa bi se po potrebi uredila v obliki navodil in bi služila le za interni akt upravljavca infrastrukture in ne za uradni državni predpis.

7 • SKLEP

Uvajanje interoperabilnosti je novost, ki v dosednji praksi še ni dovolj preizkušena, zato bi bilo nujno vloge, pristojnosti, odgovornosti,

način dela in odnose med udeleženci pri graditvi infrastrukturnega podsistema v ustreznih podzakonskih aktih podrobneje opredeliti.

Posebno pozornost je treba posvetiti uskladitvi nacionalnih tehničnih predpisov z evropskimi tehničnimi specifikacijami, saj nedorečeno stanje na tem področju lahko potencialno ogrozi varnost železniškega prometa.

8 • LITERATURA

- EC, Evropska komisija, Sklep Komisije o modulih za postopke ocenjevanja skladnosti, primernosti za uporabo in ES-verifikacije, 2010/713/EU, Uradni list EU L 319, 2010.
- EC, Evropska komisija, Priporočilo komisije o dovoljenju za začetek obratovanja strukturnih podsistemov in vozil, Uradni list EU L 95, 2011.
- EC, Evropska komisija, Uredba komisije št. 1299/2014 o tehničnih specifikacijah za interoperabilnost podsistema infrastruktura v EU, Uradni list EU L 356, 109, 2014.
- EP, Evropski parlament in Svet, Direktiva 2008/57/ES Evropskega parlamenta in sveta o interoperabilnosti železniškega sistema v Skupnosti (prenovitev), Uradni list EU L 191, 68, 2008.
- EP, Evropski parlament in Svet, Sklep št. 661/2010/EU o smernicah Unije za razvoj vseevropskega prometnega omrežja, Uradni list EU L 204, 129, 2010.
- ERA, European Railway Agency, Evropska agencija za železniški transport, Guide for the application of the CR INF TSI, Version 1, 2011.
- ERA, European Railway Agency, Evropska agencija za železniški transport, Navodilo za uporabo tehničnih specifikacij o interoperabilnosti, verzija 1.02. Lille, 2012.
- EU, Evropska unija, Direktiva 2008/57/EU, Direktiva o interoperabilnosti železniškega sistema v Skupnosti, Uradni list EU L191/1, 2008.
- EU, Evropska unija, Uredba EU št. 305/2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov, Uradni list EU L 88, 2011.
- MZI, Ministrstvo za infrastrukturo RS, Zakon o graditvi objektov, neuradno prečiščeno besedilo št. 7, 2012.
- RS, Republika Slovenija, Pravilnik o ugotavljanju skladnosti in o izdajanju dovoljenj za vgradnjo elementov, naprav in sistemov v železniško infrastrukturo, Uradni list RS št. 82, 2006.
- RS, Republika Slovenija, Pravilnik o opremljenosti postaj in postajališč, Uradni list RS št. 72, 2009 in št. 72, 2010a.
- RS, Republika Slovenija, Pravilnik o zgornjem ustroju železniških prog, Uradni list RS št. 92, 2010b.
- RS, Republika Slovenija, Zakon o varnosti v železniškem prometu, 6. uradno prečiščeno besedilo, Uradni list RS št. 91, 2013a.
- RS, Republika Slovenija, Pravilnik o spodnjem ustroju železniških prog, Uradni list RS št. 93, 2013b.

POMEMBNOST POZNAVANJA ČASOVNE PORAZDELITVE PADAVIN ZNOTRAJ PADAVINSKEGA DOGODKA V VODARSKI PRAKSI

IMPORTANCE OF KNOWING TEMPORAL DISTRIBUTION OF PRECIPITATION WITHIN PRECIPITATION EVENT IN WATER ENGINEERING

Domen Dolšak, mag. inž. ok. grad.

domen.dolsak@gmail.com

asist. Nejc Bezak, univ. dipl. inž. grad.

nejc.bezak@fgg.uni-lj.si

doc. dr. Mojca Šraj, univ. dipl. inž. grad.

mojca.sraj@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,

Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 519.2.556.06(497.4)

Povzetek | Poznavanje časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka je pomembno pri hidrološkem modeliranju, načrtovanju hidrotehničnih objektov, odvodnjavanju, zaščiti pred poplavami ipd. Napačna ocena oziroma neupoštevanje pravilne časovne razporeditve padavin namreč lahko povzroči velike negotovosti v izračunih projektnih pretokov. V prispevku so predstavljene Huffove krivulje, ki opisujejo časovno porazdelitev padavin znotraj padavinskega dogodka. Analize so bile opravljene za 30 padavinskih postaj v Sloveniji, kjer meritve izvaja Agencija RS za okolje. Rezultati so prikazani v grafični in tabelarni obliki ter omogočajo relativno preprosto uporabo v praksi.

Ključne besede: Huffove krivulje, hidrološko modeliranje, projektni pretoki, statistična analiza, časovna porazdelitev padavin, Slovenija

Summary | Knowledge of temporal distribution of precipitation within rainfall event is crucial for reliable hydrological modelling, planning of hydraulic structures, drainage, flood protection, etc. Inaccurate estimation or even ignorance of proper temporal distribution of precipitation cause uncertainties in the calculations of design flows. Huff curves, which are presented in the article, are describing temporal distributions of precipitation within rainfall events. Analyses were done for 30 precipitation stations in Slovenia, where measurements are made by the Slovenian Environment Agency (ARSO). Results are presented in graphical and table form and they enable fairly easy usage in practice.

Key words: Huff curves, hydrological modelling, design discharge, statistical analysis, temporal rainfall distribution, Slovenia

1 • UVOD

Časovna porazdelitev padavin znotraj padavinskega dogodka je izrednega pomena za hidrološko modeliranje in določanje projektnih pretokov, saj ima razporeditev padavin pomemben vpliv na čas nastopa visokovodne konice in tudi na njeno velikost. Poznavanje teh podatkov je še zlasti pomembno v primerih, ko nimamo na voljo merjenih podatkov o pretokih, da bi model umerili, in so rezultati hidrološkega modela odvisni predvsem od pravilno določenega sintetičnega histograma padavin ((Ball, 1994), (Dirnbek, 2009), (Šraj, 2010)). Sintetični histogram padavin je torej eden najpomembnejših podatkov pri določanju projektnih pretokov (Ball, 1994). Če imamo podatke o pretokih, pa lahko za določitev projektnih pretokov uporabimo tudi verjetnostne analize (npr. (Šraj, 2012), (Bezak, 2014)).

Za ugotavljanje časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka je Huff (Huff, 1967) predstavil družino normiranih brezdimenzijskih krivulj, ki jih imenujemo Huffove krivulje. To so vsotne brezdimenzijske krivulje, ki nam podajo informacije o časovni razporeditvi padavin znotraj padavinskega dogodka in s katerimi lahko med drugim izdelamo tudi sintetične normirane histograme padavin. Huffove krivulje so se v svetu le redko izdelovale, saj je za njihovo izdelavo treba analizirati velike količine padavinskih podatkov in imeti seveda določen algoritem oziroma program, ki to analizo opravi (Bonta, 2004a). Tudi v Sloveniji doslej takih krivulj nismo imeli sistematično izdelanih.

Huffove krivulje so v svojih raziskavah uporabili različni tuji raziskovalci. Bonta in Shalham (Bonta, 2003) sta ugotavljala, koliko neodvisnih padavinskih dogodkov potrebujemo, da dobimo Huffove krivulje, ki so statistično značilne za neko padavinsko postajo. Pri primerjavi Huffovih krivulj za isto postajo sta ugotovila, da med krivuljami, izdelanimi s 120 neodvisnimi dogodki, in kontrolnimi krivuljami, izdelanimi s 300

neodvisnimi dogodki, ni večjih razlik. Pri izdelavi Huffovih krivulj iz manjšega vzorca neodvisnih padavinskih dogodkov pa so se začela pojavljati odstopanja od kontrolnega vzorca. Najbolj zanesljive določitve o časovni porazdelitvi padavin znotraj padavinskega dogodka so torej tiste, ki temeljijo na podatkih za daljše časovno obdobje. Prav tako je Bonta (Bonta, 2004b) ugotavljal razlike med letnimi časi in njihov vpliv na obliko Huffovih krivulj. Na podlagi analize za kraj Invercargill na Novi Zelandiji je ugotovil, da razlike obstajajo in da je smotrno izdelati Huffove krivulje tudi za različne letne čase.

Pri ugotavljanju razlik časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka glede na trajanje dogodka je Nieves (Nieves, 2005) ugotovil, da so padavine krajšega trajanja (do 12 ur) mnogo bolj časovno različno porazdeljene kot tiste, ki trajajo dalj časa (12 ur ali več). To pomeni, da se pri padavinah daljšega trajanja pojavlja neki vzorec časovne porazdelitve padavin, pri kratkotrajnih padavinah pa ta vzorec časovne porazdelitve ni tako zelo zaznaven. Nadalje so Vandenberghe in sodelavci (Vandenberghe, 2010) pri izdelavi Huffovih krivulj ugotavljali občutljivost krivulj za velikost časovnega koraka in ugotovili, da so Huffove krivulje dokaj neobčutljive za povečanje časovnega koraka. Vseeno pa so zaradi izdelave normiranih sintetičnih histogramov, ki jih lahko pridobimo iz Huffovih krivulj, predlagali, da se uporablja normirani časovni korak 0,05 oziroma 5 odstotkov.

Izbira parametrov, ki določajo neodvisni padavinski dogodek, je seveda poljubna in je odvisna od tega, kaj nas zanima. Huff (Huff, 1967) je za neodvisni padavinski dogodek vzel obdobje, ko je merilna postaja beležila padavine, a pred začetkom in po koncu beleženja ni bilo padavin vsaj 6 ur ali več (MDPD) (ang. minimum dry period duration), padavine pa so morale trajati vsaj 3 ure. Skupna količina padavin je morala

presežati 12,7 mm. Mnogi drugi avtorji pa so zaradi specifičnosti podnebja, za katero so izdelovali Huffove krivulje, vzeli drugačne parametre. Wu in sodelavci (Wu, 2006) so za analizo podatkov za Hongkong uporabili MDPD 2 uri in minimalno količino padavin 50 mm. Zanimale so jih namreč samo padavine, ki lahko povzročijo poplave. Azli in Ramachandra (Azli, 2010) pa sta pri analizi podatkov za Malezijo uporabila MDPD 3 ure, minimalno količino padavin 25,4 mm in upoštevala še dodaten pogoj, da mora biti minimalna urna intenziteta padavin večja kot 1 mm.

S Huffovimi krivuljami se lahko z različnimi definicijami padavinskega dogodka ali pa s primerjanjem različnih obdobj analizirajo razlike med letnimi časi, časovnimi obdobji itd. Bonta (Bonta, 2004b) je na primer ugotovil, da imajo padavinski dogodki, v katerih je padlo manj kot 12,7 mm padavin, večji raztros. Prav tako je zaznal razlike med Huffovimi krivuljami, kjer so upoštevali samo poletne in samo zimske padavine.

Časovna porazdelitev padavin znotraj padavinskega dogodka je torej zagotovo eden od pomembnih podatkov pri hidrološkem modeliranju in določanju projektnih pretokov. Ker v Sloveniji do sedaj analize časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka še niso bile opravljene, se v praksi pri izdelavi sintetičnega histograma padavin upošteva le pravilna količina padavin, ne pa tudi najbolj verjetna razporeditev padavin znotraj dogodka. To seveda vpliva na rezultate hidroloških modelov in s tem na projektne pretoke. Zato je bil glavni namen raziskave izdelati Huffove krivulje za Slovenijo. Cilji raziskave so bili naslednji: (1) izdelati algoritem, ki bo analiziral 5-minutne meritve padavin in ločil posamezne padavinske dogodke, (2) napisati algoritem, ki bo izdelal Huffove krivulje in dodatne statistične analize padavinskih dogodkov za posamezno padavinsko postajo, (3) z analizo dolgoletnih nizov meritev ugotoviti vzorec časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka za 30 padavinskih postaj, (4) analizirati in primerjati rezultate.

ijo analiziranih postaj na zemljevidu Slovenije. Osnovne značilnosti obravnavanih postaj pa so prikazane v preglednici 1. Pogoj pri izbiri postaj je bil vsaj 10-letni zvezni niz meritev. Tako smo skupaj analizirali podatke s 30 padavinskih postaj oz. 1054 let meritev. Za vsako postajo iz preglednice 1 smo izdelali Huffove krivulje, ki so

2 • PREGLED UPORABLJENIH PODATKOV

Analizirali smo padavinske podatke s 30 padavinskih postaj, kjer meritve opravlja Agencija RS za okolje (ARSO). Za meritve padavin s 5-

minutnim časovnim korakom se uporabljajo ombrografi, ki omogočajo zapisovanje časa in količine dežnih padavin. Slika 1 prikazuje lokac-

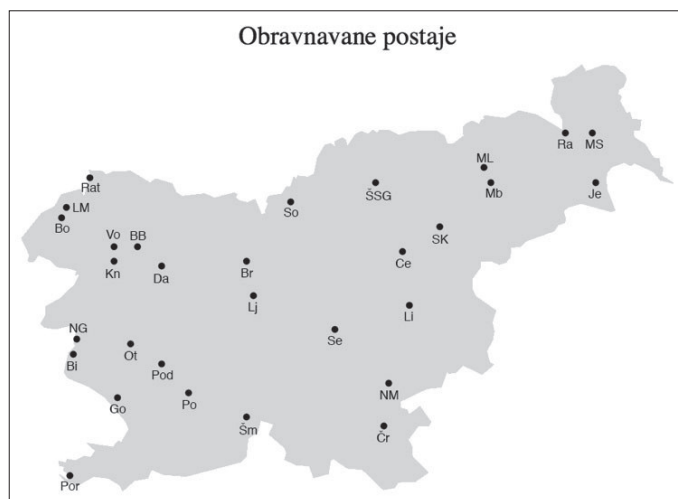
na voljo tudi v tabelarični obliki (Dolšak, 2015). V nadaljevanju prispevka podajamo primer

izdelave Huffovih krivulj za postajo Ljubljana–Bežigrad, rezultati za preostale postaje, prika-

zane na sliki 1, pa so predstavljeni v ((Dolšak, 2012) in (Dolšak, 2015)).

	Kratika	Nadmorska višina (m)	Obravnavano obdobje	Dolžina niza (let)
Bilje	Bi	55	1991-2014	23
Bohinjska Bistrica	BB	507	2002-2014	12
Bovec	Bo	452	1970-2014	44
Brnik	Br	364	1970-2014	44
Celje	Ce	244	1970-2014	44
Črnomelj	Čr	157	1970-2014	44
Davča	Da	960	1999-2014	15
Godnje	Go	320	1992-2014	22
Jeruzalem	Je	345	1976-2014	38
Kneške Ravne	Kn	752	1975-2014	39
Lisca	Li	943	1984-2014	30
Ljubljana	Lj	299	1948-2014	66
Log pod Mangartom	LM	650	1999-2014	15
Maribor	Mb	275	1950-2014	64
Maribor Letališče	ML	264	1999-2014	15
Murska Sobota	MS	188	1970-2014	44
Nova Gorica	NG	112	1970-2014	44
Novo mesto	NM	220	1970-2014	44
Otlica	Ot	840	1999-2014	15
Podkraj	Pk	799	1984-2014	30
Portorož	Por	2	1992-2014	22
Postojna	Po	533	1970-2014	44
Radenci	Ra	203	1976-2014	38
Rateče	Rat	864	1975-2014	39
Šmarata	Šm	599	1975-2014	39
Sevno	Se	550	1975-2014	39
Slovenske Konjice	SK	330	1975-2014	39
Šmartno pri Slovenj Gradcu	ŠSG	445	1970-2014	44
Solčava	So	658	1990-2014	24
Vogel	Vo	1535	1982-2014	32

Preglednica 1 • Seznam obravnavanih padavinskih postaj z nekaterimi osnovnimi značilnostmi



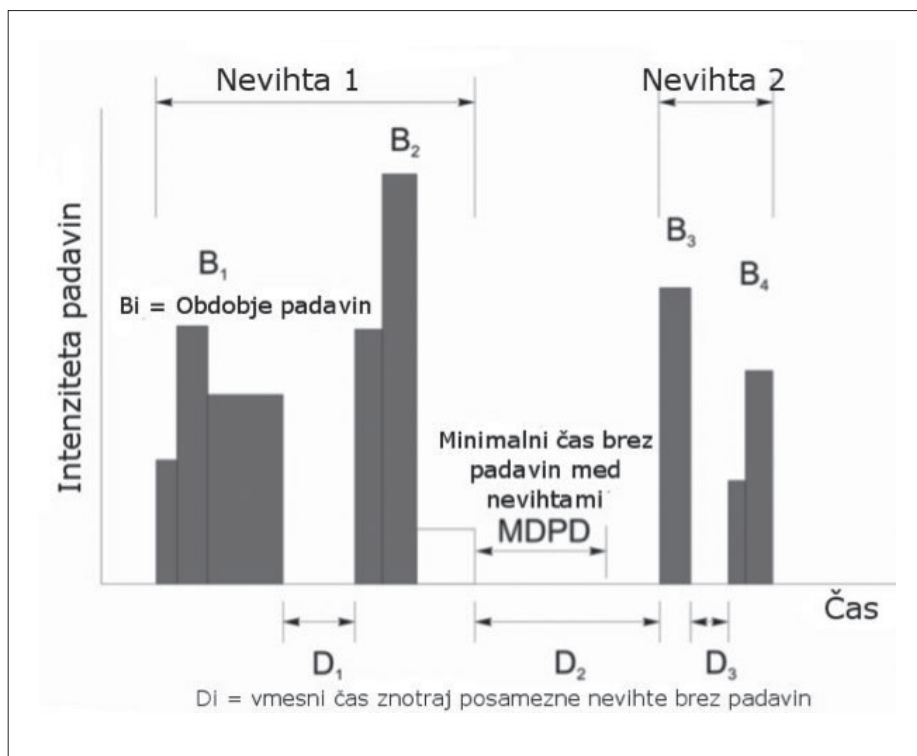
Slika 1 • Mesta obravnavanih padavinskih postaj

3 • METODOLOGIJA IZRAČUNA HUFFOVIH KRIVULJ

Huff (Huff, 1967) je na podlagi podatkov z 49 padavinskih postaj, razporejenih na območju velikosti okoli 1000 km² v zvezni državi Illinois, izdelal brezdimenzijske vsotne krivulje padavin, ki prikazujejo časovno porazdelitev padavin znotraj padavinskega dogodka.

Najprej je iz podatkov 12-letnega obdobja meritev izločil posamezne neodvisne padavinske dogodke in jih razvrstil v štiri kvartile. V številnih tehniških in naravoslovnih vedah, med drugim tudi v hidrologiji, se beseda kvartil uporablja za označevanje razredov. Kvartili so sicer vrednosti, ki delijo urejen vzorec na 4 enake razrede. Za neodvisni padavinski dogodek je Huff določil obdobje, ko je merilna postaja beležila padavine, a pred začetkom beleženja in po koncu ni bilo padavin vsaj 6 ur ali več (MDPD). Padavine pa so morale trajati vsaj 3 ure ali več. Slika 2 prikazuje posamezne parametre, ki so uporabljeni pri zagotavljanju neodvisnosti zaporednih padavinskih dogodkov. Dodaten pogoj za neodvisni padavinski dogodek je bil, da je skupna količina padavin presežala 12,7 mm (0,5 palca). S tako definicijo je izločil 261 neodvisnih padavinskih dogodkov. Prednost Huffovih krivulj pa je ravno v tem, da z različnimi izbirami MDPD pridobimo različne tipe dogodkov oziroma neviht.

Huff ((Huff, 1967), (Huff, 1990)) je torej vse padavinske dogodke razdelil v 4 kvartile. Kvartili so bili definirani glede na trajanje neodvisnega padavinskega dogodka, in sicer so se v prvi kvartil uvrstili dogodki s trajanjem od 3 do 6 ur, v drugem kvartilu so bili dogodki s trajanjem od 6 do 12 ur, v tretjem kvartilu so bili dogodki s trajanjem od 12 do 24 ur in v četrtem kvartilu so bili dogodki s trajanjem 24 ur ali več. Huff se je za razdelitev v kvartile odločil zaradi dejstva, da se časovna porazdelitev padavin spreminja s trajanjem padavinskega dogodka.



Slika 2 • Shematični prikaz časov, ki definirajo neodvisni padavinski dogodek (prirejeno po (Bonta, 2004))

Huffove krivulje torej predstavljajo družino brezdimenzijskih krivulj, ki so razdeljene glede na verjetnost in kvartil, v katerem se nahajajo. Tako je v vsakem kvartilu skupaj 9 krivulj, ki predstavljajo percentile, in sicer vse od 10. do 90. percentila (pri razlagi besede percentil velja analogija z razlago besede kvartil, ki smo jo podali zgoraj). Skupaj tako dobimo za vsako postajo 36 krivulj (Dolšak, 2012). 80-percentilna krivulja tako npr. predstavlja mejo, pod katero je 80 odstotkov vseh padavinskih dogodkov, 20-percentilna krivulja

pa mejo, nad katero je 80 odstotkov vseh padavinskih dogodkov. Dodatne informacije o nekaterih tehničnih podrobnostih izdelave krivulj je podal Dolšak ((Dolšak, 2012) in (Dolšak, 2015)).

Huff (Huff, 1967) je z analizo teh krivulj za Illinois spoznal, da konica padavin ne nastopi v vseh kvartilih ob istem času, ampak se po kvartilih konica padavin premika. Ugotovil je, da v prvem kvartilu največja količina padavin pade v prvi tretjini trajanja padavinskega dogodka, v četrtem kvartilu pa v zadnji tretjini.

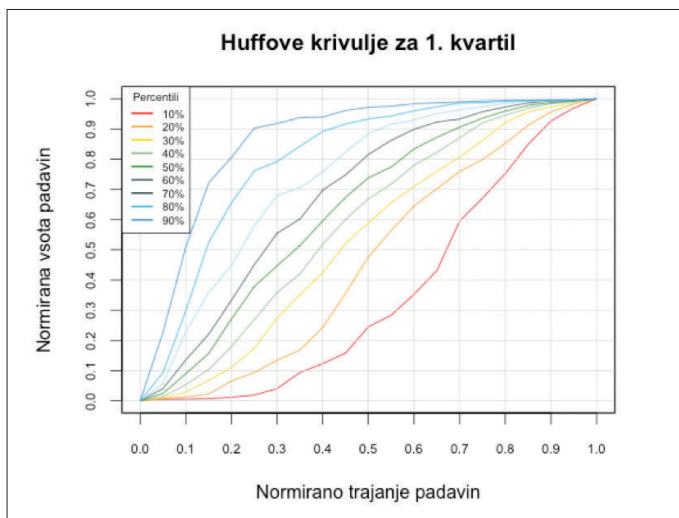
4 • PRIMER HUFFOVIH KRIVULJ ZA METEOROLOŠKO POSTAJO LJUBLJANA-BEŽIGRAD

V nadaljevanju bomo natančneje prikazali postopek izdelave in rezultate Huffovih krivulj na primeru meteorološke postaje Ljubljana-Bežigrad. V raziskavi smo analizirali podatke o padavinah s 5-minutnim časovnim korakom za obdobje med letoma 1948 in 2014. Za

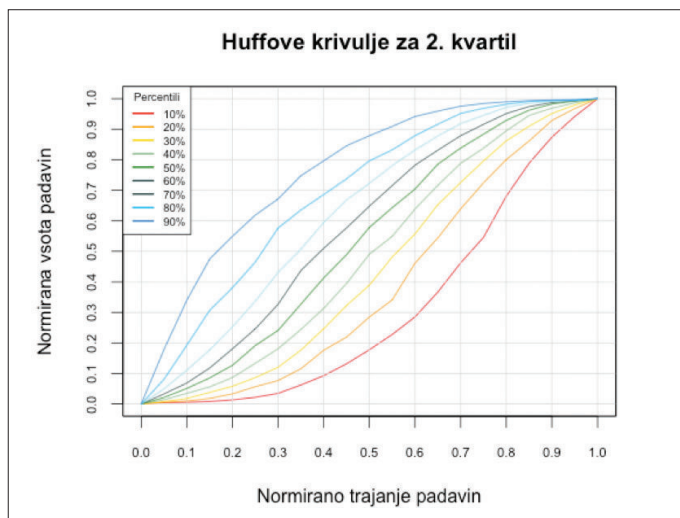
definiranje neodvisnega padavinskega dogodka smo izbrali enake kriterije, kot jih je definirala Huff (Huff, 1967): dogodek je moral trajati vsaj 3 ure, pred njim in po njem je moralo preteči vsaj 6 ur, ko ni bilo padavin, in skupna količina padavin v enem dogodku je morala preseči

12,7 mm. Za definiranje kvartilov smo prav tako uporabili enake pogoje, kot jih je predlagal Huff, in so opisani v poglavju 3.

Na slikah od 3 do 6 so predstavljene Huffove krivulje za vse štiri kvartile glede na trajanje padavinskih dogodkov za postajo Ljubljana-Bežigrad. Slika 3 prikazuje rezultate za trajanje padavinskih dogodkov od 3 do 6 ur, slika 4 za trajanja od 6 do 12 ur, slika 5 za trajanja od 12 in 24 ur ter slika 6 za trajanja, daljša od 24 ur. Podobno kot je ugotovil Huff



Slika 3 • Huffove krivulje za 1. kvartil za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad

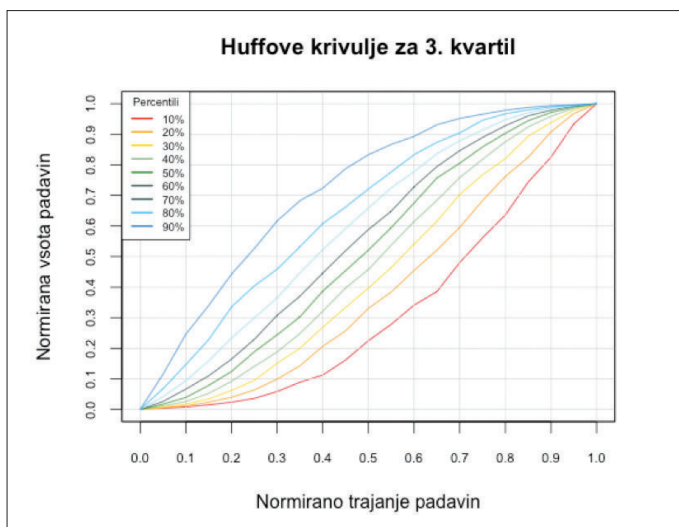


Slika 4 • Huffove krivulje za 2. kvartil za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad

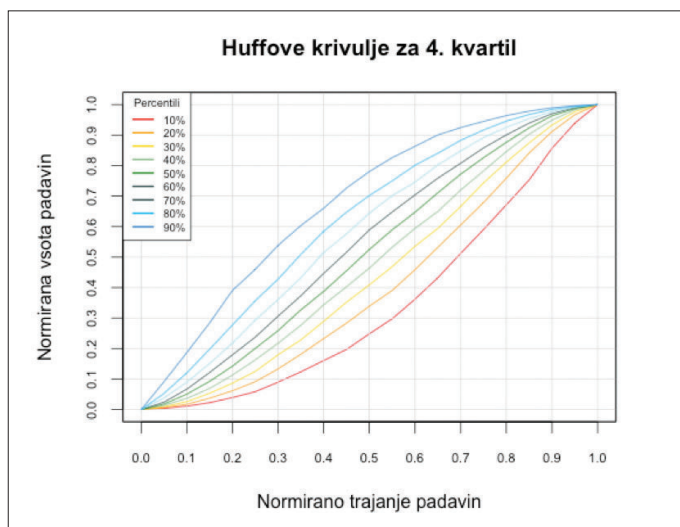
za zvezno državo Illinois, se konica padavin z vsakim nadaljnjim kvartilom premakne bolj proti koncu padavinskega dogodka. Ta premik pa za Ljubljano ni tako zelo očiten. Premik pa je veliko bolj očiten pri 10- in 90-percentilnih krivuljah. V prvem kvartilu je tako pri 90-percentilni krivulji opaziti, da v prvih 20 odstotkih časa pade že več kot 80 odstotkov skupne količine padavin. To pomeni, da je imelo 10 odstotkov padavinskih dogodkov zelo očitno konico intenzitete padavin v prvi petini trajanja. Če pogledamo, kakšni padavinski dogodki se dejansko uvrstijo v prvi kvartil, vidimo, da so v njem padavinski dogodki, ki trajajo od 3 do 6 ur in v katerih pade vsaj 12,7 mm

padavin. Iz tega lahko sklepamo, da v povprečju v 10 odstotkov padavinskih dogodkov, ki trajajo od 3 do 6 ur, pade minimalno 10 mm padavin najkasneje v prvi uri trajanja. Če primerjamo položaj 90-percentilne krivulje v prvem in četrtem kvartilu, lahko opazimo, da ima ta krivulja v prvem kvartilu bistveno bolj konveksno obliko kot v četrtem. To pomeni, da je v četrtem kvartilu manj zelo ekstremnih padavinskih dogodkov, kjer bi v prvih 20 odstotkih časa padlo kar 80 odstotkov vseh padavin v primerjavi s prvim kvartilom. Analogno lahko pri 10-percentilnih krivulja opazimo, da je oblika pri prvem kvartilu mnogo bolj konkavna kot pri četrtem kvartilu.

Pri primerjavi Huffovih krivulj za Ljubljano med kvartili opazimo tudi, da je razlika med padlimi padavinami med 10- in 90-percentilno krivuljo v prvem kvartilu ob normiranem času 0,5 enaka 0,73 (slika 3), v drugem kvartilu 0,68 (slika 4), v tretjem kvartilu 0,61 (slika 5) in v četrtem kvartilu 0,53 (slika 6). To pomeni, da so padavine v Ljubljani v četrtem kvartilu veliko bolj homogene kot tiste v prvem. Do podobnih zaključkov je prišel tudi Huff (Huff, 1970), ki je ugotovil, da so si dolgotrajne padavine med seboj bistveno bolj podobne kot kratkotrajni nalivi.



Slika 5 • Huffove krivulje za 3. kvartil za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad



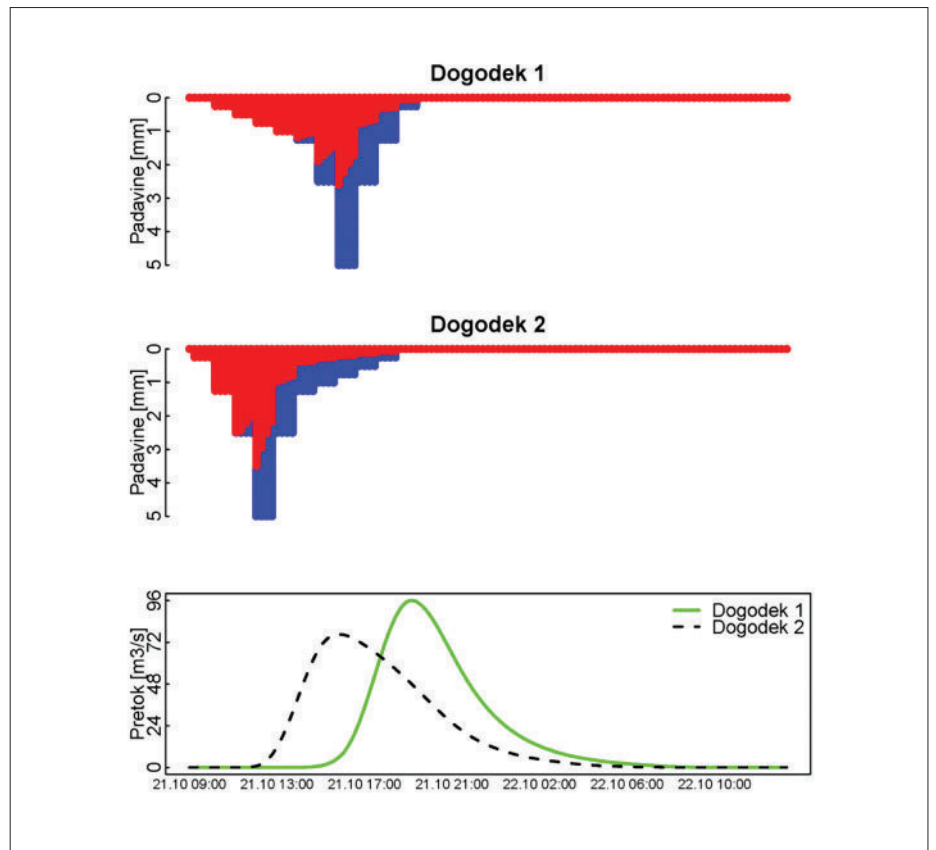
Slika 6 • Huffove krivulje za 4. kvartil za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad

5 • PRIKAZ VPLIVA ČASOVNE PORAZDELITVE PADAVIN NA REZULTATE HIDROLOŠKIH MODELOV

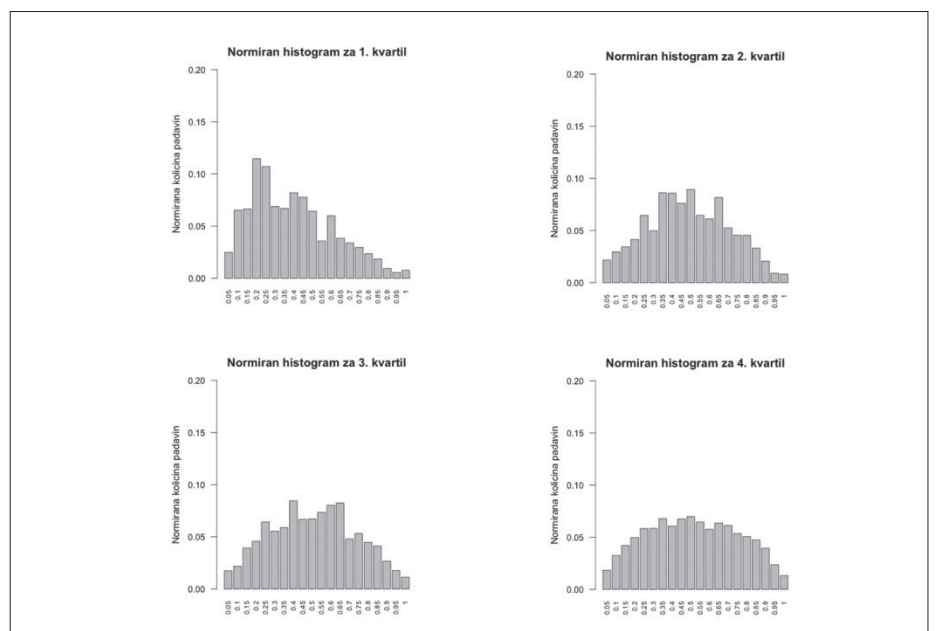
Za prikaz pomembnosti poznavanja razporeditve padavin znotraj padavinskega dogodka smo uporabili naslednje hipotetične podatke: količina padavin P je znašala 61 mm, za izračun izgub smo uporabili SCS-model padavinskih izgub, kjer so začetne izgube padavin znašale 9,4 mm, parameter CN pa je bil 84. Skupne padavinske izgube so tako znašale 33,9 mm (slika 7), v tem so zajeti vplivi infiltracije (Dirnbek, 2009), prestrezanja padavin (Šraj, 2009) in zadrževanja vode na površini. Pri tem je treba poudariti, da padavine z vidika hidrološkega kroga niso »izgubljene«, temveč zgolj ne prispevajo k površinskemu odtoku, in se je zato v hidrološki praksi uveljavila besedna zveza padavinske izgube. Za izračun površinskega odtoka smo uporabili metodo sintetičnega hidrograma enote (metoda Tulsa District). Velikost porečja je znašala 69 km², povprečni naklon porečja pa 1,5 ‰. Za modeliranje površinskega odtoka je bil uporabljen prosto dostopni program HEC-HMS (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>), ki se v svetu in Sloveniji zelo pogosto uporablja v hidrološki praksi. Odziv porečja na dva padavinska dogodka z enako količino padavin, a različno časovno porazdelitvijo, je prikazan na sliki 7, kjer so padavinske izgube označene z rdečo barvo. Opazimo lahko izrazito odstopanje površinskih odtokov. Razlika v velikosti konice pretoka Q_{max} , kot posledica dveh padavinskih dogodkov, znaša skoraj 20 m³/s oziroma približno 25 % (glede na dogodek 2). Prav tako nastane razlika v času nastopa konice – v primeru dogodka 1 konica pretoka nastopi 3,5 ure kasneje kot v primeru dogodka 2.

Prikazani primer dokazuje, da sta čas nastopa in tudi velikost konice pretoka odvisna od časovne razporeditve padavin znotraj padavinskega dogodka oz. sintetičnega histograma padavin. Posledično lahko sklepamo, da nepravilna časovna porazdelitev podatkov o padavinah privede do izrazito negotove ocene projektnih pretokov. To pa v praksi pomeni precenjevanje ali podcenjevanje projektnih pretokov oz. nepotrebno podražitev gradnje ali pa v slabšem primeru celo poddimenzionirane objekte.

V prikazanem primeru je padavinski dogodek trajal 11 ur. To trajanje ga glede na predhodno razdelitev padavin razvršča v 2. kvartil, ki združuje padavinske dogodke, ki so trajali od 6



Slika 7 • Prikaz vpliva časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka na hidrogram površinskega odtoka



Slika 8 • Primer brezdimenzijskih histogramov padavin za meteorološko postajo Ljubljana-Bežigrad

do 12 ur. Ob predpostavki, da naše porečje leži v bližini postaje Ljubljana–Bežigrad, lahko za vsak kvartil posebej izdelamo brezdimenzijske

histograme padavin (slika 8) (Dolšak, 2015), ki jih v praksi enostavno množimo z dejansko količino padavin in dobimo najverjetnejše

synetične histograme padavin. Tako bomo zagotovo dobili zanesljivejše rezultate hidroloških modelov in s tem projektnih pretokov.

6 • SKLEPI

V prispevku smo predstavili postopek izdelave Huffovih krivulj in njihovo uporabo pri hidrološkem modeliranju, kjer je treba vedeti, kakšna je značilna časovna razporeditev padavin znotraj padavinskega dogodka za določeno padavinsko postajo, saj ta vpliva na to, kdaj bo nastopil čas visokovodne konice pretoka in kako velika bo. Časovna razporeditev padavin je lepo razvidna iz Huffovih krivulj, ki predstavljajo družino brezdimenzijskih krivulj, ki so razdeljene glede na verjetnost in kvartil, v katerem so. Intenziteta padavin na Huffovih krivuljah predstavlja naklon krivulj, razlika med 10- in 90-percentilno krivuljo raztros podatkov, samo razporeditev padavin pa predstavlja ob-

lika krivulje. V prispevku so prikazani rezultati za postajo Ljubljana–Bežigrad, Huffove krivulje pa so bile izdelane tudi za preostale postaje, prikazane v preglednici 1. Rezultati v grafični in tabelarični obliki za preostale postaje so v (Dolšak, 2015). Podobno kot so ugotovili že mnogi drugi avtorji, smo tudi mi, da se Huffove krivulje posameznih padavinskih postaj po Sloveniji zelo razlikujejo, kar je predvsem posledica različnih podnebnih značilnosti. V Sloveniji se pri načrtovanju objektov (npr. določanju projektnih pretokov s hidrološkimi modeli, odvodnjavanju padavinske vode s cest) pogosto uporabljajo ITP-krivulje (intenziteta padavin, trajanje padavin in povratna doba), t.

i. karakteristični nalivi, ki so določeni na podlagi merjenih podatkov o padavinah (Goranc, 2012), vendar pa ne upoštevajo razporeditve padavin znotraj padavinskega dogodka ((Dirnbek, 2009), (Šraj, 2010)). V prispevku smo pokazali, da ima lahko nepoznavanje dejanske razporeditve padavin, ki je značilna za dogodke različnih trajanj, velik vpliv na površinski odtok. Kljub relativno majhni površini, ki jo zajema Slovenija, pa je raznolikost v razporeditvi padavin, ki jo lahko opišemo s Huffovimi krivuljami, izrazita. Na tem mestu je treba poudariti interes za nadgradnjo trenutne prakse pri načrtovanju objektov, saj je Dolšak (Dolšak, 2015) pripravil vse potrebne vhodne podatke za izdelavo synetičnih histogramov padavin z upoštevanjem dejanske razporeditve padavin za 30 padavinskih postaj, ki so relativno enakomerno razporejene po celi Sloveniji.

7 • ZAHVALA

Zahvaljujemo se Agenciji RS za okolje za posredovane podatke o padavinah.

8 • LITERATURA

- Ball, J. E., The influence of storm temporal patterns on catchment response, *Journal of Hydrology*, 158, 285–303, 1994.
- Bezak, N., Brilly, M., Šraj, M., Comparison between the peaks over threshold method and the annual maximum method for flood frequency analyses, *Hydrological sciences journal*, 59(5), 959–977, 2014.
- Bonta, J., V., Shahalam, A., Cumulative storm rainfall distributions: Comparison of Huff curves, *Journal of Hydrology, New Zealand*, 42 (1), 65–74, 2003.
- Bonta, J., V., Development and utility of Huff curves for disaggregating precipitation amounts, *Applied Engineering in Agriculture*, 20, 641–653, 2004a.
- Bonta, J., V., Stochastic simulation of storm occurrence, depth, duration, and within-storm intensities, *American Society of Agricultural Engineers*, 47, 1573–1584, 2004b.
- Dirnbek, L., Šraj, M., Hidrološko modeliranje: Vpliv histograma padavin na hidrogram površinskega odtoka, *Gradbeni vestnik*, 59, 3, 48–56, 2009.
- Dolšak, D., Statistična analiza padavin – izdelava Huffovih krivulj, *Diplomska naloga*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, povzeto po: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/3872/>, 2012.
- Dolšak, D., Algoritem za analizo časovne porazdelitve padavin znotraj padavinskega dogodka, *Magistrska naloga*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, povzeto po: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/5161/>, 2015.
- Goranc, N., Izdelava in primerjava ITP krivulj z različno izbiro porazdelitev, *Diplomska naloga*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, povzeto po: <http://drugg.fgg.uni-lj.si/3803/>, 2012.

- Huff, F., Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms, *Water Resources Research* 3, 1007–1019, 1967.
- Huff, F., Rainfall evaluation studies, Final report, part 1 – summary. Urbana, Illinois, University of Illinois, Illinois State Water Survey, 1970.
- Huff, F., Time Distributions of Heavy Rainstorms in Illinois, Illinois State Water Survey, Champaign, Circular 173, 1990.
- Nieves, G. V., Temporal rainfall distributions in Puerto Rico, Magistrsko delo, University of Puerto Rico at Mayagüez, 2005.
- Šraj, M., Prestrežne padavine: meritve in analiza, *Geografski vestnik* 81, 1, 99–111, 2009.
- Šraj, M., Bezak, N., Brilly, M., Vpliv izbire metode na rezultate verjetnostnih analiz konic, volumnov in trajanj visokovodnih valov Save v Litiji, *Acta hydrotechnica*, 25, 42, 41–59, 2012.
- Šraj, M., Dirnbek, L., Brilly, M., The influence of effective rainfall on modeled runoff hydrograph, *Journal of Hydrology and Hydromechanics* 58, 1, 3–14, 2010.
- Vandenbergh, S., Verhoest, N. E. C., Buyse, E., Baets, B. D., A stochastic design rainfall generator based on copulas and mass curves, *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 2429–2442, 2010.
- Wu, S. J., Yang, J. C., Tung, J. K., Identification and stochastic generation of representative rainfall temporal patterns in Hong Kong territory, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 20, 171–183, 2006.

ČLEN(SK)I IN ČLENK(AST)I

doc. dr. Milan Kuhta, univ. dipl. inž. grad.

miso.kuhta@um.si

UM, Fakulteta za gradbeništvo, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

Ana Brunčič, univ. dipl. nov., dipl. inž. grad. (UN)

ana.bruncic@gmail.com, koning@siol.net

Koning, d. o. o, Mestni trg 7, 3210 Slovenske Konjice

Povzetek | Terminološki kotichek obravnava problematiko rabe pridevnika členski v pomenu členkast, kar je po vseh terminoloških in splošnih slovarjih in po pravilih slovenskega besedotvorja neustrezno. Pomanjkanje kulture strokovnega izražanja slovenskih inženirjev gradbeništva je pri uporabi teh dveh pridevnikov očitno, saj stroka po obstoječem terminološkem sistemu za isti pomen – brez pomislekov in zadržkov – uporablja dva različna pridevnika: členkasto vpetje in (dvo-)členski lok. Urejen terminološki sistem mora temeljiti na pravilih besedotvorja in strokovni korektnosti, saj le tak zagotavlja enoumno in jasno komunikacijo med strokovnjaki.

Ključne besede: gradbeništvo, terminologija, členek, členkasti, členski

1 • UVOD

Zapuščina strokovnega gradbeniškega besedišča nemalokrat poskrbi za dobro voljo – če se nelogičnim jezikovnim domisljam le znamo oz. smemo nasmejati. Še večkrat pa

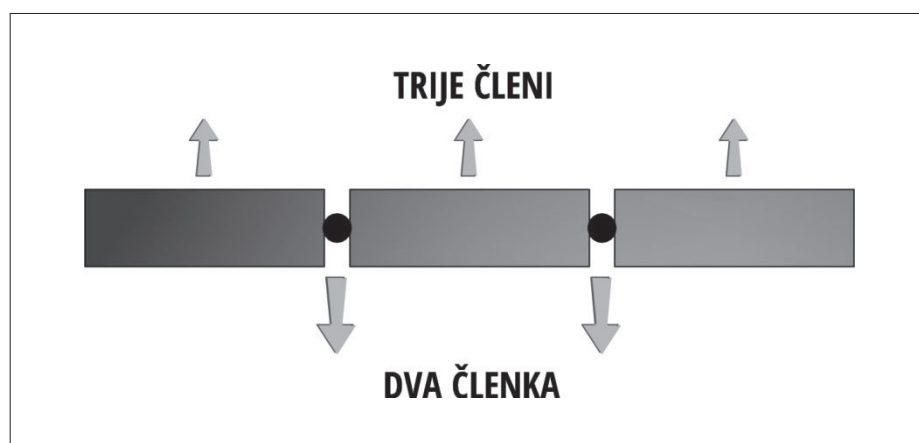
žal za slabo voljo poskrbijo konservativneži, ki tovrstne neumne in nepremišljene tvorjenke (največkrat iz tujega jezika) na vse pretege zagovarjajo in se jim nikakor niso pripravljani

odreči, ker je »tako vedno bilo in tako vedno bo«. Razumnih argumentov – razen nekajletnega obstoja in posledične uveljavljenosti besede – seveda nimajo, imajo pa morda »slab spomin«, predvsem pa položaj, moč in vpliv, s katerimi lahko »nepremišljeni« izraz prenašajo na mlade inženirje in ga tako »ohranjajo pri življenju«.

2 • RAZPRAVA

Tokrat se bomo lotili konstrukcij s členki. Členek je v gradbeništvo povsem enoumen pojem, v lepi knjižni slovenščini zgib (SAZU, 1994), v vsakdanjem gradbeništvo stik elementov konstrukcije, ki omogoča njihov medsebojni zasuk, za študente, ki se ukvarjajo s statiko konstrukcij, pa točka, v kateri ni upogibnih momentov. Tudi sestava »konstrukcije« na sliki 1 je povsem jasna: gre za tri člene, ki so povezani z dvema členkoma.

Tvorjenje (kakovostnega) pridevnika (kakšen?) iz besede členek načeloma ni težavno, obe različici (pomensko istega) pridevnika pa navaja tudi že Splošni tehniški slovar (Struna, 1978): (1) členkast in (2) členkovit. Tak, ki ima člene, je v slovenščini torej členkast. Če ima dva členka je dvočlenkast, če so členki trije, tri- ali tročlenkast itn. »Konstrukcija« na sliki 1 je torej tričlenska, ker je sestavljena iz treh členov, oziroma dvočlenkasta, ker ima



Slika 1 • Razlika med členom in členkom

dva členka. Bodimo konkretnjeji: lok, ki ima obe peti v temelja členkasto vpeti oz. sta ti členkasto podprti, je dvočlenkasti lok, če pa

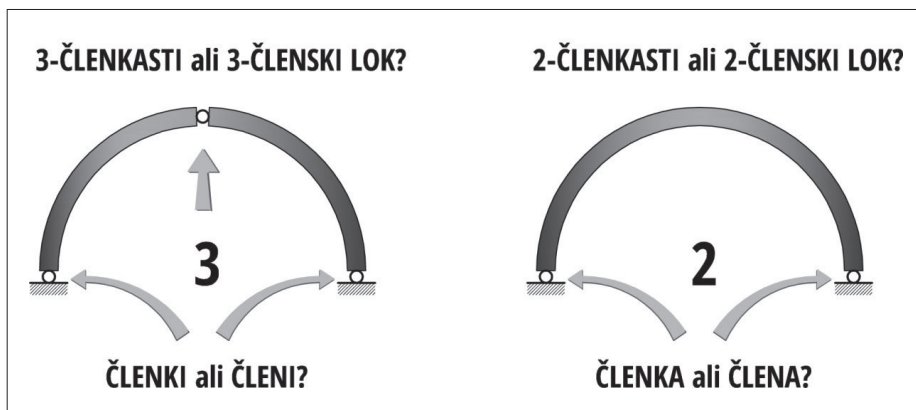
dodamo še temenski členek, dobimo tri- ali tročlenkasti lok. Povsem enako je z okvirjem. Žal inženirjev, ki bi ob vsem drugem

razmišljali še o jeziku, ki ga uporabljajo, očitno ni prav veliko: v slovenskem gradbeniškem jeziku imamo namreč »togo zabetonirane« dvočlenske oz. tročlenske loke in okvirje. Po pravilih slovenskega besedotvorja (Toporišič, 1976) so to loki in okvirji, ki imajo dva oz. tri člene in ne členke.

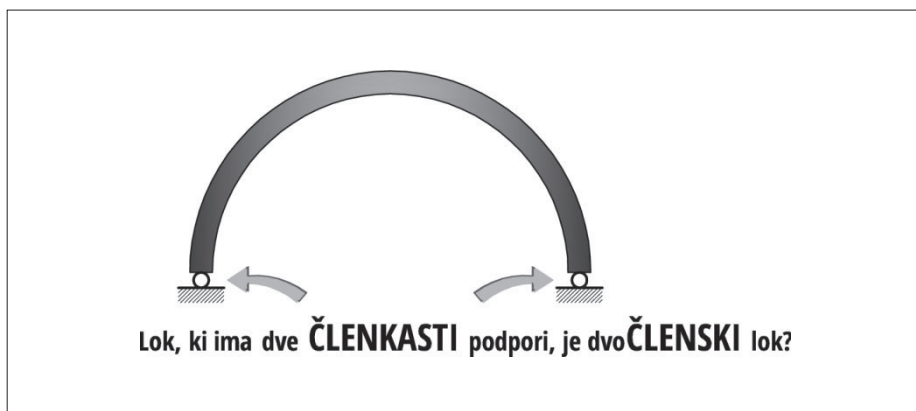
Člen in členek – jezikovno sicer bližnja sorodnika – v gradbeništvu nista sopomenki, pravzaprav gre za dva povsem različna pojma. Ustaljenost gor ali dol, pridevnika dvočlenski in tročlenski sta v pomenu dvočlenkasti in tročlenkasti očitno napačna. Njuna popularnost je zgolj posledica prevlade lenobne navajenosti nad strokovno in jezikovno korektnostjo. Če zgornja oznaka ne vzbudi zadrege, jo bo morda vprašanje: Iz katerih dveh členov pa je sestavljen dvočlenski lok (prim. slika 3)?

Še hujšo zadrego bo morda povzročilo vprašanje: Zakaj poznamo členkasto vpetje in členkasto podporo, ne poznamo pa členkastega loka, čeprav poimenovanje obojega izvira iz istega pojma – členka?

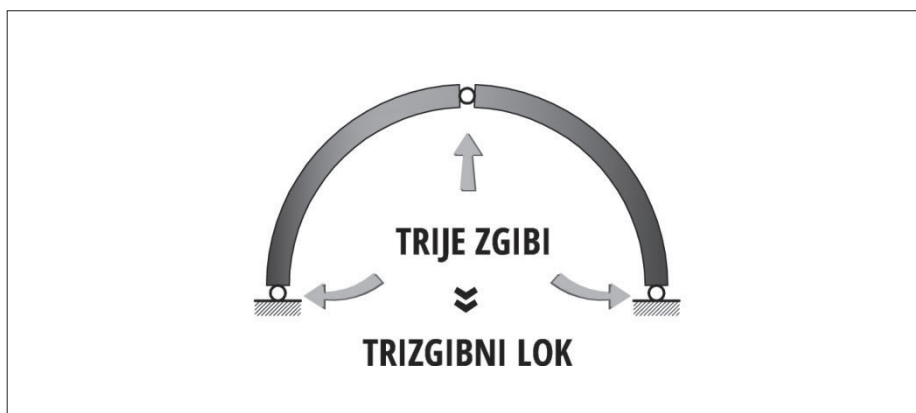
Problem »neumnega« poimenovanja ni nov, glede na vsa opozorila pri navedbi obeh izrazov v Splošnem tehniškem slovarju (Struna, 1978), je trmoglavo vztrajanje pri napačnem starejšem od samostojne Slovenije. Slovar namreč pri geslu členast dodaja razlago, da je to tak, ki je sestavljen iz členov, nadaljuje pa z opozorilom, da je treba izraz razlikovati od izraza členkast. Pri geslu členski slovar opozarja na nepravilno rabo pridevnika v zvezi dvočlenski, mnogočlenski, tričlenski lok. Pravzaprav avtorji slovarja tako rabo označujejo celo za »nedopustno za tehniški jezik«, ob primerih »nedopustne« rabe pa kot pravilno obliko navajajo: dvotečajni ali dvozgibni, trotečajni ali trozgibni lok. Ko bi namesto členka v slovenščini uveljavili zgib, bi težav s smiselnostjo izrazja ne imeli: pridevnik samostalnika zgib je namreč samo eden – zgibni –, dvozgibni lok in zgibna podpora pa jezikovno in strokovno povsem korektna.



Slika 2 • Členkasti ali členski?



Slika 3 • Obstoječ terminološki sistem?



Slika 4 • Zgib in zgibni

3 • SKLEP

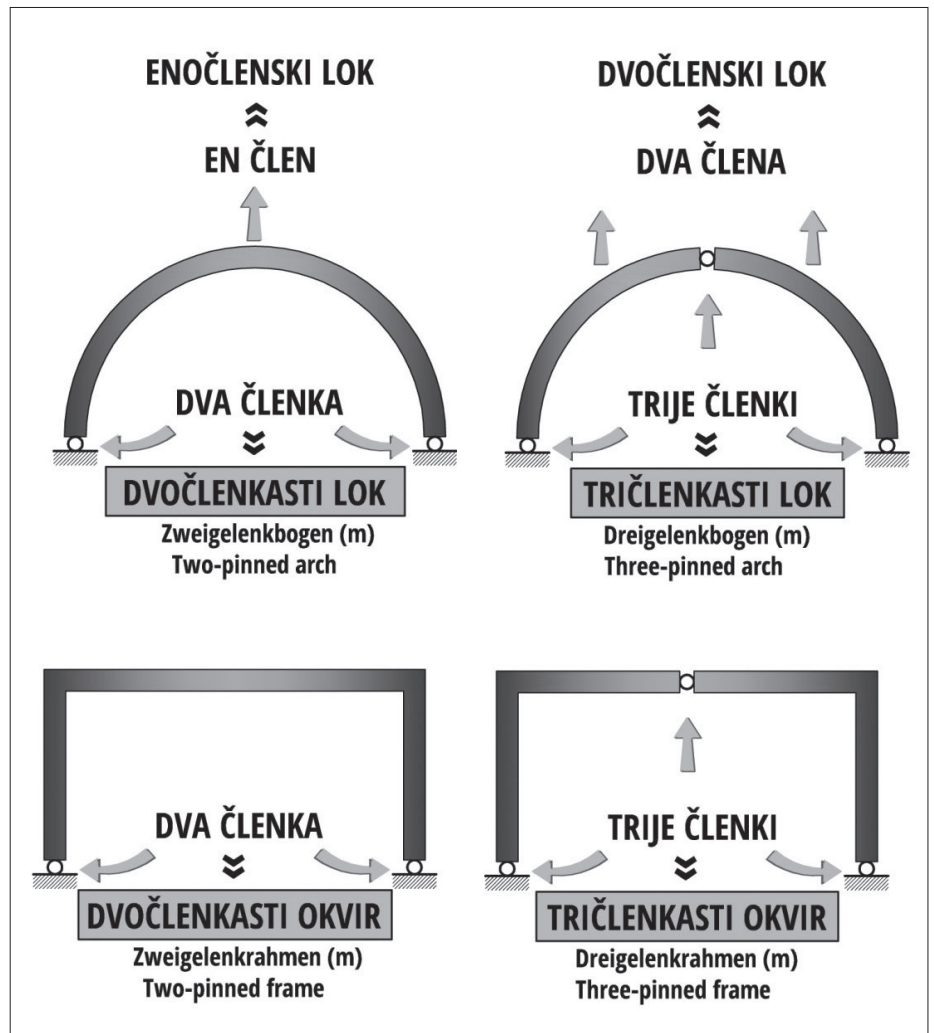
Ker bi oba »zglobna« izraza v konservativnih gradbeniških krogih najverjetneje povzročila predvsem vihanje nosu in zavijanje z očmi, predvsem pa poskrbela za še večji odpor do slovenščine, je najbolje spodbujati uporabo pravilnega »členkastega« izrazja: členek

– členkast. Pretvorba pridevnika členski v pridevnik členkasti žal ni delo lektorjev, ker ti iz slovenskih slovnice, pravopisa in slovarja ne morejo razbrati, koliko členkov ima konstrukcija, zato se bomo morali – četudi nam izraz ni všeč – disciplinirati kar strokovnjaki

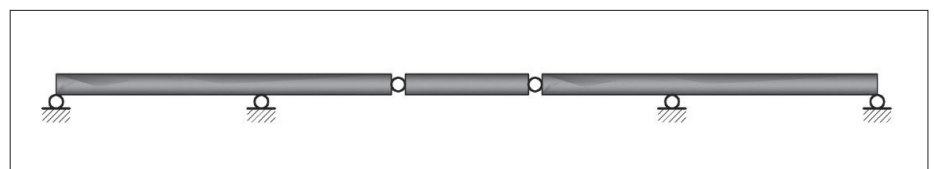
sami, ga usvojiti, zavestno uporabljati in prisiliti recenzente, da poleg strokovne recenzije strokovnih in znanstvenih besedil opravijo tudi terminološko recenzijo.

Konstrukcije s členki, tj. členkaste konstrukcije, niso več v modi, zato bomo svojo strokovno podkovanost in sposobnost discipliniranja pokazali pri sanacijah: bomo sanirali dvo- oz. tročlenkaste konstrukcije ali njihove dvo- oz. tročlenske strokovno in

jezikovno nepravilne popačenke? Da bo delo lažje steklo, najprej utrdimo snov: kakšen je nosilec na sliki 6?



Slika 5 • Korektni terminološki sistem z ustrezniki v angleškem (Gorse, 2012) in nemškem (Heidenreich, 2014) jeziku



Slika 6 • Gerberjev oz. dvočlenkasti nosilec

4 • LITERATURA

- Gorse, C. A., Johnston, D., Pritchard, M., Oxford dictionary of construction, surveying and civil engineering, University Press, Oxford, 2012.
- Heidenreich, S., Englisch für Architekten und Bauingenieure, English for Architects and Civil Engineers, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014.
- SAZU, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Slovar slovenskega knjižnega jezika, DZS, Ljubljana, 1970.
- Struna, A. in sodelavci, Splošni tehniški slovar, I. del, A–O, II. del P–Ž, 2. izdaja, Zveza inženirjev in tehnikov SR Slovenije, komisija za založništvo, tehniška sekcija Terminološke komisije SAZU, Ljubljana, 1978, 1981.
- Toporišič, J., Slovenska slovnica, Založba Obzorja, Maribor, 2000/1976.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Erik Raspet, Temperaturno-vlažnostna analiza masivnega betona z izpeljanim končnim elementom, mentor izr. prof. dr. Simon Schnabl, somentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

Petra Šoš, Analiza vpliva različnih debelin toplotne izolacije v sistemih inverznih in kombiniranih ravnih streh, mentor doc. dr. Roman Kunič

Neva Siebenreich, Ocena potresne odpornosti stavbe UL FGG na Hajdrihovi ulici s programoma 3Muri in SAP2000, mentor izr. prof. dr. Vlatko Bosiljkov, somentor asist. dr. David Antolinc

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM OPERATIVNO GRADBENIŠTVO

Tomaž Kralj, Odločanje med prenovo in novogradnjo Zadrúžnega doma Ig, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar

Zvonka Benko, Vpliv kemijskih dodatkov in alkalnega okolja na lastnosti apnenih injekcijskih mešanic z dolomitno moko, mentorica prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentorica asist. dr. Petra Štukovnik

Filip Tomažič, Analiza gradbeno fizikalnih lastnosti konstrukcijskih sklopov naravne gradnje, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentorica doc. dr. Mateja Dovjak

Anže Jerman, Analiza vpliva debeline toplotne izolacije na porabo energije za ogrevanje v odvisnosti od lokacije in oblike objekta, mentor doc. dr. Roman Kunič

Bojan Zahirovič, Faze zasnove in koncipiranja gradbenega investicijskega projekta, mentor viš. pred. dr. Aleksander Srdić

Jure Tratar, Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji objektov, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar

Tomaž Pikovnik, Priprava 3D modelov za 3D tisk, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

David Krumpeštar, Ocena poškodovanosti opečnih sten v odvisnosti od pomikov ter stroški popravila, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor asist. dr. Jure Snoj

Ana Frankovič, Agregat iz elektrofiltrskega pepela, pridobljen po postopku hladnega utrjevanja, mentorica prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentorica dr. Vilma Ducman

Vanja Lindič, Študija možnosti energetske prenove spomeniško zaščitene stavbe, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Roman Kunič

Maja Jordan, Analiza stanovanjskih najemnin v Mestni občini Ljubljana, mentorica izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor asist. mag. Matija Polajnar

Blaž Juvanec, Sprijemnost med vlaknastim betonom in armaturo, mentor doc. dr. Drago Saje

Matevž Žiberna, Finančna primerjava različnih podpornih konstrukcij pri mostogradnji, mentor viš. pred. dr. Aleksander Srdić, somentor asist. dr. Matej Kušar

Matic Kastelic, Analiza poteka izvedbe projekta vzdrževalnih cestnih priključkov, mentor viš. pred. dr. Aleksander Srdić

Aleš Bedek, Stroškovna in časovna analiza izgradnje mostu, mentor viš. pred. dr. Aleksander Srdić

Tadeja Košir, Zasnova in dimenzioniranje jeklenega razglednega stolpa, mentor doc. dr. Primož Može

I. STOPNJA – UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Matjaž Zupan, Analiza programov komunalnega opremljanja stavbnih zemljišč v občini Radovljica, mentorica izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor Rado Pintar

Gasper Slak, Rekonstrukcija križišča Zaloške in Zadobrovske ceste, mentor doc. dr. Peter Lipar, somentor viš. pred. mag. Robert Rijavec

Andraž Zalar, Idejna rekonstrukcija dveh križišč v mestu Cerknica, mentor doc. dr. Peter Lipar

Jure Zevnik, Dopolnitve enodimenzijskega matematičnega modela drobirskega toka in snežnih plazov, mentor prof. dr. Matjaž Četina, somentor prof. dr. Rudi Rajar

Anja Štrus, Analiza izbranih gradbeno – fizikalnih in okoljskih parametrov konstrukcijskih sklopov iz lesa, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentorica doc. dr. Mateja Dovjak

Tadeja Intihar, Izdelava računskih energetskih izkaznic za izbrana stanovanjska objekta, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentorica doc. dr. Mateja Dovjak

Andraž Marinčič, Primerjava vplivov lokacije na izboljšanje energijske učinkovitosti stavbe, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentorica dr. Živa Kristl

Luka Puntarič, Pristopi k projektiranju skoraj 0-energijske hiše, mentor doc. dr. Roman Kunič, somentorica dr. Živa Kristl

Aljaž Petrič, Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji mostu čez Ozlenšček v Ozeljanu, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar

Matej Opačić, Uporaba BIM za večmaterialno modeliranje in določitev računskih modelov, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek, somentor prof. dr. Boštjan Brank

Saša Otrin, Strokovne podlage za izvajanje zemljiške politike v občini Vrhnika, mentorica izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor asist. mag. Matija Polajnar

Marko Jačimovič, Vpliv metode za določanje vetrnih valov na emulzifikacijo razlite nafte, mentor izr. prof. dr. Dušan Žagar

Jan Cunja, Analiza in dimenzioniranje armiranobetonske plošče, mentor prof. dr. Boštjan Brank, somentorica prof. dr. Tatjana Isaković

Sabina Magyar, Definicija suše in njene posledice, mentor prof. dr. Mitja Brilly

Jan Kuštra, Projekt tri etažne industrijske stavbe s poudarkom na potresni odpornosti, mentor doc. dr. Franc Sinur

Alen Markovič, Varstvo pred požarom v železniškem prometu, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentorica asist. Darja Šemrov

Matjaž Podržaj, Zasnova pet etažne poslovne stavbe s poudarkom na potresnem odpornem projektiranju, mentor doc. dr. Franc Sinur

Katja Jagodic, Izračun zgornjega stroja za podano obremenitev, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentorica asist. Darja Šemrov

Sara Mikec, Primerjava sistemov ravnanja in predelave odpadne embalaže med Slovenijo in Nemčijo, mentorica prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov

Maruša Nahtigal, Energetska prenova večstanovanjske stavbe in njen vpliv na osvetljenost bivalnih prostorov, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Roman Kunič

Urban Kralj, Račun pomikov armiranobetonskih nosilcev, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Barbara Virant, Energetski in trajnostni vidiki lesene gradnje, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentorica doc. dr. Mateja Dovjak

Nives Šelekar, Vpliv stopnje prekonsolidacije in hitrosti striženja v direktnem strižnem aparatu na strižne karakteristike zemljin, mentorica doc. dr. Ana Petkovšek

Mija Sušnik, Primerjalna analiza ukrepov, ki vplivajo na spremembo odmevnega časa v prostoru, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor izr. prof. dr. Zvonko Jagličič

Urša Mrhar, Energetska sanacija na primeru javne stavbe, mentor doc. dr. Roman Kunič, somentorica doc. dr. Mateja Dovjak

Mateja Kopinšek, Zelena delovna mesta - doseganje ekološke podpore na vodnem področju, mentor prof. dr. Mitja Brilly

Monika Blatnik, Študija koncepta za doseganje skoraj ničenergijske hiše, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Roman Kunič

Dejan Bolarič, Vpliv vzdolžnih ojačitev na obnašanje upogibno obremenjenih lesenih nosilcev, mentor izr. prof. dr. Vlatko Bosiljkov, somentor asist. dr. David Antolinc

Jana Gomboši, Požarna odpornost konstrukcijskih elementov iz nerjavečega jekla, mentor doc. dr. Franc Sinur

Katja Novak, Statični račun enodružinske hiše na Jeličnem vrhu, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor izr. prof. dr. Sebastjan Bratina

Nenad Bulič, Optimalno dimenzioniranje osno-upogibno obremenjenega armiranobetonskega nosilca, mentor doc. dr. Drago Saje

David Cirman, Uporaba 4D modelov v gradbeništvu, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

Matevž Vertot, Uporaba ločilnih in FILTRSKIH geosintetikov v gradbeništvu, mentor izr. prof. dr. Janko Logar

Mihael Blaž, Idejna zasnova ureditve križišč na območju vzhodnega dela Masarykove ceste, mentor doc. dr. Tomaž Maher

Jovana Grubač, Hudourniške poplave, mentor prof. dr. Mitja Brilly, somentor doc. dr. Simon Rusjan

Mateja Uršič, Analiza zvočne zaščite stavbnih ovojev glede na različne nivoje zunanjega hrupa, mentorica doc. dr. Mateja Dovjak, somentor doc. dr. Roman Kunič

Stoš Brzin, Odločanje med prenovo in novogradnjo mostu čez Kokro pri Preddvoru, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar

Sara Poglajen, Primer uporabe BIM za trajnostno načrtovanje v Sloveniji, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

Luka Tavčar, Uporaba hibridnih momentnih okvirov na seizmičnih področjih, mentor doc. dr. Franc Sinur, somentor doc. dr. Primož Može

Blaž Jeraj, Energetska bilanca izbrane večstanovanjske stavbe s predlogi izboljšav, mentorica doc. dr. Mateja Dovjak, somentor doc. dr. Roman Kunič

Katja Ogris, Analiza ukrepov za doseganje minimalnih zahtev za novogradnje in večje prenove v skladu z Direktivo o energetski učinkovitosti stavb, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Roman Kunič

Blaž Hribar, Študija možnosti energetske prenove večstanovanjske stavbe, mentor doc. dr. Mitja Košir

Andraž Starc, Vpliv modeliranja razpokanih prerezov na potresno odporno projektiranje AB stavbe, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor Anže Babič

Jan Škrk, Matematično modeliranje toka v ribji stezi ob HE Arto Blanca, mentor prof. dr. Matjaž Četina, somentor asist. dr. Mario Krzyk

Andraž Dežman, Sprejemnost med betonom in armaturo, mentor doc. dr. Drago Saje

Luka Trček, Algoritem za natančen izračun potovalnih časov vlakov, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentorica asist. Darja Šemrov

Peter Kürbus, Projektiranje armiranobetonske stropne konstrukcije konkretnega objekta, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Marko Stermecki, Eksperimentalne preiskave in poenostavljena potresna analiza konstrukcijskega sistema JUBHome BASE, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor asist. dr. Jure Snoj

Žiga Domadenik, Dimenzioniranje značilnih lameliranih lepljenih lesenih nosilcev, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Alja Puš, Dimenzioniranje sestavljenih lesenih stebrov, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič, somentor doc. dr. Drago Saje

Matic Šušteršič, Izdelava računske energetske izkaznice za izbran objekt, mentorica doc. dr. Mateja Dovjak, somentor doc. dr. Roman Kunič

Lucijana Radošević, Primeri uporabe BIM za analizo trajnostnih vidikov, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

Jaš Zakrajšek, Nosilnost in deformabilnost sestavljenih lesenih strižnih sten, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Filip Andošek, Ocena potresne odpornosti družinske hiše na obrobju Ljubljane, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor asist. dr. Jure Snoj

I. STOPNJA – UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM OKOLJSKO GRADBENIŠTVO

Romina Korenika, Procesi ob stiku razlivanja nafte z morsko obalo, mentor izr. prof. dr. Dušan Žagar

Barbara Ilić, Primerjava različnih sistemov odvodnje v urbanih naseljih, mentor izr. prof. dr. Jože Panjan, somentor asist. dr. Mario Krzyk

Simon Lesjak, Načrtovanje ribjih prehodov: primer ureditve ribjega prehoda na Homškem jezcu, mentor doc. dr. Simon Rusjan

Urban Kristan, Umeščanje hidroenergetskega objekta v prostor, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. mag. Gašper Rak

Andraž Kete, Analiza varnosti sistema pregrad Moste-Završnica, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

Tadej Ostanek Jurina, Primerjava modelov širjenja nafte v morju po metodah trajektorij in sledenja delcev, mentor izr. prof. dr. Dušan Žagar

Lenka Zalokar, Analiza poplavnih valov vzdolž reke Save, mentorica doc. dr. Mojca Šraj, somentorica asist. dr. Mira Kobold

Jelko Gomboc, Modeliranje transporta kohezivnih sedimentov z modelom PCFLOW3D, mentor izr. prof. dr. Dušan Žagar

Klemen Zimic, Možnosti večnamenske izrabe vode mHE Možnica, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

Urban Repič, Analiza hidravličnih razmer v strmi strugi na primeru ureditve struge Hotoveljščice, mentor doc. dr. Simon Rusjan, somentor viš. pred. mag. Jošt Sodnik

Matjaž Zalokar, Prečni objekti na hudournikih, mentor doc. dr. Simon Rusjan, somentor viš. pred. mag. Jošt Sodnik

Aljoša Janežič, Analiza varnosti pregrade Vrhovo, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski, somentorica Nina Humar

Miha Tallarini, Analiza varnosti sistema pregrad Mavčiče-Medvode, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski, somentorica Nina Humar

Ana Cvikl, Vodarske strokovne podlage v načrtih zaščite in reševanja ob poplavih Bolske, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. dr. Daniel Kozelj

Gregor Strehar, Analiza ureditev iztočnih objektov na vodnih zadrževalnikih, mentor doc. dr. Simon Rusjan, somentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Nina Zupan, Energetska učinkovitost stavbe UL FGG na Hajdrihovi ulici 28, mentor izr. prof. dr. Zvonko Jagličič, somentorica asist. dr. Patricia Cotič

Jure Šuler, Dimenzioniranje in analiza mostnih opornikov iz armirane zemljine, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor dr. Stanislav Lenart

Anka Snedic, Analiza potresne ranljivosti nove šestetažne armiranobetonske stavbe, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentorica dr. Maja Kreslin

Barbara Fortuna, Določitev nastavitvev naprav za razvrščanje lesa v trdnostne razrede, mentor prof. dr. Goran Turk, somentor Mitja Plos

Kristjan Rojc, Priprava injekcijskih mešanic na osnovi določitnega polnila za kamnite zidove, mentor izr. prof. dr. Vlatko Bosiljkov, somentorica asist. dr. Petra Štukovnik

Gabrijela Jankovič, Stroškovna analiza energetske sanacije in konstrukcijske utrditve objekta Tobačne tovarne v Ljubljani, mentor izr. prof. dr. Vlatko Bosiljkov, somentorja asist. dr. David Antolinc in asist. dr. Patricia Cotič

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO, PROMETNO INŽENIRSTVO IN ARHITEKTURO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVA

Štefan Rajnar, Vrste in načini vgrajevanja asfaltnih zmesi, mentor doc. dr. Marko Renčelj, somentor izr. prof. dr. Bojan Žlender

Tadej Zagrušovcem, Analiza toplotne prehodnosti plitvo temeljene nepodkletene pasivne hiše, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor asist. dr. Primož Jelušič

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVA

Patrik Glavica, Statična in dinamična analiza lesene montažne enodružinske hiše, mentorica doc. dr. Erika Kozem Šilih, somentorica asist. Mateja Zlatinek

Aljaž Golub, Dimenzioniranje kontinuirnega cestnega sovprežnega mosta preko dveh razponov 31 m iz jekla S 355, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

Jani Kupčič, Predlog sanacije stare osnovne šole pri Svetem Tomažu, mentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj, somentorica doc. dr. Nataša Šuman

Leopold Mikek, Računska analiza nosilnosti jeklene strešne konstrukcije TEŠ 6, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

Sara Sajovic, Organizacija gradbišča in tehnološki procesi grajenja za poslovni kompleks Hranilnice Lon v Kranju, mentor izr. prof. dr. Uroš Klanšek, somentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj

Matej Slapnik, Opis stanja in predlog sanacije mosta Čermenica, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentorica Diana Zupanc

Natalija Zver, Analiza izvedb sanacij zemeljskega plazju v Florjanu, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor asist. dr. Primož Jelušič

2. STOPNJA, MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVA

Rok Gradišnik, Zasnova in računska analiza jeklenega stolpiča višine 30 m, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor izr. prof. dr. Bojan Žlender

Tamara Skok, Analiza možnih ukrepov za umirjanje prometa v križiščih znotraj naselja – primer križišča na Ptujju, mentor doc. dr. Marko Renčelj

I. STOPNJA – UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

Teja Brglez

Simon Lažeta

Irena Antolin

Žiga Bauman

Izidor Bukovšek

Andrej But

Monika Cestnik

David Dobrotinšek

Jernej Flajšman

Nino Gašpar

Živa Hanzič

Mihael Kodrič

Marcel Kuferšin

Vid Markota

Jan Osterž

Tomaž Škafar

Aleks Vegi Kalamar

Mitja Zrim

Rok Železnik

**UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA
GRADBENIŠTVO, PROMETNO INŽENIRSTVO IN
ARHITEKTURO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA**

**INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPO-
DARSKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO
– Bolonjski študijski program 1. stopnje**

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

**Mitja Furman
Andreja Kebler
Tamara Arcet
Ken Višnar**

Rubriko ureja • Eva Okorn, gradb.zveza@siol.net

Vsem diplomantom čestitamo!

Skladno z dogovoroma med ZDGITS in FGG-UL ter ZDGITS in FG-UM vsi diplomanti oddelkov za gradbeništvo in okoljsko gradbeništvo Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter diplomanti Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru prejemajo Gradbeni vestnik (12 števil) brezplačno. Vse, ki bodo želeli po prejemu 12. številke postati redni naročniki, prosimo, naj to čimprej sporočijo uredništvu na naslov: **GRADBENI VESTNIK, Karlovska cesta 3, 1000 Ljubljana**; telefon: (01) 52 40 200; faks: (01) 52 40 199; e-mail: gradb.zveza@siol.net.

ZDGITS in Uredništvo Gradbenega vestnika

KOLEDAR PRIREDITEV

19.-21.11.2015

3rd International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering (3rd ICRMCE)

Solo, Indonezija
http://sipil.ft.uns.ac.id/icrmce03/index_intro.php

20.11.2015

37. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije

Ljubljana, Slovenija
www.sdgk.si

25.-26.11.2015

22nd International Conference Concrete Days 2015

Litomyšl, Češka
www.cbsbeton.eu/en

26.-27.11.2015

15. kolokvij o asfaltih in bitumnih, ZAS

Bled, Slovenija
www.zdruzenje-zas.si/

2.-4.12.2015

International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry

Istanbul, Turčija
www.shc2015.org/home.html

2.-4.12.2015

ASA 2015 – 49th International Conference of the Architectural Science Association

Melbourne, Avstralija
<http://asa2015.abp.unimelb.edu.au/>

7.-9.12.2015

Building Simulation Conference 2015 (BS2015)

Hyderabad, Indija
www.bs2015.in/

14.-17.2.2016

Geotechnical and Structural Engineering Congress

Phoenix, Arizona, ZDA
www.geo-structures.org/

16.-18.3.2016

SBE 16 MALTA – Europe and the Mediterranean: Towards a Sustainable Built Environment

Valletta, Malta
www.sbe16malta.org

5.-7.4.2016

EE & RES 2016 – South-East European Congress & Exhibition on Energy Efficiency and Renewable Energy

Sofija, Bolgarija
<http://viaexpo.com/en/pages/ee-re-congress>

8.-11.5.2016

**IABSE Conference Guangzhou 2016
Bridges and Structures Sustainability-Seeking Intelligent Solutions**

Guangzhou, Kitajska
www.iabse.org/Guangzhou2016

24.-29.5.2016

1st European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference

Istanbul, Turčija
www.isec-society.org/EURO_MED_SEC_01/

22.-24.6.2016

CESB 16 – Central Europe towards Sustainable Building 2016

Praga, Češka
www.cesb.cz

17.-22.7.2016

35th International Conference on Coastal Engineering

Istanbul, Turčija
<http://icce2016.com/en/>

27.-29.7.2016

3rd International Conference on Structures and Architecture

Guimaraes, Portugalska
www.icsa2016.arquitectura.uminho.pt/

22.-25.8.2016

WCTE – World Conference on Timber Engineering

Dunaj, Avstrija
<http://wcte2016.conf.tuwien.ac.at/home/>

5.-6.10.2016

ICABE 2016 – International Conference on Architecture and Built Environment

Kuala Lumpur, Malezija
<https://icabe2016.wordpress.com>

16.-19.10.2016

IALCCE2016 – 5th International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering

Delft, Nizozemska
www.ialcce2016.org

Rubriko ureja • **Eva Okorn**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: gradb.zveza@siol.net