

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

UDK-UDC 05 : 625; tiskana izdaja ISSN 0017-2774;
spletna izdaja ISSN 2536-4332.
Ljubljana, marec 2021, letnik 70, str. 41-60

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200
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: **Jernej Mazij**
mag. Jernej Nučič
mag. Mojca Ravnikar Turk
UL FGG: **doc. dr. Matija Gams**
UM FGPA: **doc. dr. Milan Kuhta**
ZAG: **doc. dr. Aleš Žnidarič**

Glavni in odgovorni urednik:

izr. prof. dr. Sebastjan Bratina

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Romana Hudin

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

450 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 upokojence 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 všteti 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: sebastjan.bratina@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 **42**

mag. Mojca Ravnikar Turk, univ. dipl. inž. grad.
dr. Lidija Ržek, univ. dipl. inž. grad.
dr. Marjan Tušar, univ. dipl. kem.

KARAKTERIZACIJA S POLIMERI MODIFICIRANIH BITUMNOV Z REOLOŠKIMI PREISKAVAMI

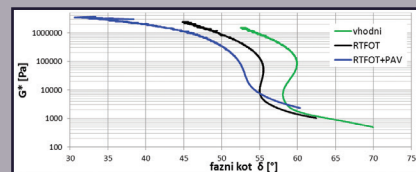
CHARACTERIZATION OF POLYMER-MODIFIED
BITUMENS WITH RHEOLOGICAL TESTS

stran **51**

doc. dr. Darko Drev, univ. dipl. inž. kem. inž.
doc. dr. Mario Krzyk, univ. dipl. inž. grad.

RAZISKAVA POMANKLJIVOSTI ZAKONA O VARSTVU OKOLJA IN NJEGOVIH PODZAKONSKIH AKTOV Z VIDIKA NAČRTOVANJA IN GRADNJE OBJEKTOV

INVESTIGATION OF THE DEFICIENCIES OF THE
ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT AND ITS
REGULATIONS IN TERMS OF BUILDING DESIGN AND
CONSTRUCTION



Fototrunki z gradbišča

stran **59**

Direkcija RS za infrastrukturo

VARNOSTNO-TEHNIČNA NADGRADNJA ŽELEZNIŠKEGA PREDORA KARAVANKE



Novi diplomanti

Eva Okorn

Koledar prireditev

Eva Okorn

Slika na naslovnici: Narivanje nadvoza Ranca na železniški progi Maribor-Šentilj, foto Milan Kuhta

KARAKTERIZACIJA S POLIMERI MODIFICIRANIH BITUMNOV Z REOLOŠKIMI PREISKAVAMI

CHARACTERIZATION OF POLYMER- MODIFIED BITUMENS WITH RHEOLOGICAL TESTS

mag. Mojca Ravnikar Turk, univ. dipl. inž. grad.

mojca.turk@zag.si

dr. Lidija Ržek, univ. dipl. inž. grad.

lidija.rzek@zag.si

dr. Marjan Tušar, univ. dipl. kem.

marjan.tusar@zag.si

ZAG, Dimičeva 12, Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 656.11:665.775(497.4)

Povzetek | Cestne povezave morajo biti odporne proti podnebnim in prometnim obremenitvam, intervali vzdrževanja asfaltnih vozišč pa čim daljši. Zato naftna industrija razvija vedno bolj odporne bitumne za cestogradnjo, hkrati pa se uveljavljajo nove preiskave, s katerimi lahko obnašanje bitumnom celovito ovrednotimo.

Za karakterizacijo s polimeri modificiranih bitumnov (PmB) osnovne preiskave trdote in zmehčišča, ki se že dolga leta uporabljajo, ne zadoščajo. Zato se določajo tudi reološke karakteristike. Za karakterizacijo se uporablja dinamični strižni reometer, s katerim v kontroliranih pogojih napetosti in deformacij na majhnih vzorcih bitumna določamo viskoelastične in plastične lastnosti vzorcev bitumna.

V prispevku so prikazani rezultati osnovnih in reoloških preiskav s polimeri modificiranih bitumnov različnih trdnostnih razredov, ki se uporabljajo v slovenskem prostoru.

Ključne besede: s polimeri modificiran bitumen, reologija, DSR, MSCRT

Summary | Roads and road asphalt pavements must be resistant to climatic and traffic loads, and maintenance intervals must be as long as possible. Therefore, the oil industry is developing increasingly resistant bitumens for road construction, and at the same time new investigations are being introduced with which we can comprehensively evaluate the behaviour of bitumen.

For the characterization of polymer-modified bitumens (PmB), simple investigations, such as softening point and bitumen penetration, which have been used for many years, are not sufficient. For this reason, rheological characteristics should also be determined. A dynamic shear rheometer device is used for bitumen characterization. Viscoelastic and plastic properties of the bitumens are determined on small samples under controlled conditions of stress and deformation.

The paper presents the results of traditional as well as rheological tests of polymer-modified bitumens of different strength classes.

Key words: polymer-modified bitumen, rheology, DSR, MSCRT

1 • UVOD

Asfaltna zmesi so sestavljene iz kamnitega agregata, veziva in polnil. Med seboj se razlikujejo po skeletni strukturi – zrnavostni krivulji kamenega agregata, ki vpliva na delež votlin in zgoščanje. Za polnilo se uporablja kamena moka, ki se pridobiva v kamnolomih in tudi na samih asfaltnih obratih pri odpraševanju. Za vezivo se uporablja bitumen, ki je pridobljen iz nafte, lahko pa je tudi sintetičen za posebne namene uporabe. Čeprav je delež bitumna v večini asfaltnih zmesi majhen, pa ima pomembno vlogo pri zagotavljanju trajnosti in obnašanju asfalta. Za razliko od kamenih agregatov se materialne karakteristike bitumnov pod vplivom UV-žarkov, temperature ter dinamičnih obremenitev spreminjajo.

V bitumne se dodajajo različne snovi za izboljšanje njihovih lastnosti. Najbolj pogosto je dodajanje polimerov, uporabljajo pa se tudi dodatki za boljše zgoščanje, dodatki za vgrajevanje pri nižjih temperaturah (na primer Sasobit) ali guma (v trdi obliki ali že vmešana v bitumen). Zahteve za bitumne so regulirane v evropskih standardih. Definirani so različni razredi oziroma karakteristike za posamezni razred bitumna. Veljavni evropski standardi obravnavajo bitumne glede na posamezen način njihove obdelave (običajni cestogradbeni bitumni, oksidirani bitumni, s polimeri modificirani bitumni (PmB) za cestogradnjo). V standardih so za posamezne razrede pred-

pisane fizikalne lastnosti bitumna. Evropski standard za običajne cestogradbene bitumne (SIST, 2009), le-te razvršča v tipe na podlagi fizikalnih lastnosti (predvsem vrednost penetracije (SIST, 2015a) pri 25 °C in zmečkščiča (SIST, 2015b)), ki so definirane za posamezni razred.

Evropski standard (SIST, 2010) prav tako razvršča s polimeri modificirane bitumne v posamezne tipe, vendar je nabor lastnosti večji (poleg penetracije in zmečkščiča tudi energija pri raztezanju in druge lastnosti). Veljavni evropski standard za PmB, ki je bil izdan leta 2010, reoloških lastnosti še ne zajema, vendar pa se reološke preiskave že več let v nekaterih državah izvajajo z namenom, da se pridobijo izkušnje, na podlagi katerih bo možno določiti kriterije za ustreznost bitumna. Od leta 2020 je v fazi pridobivanja soglasij na nacionalnih nivojih (v Sloveniji Slovenski Inštitut za standardizacijo) nova verzija evropskega standarda za PmB, ki zajema tudi podajanje reoloških karakteristik (SIST, 2020).

Leta 2013 je nemško zvezno ministrstvo za promet in digitalno infrastrukturo razširilo obseg preiskav vhodnih običajnih in s polimeri modificiranih cestogradbenih bitumnov z reološkimi preiskavami, ki sicer še vedno niso zahtevane v evropskem standardu za PmB (SIST, 2020), vendar so predvidene v novi izdaji. Nemčija na nacionalnem nivoju že

nekaj let zbira rezultate fizikalnih in reoloških preiskav, ki bodo služili za karakterizacijo s polimeri modificiranih bitumnov. Tako bo možno optimizirati in ciljno izbirati bitumne glede na namen uporabe oziroma podnebne razmere. Rezultati njihovih preiskav v letih 2013 in 2014 so podani v literaturi (Radenberg, 2016). V letu 2013 so vpeljali naslednje preiskave:

- določanje odpornosti proti otrdevanju pod vplivom toplote in zraka – 1. del: metoda RTFOT po EN 12607-1 (SIST, 2014) pri 163 °C (penetracija pri 25 °C in zmečkščiče),
- RTFOT + pospešeno staranje v tlačni posodi (PAV) EN 12607-1 + EN 14769 (SIST, 2012a) (penetracija pri 25 °C in zmečkščiče),
- reološke lastnosti z uporabo dinamičnega strižnega reometra (DSR (SISTe, 2012) in MSCRT (SIST, 2016)) ter
- ugotavljanje upogibne togosti – reometer z nosilcem, obremenjenim na upogib (BBR) (SIST, 2012c).

V Sloveniji se s polimeri modificirani bitumni uporabljajo predvsem na avtocestah. Zaradi drugačne klime in tradicije se uporabljajo s polimeri modificirani bitumni drugačnih razredov kot v Nemčiji, uporablja se predvsem PmB 45/80-65. Smiselno je, da tudi v Sloveniji pričnemo opravljanje teh preiskav v večjem obsegu in vzpostavimo bazo podatkov o bitumnih, ki se uporabljajo v našem prostoru. V zadnjih letih so tudi slovenski strokovnjaki (predstavniki naročnikov in izvajalcev asfaltnih del) začeli zbirati in vrednotiti rezultate zgoraj naštetih preiskav.

2 • STARANJE BITUMNOV

Običajno je bitumen, stranski proizvod pri predelavi surove nafte, sestavljen iz več kot 1000 spojin, pretežno ogljikovodikov. Sestava se razlikuje zaradi različnih virov nafte in načinov predelave. Na asfaltna baze se dostavi 'vhodni' bitumen, imenovan tudi 'originalni', 'osnovni' ali 'nestarani'. Staranje bitumna se prične takoj po njegovi proizvodnji, pomembno pa se bitumni postarajo med proizvodnjo asfaltnih zmesi zaradi visokih temperatur, ki jih ima posušeni kameni agregat, v katerega se vmeša bitumen, oziroma pri mešanju, transportu in vgradnji asfaltnih zmesi. Za simulacijo tega staranja, ki mu pravimo 'kratkotrajno staranje', je bila razvita laboratorijska metoda, imenovana RTFOT. Staranje bitumna se nadaljuje po vgradnji v asfaltno plast zaradi izpostavljenosti temperaturi

zraka, UV-sevanju, oksidaciji, izhlapevanju, izcejanju olj ... Za simulacijo tega staranja, ki mu pravimo 'dolgotrajno staranje', je bila razvita laboratorijska metoda, imenovana PAV. Če želimo simulirati staranje bitumna, vgrajenega več let v asfaltno plast, moramo izvesti oba laboratorijska postopka staranja (RTFOT+PAV).

Kratkotrajno se postarajo bitumni v vseh vgrajenih asfaltnih zmesih, dolgotrajno pa se postarajo predvsem bitumni, vgrajeni v zgornje obrabne plasti, ki so izpostavljene UV-sevanju in višjim temperaturam. Zato je življenjska doba asfaltov, vgrajenih v predore, daljša kot življenjska doba enakih asfaltov, vgrajenih na prisojnih legah. Zaradi staranja se spremenijo kemijske lastnosti, zato bitumen postane bolj trd in krhek, poveča

se viskoznost, poslabšata pa se adhezija in kohezija, kar vodi do površinskega izletavanja agregatnih zrn in nastanka razpok. Zaradi spreminjanja kemijske sestave se obnašanje postaranega bitumna razlikuje od obnašanja vhodnega bitumna. Ker pa je kemijska sestava nestaranih bitumnov raznolika in se razlikuje glede na vir nafte, se preverjajo fizikalne in reološke lastnosti bitumnov in ne njihove kemijske sestave.

Tik pred vgradnjo asfaltnih plasti ali kmalu po vgradnji se običajno odvzame vzorec asfalta za preiskave proizvedene zmesi ter za preiskave vgrajenih bitumnov. Bitumni se iz asfaltnih zmesi izločijo s pomočjo topila, nato pa se z destilacijo izločijo iz topila. Taki bitumni se imenujejo 'ponovno pridobljeni' oziroma 'ekstrahirani' bitumni. Karakteristike ekstrahiranih bitumnov bi morale biti podobne karakteristikam vhodnih bitumnov po kratkotrajnem staranju (RTFOT).

3 • REOLOŠKE PREISKAVE BITUMNOV

Beseda reologija je skovana iz grške besede 'rheo' (tok) in 'logia' (študija). Je interdisciplinarna veda, ki se ukvarja s proučevanjem vedenja o toku snovi v vseh agregatnih stanjih, predvsem v stanju med tekočim in med trdim stanjem, oziroma v pogojih in pri obremenitvah, ko se snovi odzovejo s plastičnim tečenjem in se ne obnašajo le elastično (http, 2019). Zato deformacije teh realnih snovi opisujemo z dvema komponentama deformacijskega modula (viskozni in elastični) v različnih deležih. Med viskoelastične snovi spadajo med, kri, medvretenčni diski v človeški hrbtnici in tudi bitumen.

Da lahko enolično določamo deformacijske module, se mora snov v celotnem območju reoloških meritev obnašati linearno. V območju linearnega viskoelastičnega odziva ostane struktura vzorca nespremenjena, merjene lastnosti pa so neodvisne od velikosti strižne deformacije. Tako lahko opredelimo viskozni in elastični doprinos k viskoelastičnemu odzivu. Ker se bitumni z višanjem temperature mehčajo in postajajo bolj tekoči (manj viskozni), moramo pri reoloških preiskavah bitumnov temu prilagajati velikost deformacij. Deformacije vzorcev bitumna morajo biti pri nižjih temperaturah manjše, pri višjih temperaturah pa so lahko večje, da ostane vzorec še vedno v območju linearnega viskoelastičnega odziva. Za bitumne sta v Evropi standardizirani dve preiskavi, ki se izvajata na dinamičnem strižnem reometru (angl. Dynamic Shear Rheometer). Pri dinamičnih strižnih preiskavah, t. i. DSR, se izvajajo oscilatorni testi pri različnih temperaturah, rezultata sta 'kompleksni strižni modul' in 'fazni kot' ('fazni zamik'), ki sta odvisna od temperature. Pri drugi standardizirani preiskavi, t. i. MSCRT (SIST, 2016), se izvajajo ciklični obremenitvi in razbremenitvi pri isti temperaturi (60 °C), rezultata sta 'neobnovljiva voljnost' in elastični 'povratek'.

3.1 Oscilatorni test (DSR)

Celoten odpor snovi na deformacijo merimo s kompleksnim strižnim modulom G^* in s faznim zamikom δ . Vrednost G^* izračunamo kot razmerje med strižno napetostjo τ_a in strižno deformacijo, γ_a .

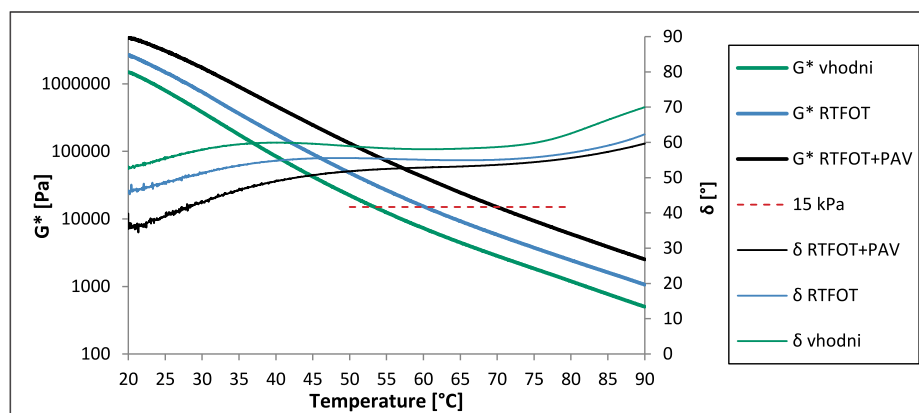
$$|G^*| = \frac{\tau_a}{\gamma_a} \quad (1)$$

Na slikah 1 in 2 so prikazani rezultati preiskave za vhodni, kratkotrajno starani (RTFOT) in dolgotrajno starani (RTFOT+PAV) s polimeri

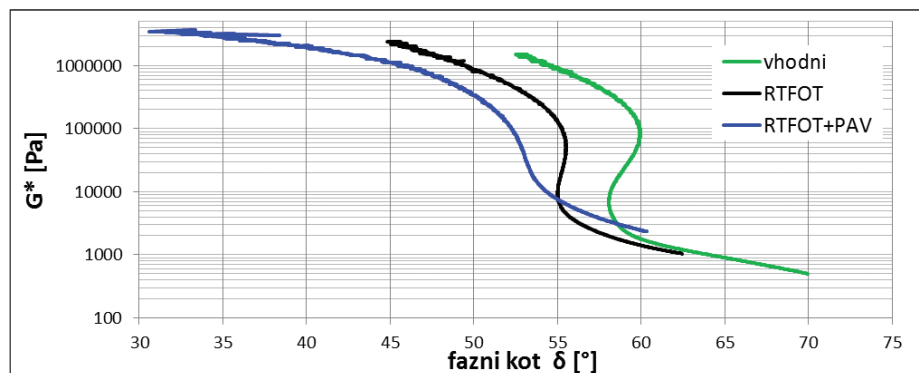
modificirani bitumen penetracije 45 do 80 (0,1 mm) in z zmehčiščem višjim od 65 °C z oznako PmB 45/80-65.

Preiskavo opisujejo evropski harmonizirani standard (SIST, 2012b) in druge specifikacije. V laboratoriju ZAG smo ugotovili, da dobimo največ podatkov, če jo izvajamo z zveznim potekom spreminjanja temperature. V Nemčiji so v tehničnih specifikacijah (FGSV) bolj po-

500 Pa ter stalnem oscilacijskem striženju s frekvenco 10 rad/s. Po preiskavi analiziramo rezultate ter odčitamo temperaturo in fazni kot, ko kompleksni strižni modul G^* doseže vrednost 15 kPa. Dobljena temperatura je pokazatelj zmehčanja, medtem ko je fazni kot dodatni pokazatelj viskoelastičnosti bitumna. Končna rezultata sta temperatura $T_{G^*=15kPa}$ ter fazni kot pri tej temperaturi $\delta_{G^*=15kPa}$. Pričakovana ponovljivost te preiskave je 1 °C, pričakovana obnovljivost pa 4 °C za polimerno modificirane bitumne. S preiskavo DSR določamo reološke karakteristike bitumna pri relativno



Slika 1 • Primer rezultatov oscilatornega testa (T-sweep) za PmB 45/80-65.



Slika 2 • Primer podajanja rezultatov oscilatornega testa (T-sweep) za PmB 45/80-65.

drobno opisali potek preiskave v dokumentu BTSV (Bitumen-Typisierung-Schnell-Verfahren), imenovanem 'Temperature sweep' oziroma 'T-sweep' (FGSV, 2017). Glavna razlika v postopku med EN-standardom in BTSV-specifikacijo je v spreminjanju temperature – po SIST EN 14770:2012 standardu se preiskava izvaja le pri posameznih temperaturah, po postopku T-sweep pa jo izvajamo s stalnim in enakomernim spreminjanjem temperature, kar daje boljši pogled na spreminjanje G^* in δ v odvisnosti od temperature. Po metodi T-sweep segrevamo bitumen v reometru s hitrostjo 1,2 °C na minuto pri stalni strižni napetosti

visokih temperaturah, saj $T_{G^*=15kPa}$ običajno znaša več kot 50 °C za nestarane s polimeri modificirane bitumne.

3.2 Ponavljajoči obremenilni in razbremenilni preskus lezenja (MSCRT)

Multiple-Stress Creep-Recovery test (MSCRT) so razvili strokovnjaki v ZDA za ugotavljanje potenciala za nastanek kolesnic v asfaltnih zmesih, vendar se uporablja tudi za oceno elastičnosti bitumnov. Preiskava se skladno s SIST EN 16559 (SIST, 2016) izvaja pri temperaturi 60 °C pri dveh strižnih napetostih, in sicer najprej pri 0,1 kPa in nato pri 3,2 kPa.

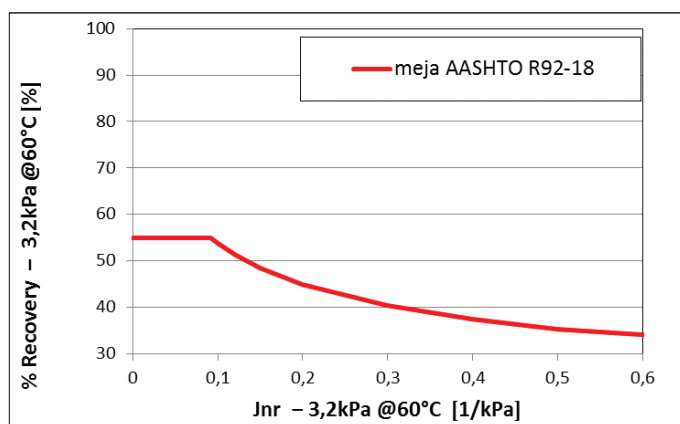
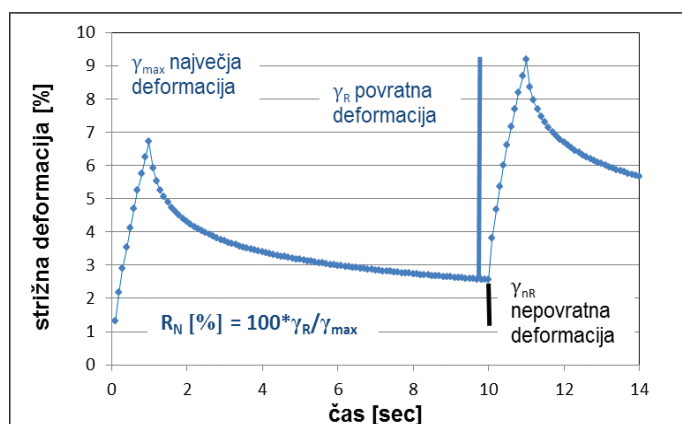
Preiskava MSCRT omogoča, da bitumen pri različnih navpičnih obremenitvah strižno obremenimo in merimo elastični povratek vzorca ter delež nepovratne deformacije. Na sliki 3a je prikazan en cikel preiskave.

Iz diagrama obremenjevanja in lezenja izvednotimo pri vsakem ciklu dva parametra, in sicer delež povratka (percentage of recovery), ki ga označimo s %R (%), in neobnovljivo voljnost (non-recoverable creep compliance) J_{nr} (kPa^{-1}), ki opredeli elastično deformabilnost materiala v odvisnosti od strižne sile. Rezultat preiskave je povprečje desetih ciklov pri

(MSCRT Test) (AASHTOb, 2018) so postavljene zahteve za kratkotrajno starane bitumne (po postopku RTFOT) za vrednost J_{nr} pri 3,2 kPa strižne napetosti ($J_{nr,3,2\text{kPa}}$). Preiskava naj bi potekala pri temperaturi, ki jo pričakujemo v asfaltni plasti (v večdnevem obdobju) ne glede na prometno obremenitev. Predlagano je vrednotenje ustreznosti bitumna glede na mejno krivuljo (2) za območje med J_{nr} od 0,1 kPa^{-1} do 2,0 kPa^{-1} . Za vrednosti J_{nr} , manjše od 0,1 kPa^{-1} , se upošteva zahteva $\%R_{\min}$ je 55 %. Če je J_{nr} večji od 2,0 kPa^{-1} , se upošteva $\%R = 0\%$. Diagram je prikazan na sliki 3b.

kolesnic. Obnašanje bitumnov pri MSCRT je drugačno kot pri preiskavi DSR. Parametra G^* in δ določamo pri oscilatorni strižni obremenitvi in razmeroma majhni strižni deformaciji. Parameter $G^*/\sin \delta$ zato ne opisuje odpornosti proti tvorjenju kolesnic pri velikih deformacijah. Pri majhnih deformacijah je učinek polimerov v bitumnih relativno majhen. Glavna prednost PmB je, da se lahko tudi po velikih deformacijah delno vrne v prvotno lego.

Da bi dobili realistične rezultate, moramo MSCRT-test izvajati pri najvišji realni večdnevni



Slika 3 • (a) Obremenilni in razbremenilni cikel pri MSCRT ter (b) diagram AASHTO R92-18.

posamezni strižni napetosti (običajno pri 3,2 kPa). Zaželeno je, da je delež povratka čim večji – za vhodne (nestarane) bitumne PmB se pričakuje delež povratka, večji od 80 %, velikost neobnovljive voljnosti pa naj bi bila čim manjša – manjša od 0,5 kPa^{-1} pri tlaku 3,2 kPa. Ker bitumen po kratkotrajnem staranju otdri, je velikost J_{nr} za starane bitumne po pričakovanju manjša kot pri vhodnem bitumnu. Zahtev za parametre MSCRT v evropskih in slovenskih standardih še ni.

V ameriškem standardu AASHTO R 92-18 (Evaluating the Elastic Behavior of Asphalt Binders Using the Multiple Stress Creep Recovery

$\%R(3,2)_{\min} = 29,371(J_{nr,3,2})^{-0,2633}$ (2) Glede na ameriške specifikacije AASHTO M 332-18 (AASHTOa, 2018) mora biti vrednost neobnovljive voljnosti $J_{nr,3,2\text{kPa}}$ za ekstremno težko prometno obremenitev manjša od 0,5 kPa^{-1} pri najvišji temperaturi, ki jo pričakujemo v asfaltni plasti (zgornja temperatura PG-grade).

Številne terenske in laboratorijske raziskave so potrdile, da parametra J_{nr} in %R, predvsem za PmB, bolje korelirata s potencialom tvorjenja kolesnic kot parameter $G^*/\sin \delta$, dobljen iz preiskave DSR, ki je bil prvotno predlagan v literaturi za oceno nastanka

temperaturi asfalta. Evropski standard SIST EN 16559:2016 zahteva, da se preiskava opravlja pri temperaturi 60 °C.

Pri MSCRT obremenjujemo PmB z večjimi strižnimi napetostmi in posledično z večjimi deformacijami, ki dobro simulirajo pogoje, ki jim je bitumen v asfaltu izpostavljen v času uporabe pri prometni obtežbi. Kadar obremenimo bitumen z velikimi silami in deformacijami, se na podlagi obnašanja bitumna pokaže vpliv izboljšane togosti zaradi vezi polimerov in tudi izboljšanje elastičnosti v primerjavi z običajnimi cestogradbenimi bitumni, ki polimerov nimajo.

4 • REZULTATI PREISKAV PmB 45/80-65

V Sloveniji se na prometno močno obremenjenih cestah (avtocestah) uporabljajo s polimeri modificirani bitumni z oznako PmB 45/80-65. Zato smo v laboratoriju ZAG Ljubljana z enako opremo in pod enakimi pogoji preiskovali te bitumne v letih 2018–2020. Vsi preiskovani vhodni bitumni so glede na izjave o lastnostih (DoP) in deklaracije ustrezali bitumnu PmB 45/80-65, proizvedeni so bili v različnih rafi-

nerijah, zato njihova kemična sestava in tudi dodani polimeri niso bili enaki.

V preglednici 1 so prikazani rezultati preiskav na originalnem (nestaranem) PmB. S preiskavami temperature zmečičišča T_{PK} , penetracijo Pen in temperaturo pretrgališča po Fraassu T_{Fraass} (SIST, 2015c) določamo fizikalne lastnosti bitumnov. S preiskavo penetracije

določimo trdoto bitumna, ki je izražena kot globina, ki jo doseže standardizirana igla pri navpični penetraciji pod težo 100 g in pri temperaturi bitumna $T = 25^\circ\text{C}$. Rezultat meritve penetracije uvršča običajne bitumne v različne razrede. Zmečičišče je določeno kot temperatura, pri kateri kroglica spolzi skozi prstan, napolnjen z bitumnom (prstan-kroglica PK). Rezultat meritve penetracije in T_{PK} uvršča PmB v različne razrede. Pretrgališče po Fraassu opisuje krhko obnašanje bitumna v nizkotemperaturnem območju (pod lediščem).

Plast bitumna nanese na kovinsko ploščico in jo izpostavimo izmeničnemu upogibanju in relaksiranju pri stalnem ohlajevanju. Pretrgališče je temperatura, pri kateri plast bitumna poči. Na rezultate te preiskave imata precejšen vpliv priprava vzorca in delovanje naprave.

V preglednicah 1, 2 in 3 so prikazani rezultati osnovnih in reoloških preiskav DSR (T-sweep) za pet originalnih, kratkotrajno in dolgotrajno starih bitumnov PmB 45/80-65. Preiskave so bile opravljene v letu 2019.

je penetracija PmB med 30 in 40 (0,1 mm), T_{PK} mora biti za naše podnebne razmere nad 70 °C, T_{Fraass} je zaželeno čim nižja. Temperatura, pri kateri je $G^*=15$ kPa, je običajno med 50 °C in 60 °C. PmB 45/80-65 lahko dosegajo povratek pri 60 °C tudi nad 90 %, pri čemer je neobnovljiva voljnost manjša od 0,100 kPa⁻¹.

Rezultati preiskav po RTFOT+PAV-staranju nakazujejo trend staranja v vgrajenem asfaltu. Običajno je penetracija PmB med 20 in 30

Rezultati reoloških preiskav so prikazani grafično za vzorca 3 in 4. Na slikah 4 in 5 je prikazana vrednost G^* in δ v odvisnosti od temperature za vhodne bitumne, po laboratorijskem kratkotrajnem staranju (_RTFOT) in po laboratorijskem dolgotrajnem staranju (_RTFOT+PAV). Preiskali smo tudi bitumen, ekstrahiran iz asfaltne zmesi (označeno s '_ekstr'), v kateri je bil bitumen števila 3 in številka 4. Rezultati bi morali biti podobni kot po kratkotrajnem staranju (RTFOT).

S slik 4 in 5 lahko ugotovimo:

- Kompleksni strižni modul G^* je pri vzorcu št. 3 nižji kot pri vzorcu št. 4, kar pomeni, da je bitumen št. 3 je nekoliko mehkejši.
- Laboratorijsko staranje (kratkotrajno in dolgotrajno) je povečalo trdoto bitumna št. 3 in št. 4, saj je vrednost G^* glede na vrednosti modula vhodnega bitumna v celotnem temperaturnem območju višja.
- Pri obeh vzorcih se po dolgotrajnem staranju fazni kot v celotnem temperaturnem območju zviša, vendar se pri vzorcu 3 zviša manj. Vzorec št. 3 bolj ohranja prvotne lastnosti po staranju – tako po dejanski vgradnji (_ekstr) kakor tudi po laboratorijskem staranju (_RTFOT).
- Pri vzorcu številka 4 je G^* _ekstr ekstrahiranega bitumna nižji kot po RTFOT-staranju, kar pomeni, da je vzorec med procesom proizvodnje asfalta bolj otrdel. Če je pri proizvodnji temperatura mešanja visoka, bitumen bolj otrdi. Pri vzorcu številka 3 je ujemanje boljše, G^* _ekstr ekstrahiranega bitumna je malo nižji kot G^* _RTFOT kratkotrajno staranega bitumna.

Na sliki 6 je prikazana vrednost J_{nr} in %R tako za vhodne bitumne kot po laboratorijskem staranju (RTFOT, RTFOT+PAV) ter za bitumen, ekstrahiran iz asfaltne zmesi. Zaželeno je, da ima bitumen čim večji delež povratka %R in da je hkrati neobnovljiva voljnost J_{nr} čim manjša. Ugotovimo lahko, da ima bitumen številka 3 boljše elastične lastnosti kot bitumen št. 4, saj je %R večji od 85 %, J_{nr} pa manjši od 0,1 kPa⁻¹. Za vrednotenje možnosti nastanka kolesnic so pomembne vrednosti preiskav na kratkotrajno starih oziroma za ekstrahiranih bitumnih. Na podlagi preiskave MSCRT lahko ugotovimo, da ima vzorec 3 boljše lastnosti kot vzorec številka 4. Oba vzorca pa glede na zahteve AASHTO (AASHTOa, 2018) ustrezata ekstremno težki prometni obremenitvi pri temperatur 60 °C.

Vzorec	Pen	T_{PK}	T_{Fraass}	G^* pri 15kPa (T_{15kPa})	δ pri $T_{G^*=15kPa}$ (δ_{15kPa})	%R pri 3,2 kPa	J_{nr} pri 3,2 kPa
Št.	(0,1 mm)	(°C)	(°C)	(°C)	(°)	(%)	(kPa ⁻¹)
1	53	83,4	-18	54,0	62,9	77,3	0,203
2	51	80,4	-18	54,4	64,2	75,6	0,252
3	59	81,6	-20	53,5	58,4	96,1	0,028
4	47	77,0	-18	54,8	62,3	59,5	0,350
5	59	78,4	-19	53,6	55,5	95,2	0,030

Preglednica 1 • Rezultati preiskav originalnih (vhodnih, nestaranih) bitumnov.

Preiskave na originalnem bitumnu so namenjene predvsem kontroli skladnosti dostavljenega bitumna z navedbami na izjavah o lastnostih.

Rezultati preiskav po RTFOT-staranju nakazujejo karakteristike vgrajenega bitumna. Običajno

(0,1 mm), T_{PK} pa se še poviša, saj bitumen otrdi. T_{Fraass} se zviša, kar ni zaželeno. Temperatura, pri kateri je $G^*=15$ kPa, je običajno med 60 °C in 70 °C, saj bitumen še dodatno otrdi, zato se zmanjšata tudi povratek pri 60 °C in neobnovljiva voljnost.

Vzorec	Pen	T_{PK}	T_{Fraass}	G^* pri 15kPa (T_{15kPa})	δ pri $T_{G^*=15kPa}$ (δ_{15kPa})	%R pri 3,2 kPa	J_{nr} pri 3,2 kPa
Št.	(0,1 mm)	(°C)	(°C)	(°C)	(°)	(%)	(kPa ⁻¹)
1	37	73,2	-12	58,6	61,6	60,5	0,198
2	37	74,0	-10	60,3	62,1	59,4	0,184
3	40	79,2	-14	59,9	55,1	90,6	0,033
4	34	74,8	-7	61,1	59,8	62,7	0,138
5	41	78,4	-12	57,6	54,4	92,0	0,034

Preglednica 2 • Rezultati preiskav kratkotrajno starih bitumnov (po RTFOT).

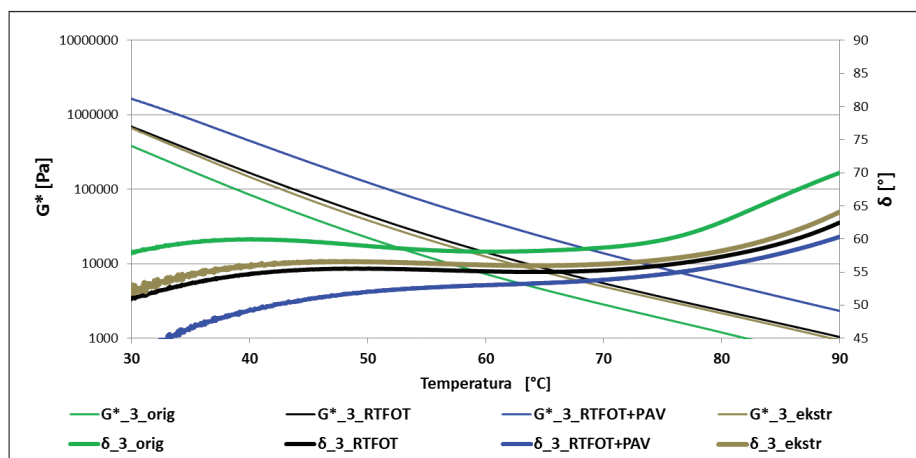
Vzorec	Pen	T_{PK}	T_{Fraass}	G^* pri 15kPa (T_{15kPa})	δ pri $T_{G^*=15kPa}$ (δ_{15kPa})	%R pri 3,2 kPa	J_{nr} pri 3,2 kPa
Št.	(0,1 mm)	(°C)	(°C)	(°C)	(°)	(%)	(kPa ⁻¹)
1	25	75,8	-8	58,6	61,6	73,1	0,046
2	23	74,8	-6	67,4	61,0	73,6	0,046
3	25	81,4	-9	69,6	53,7	88,2	0,015
4	20	80,6	-3	73,0	57,3	81,2	0,016
5	27	81,5	-9	67,1	53,0	89,3	0,018

Preglednica 3 • Rezultati preiskav dolgotrajno starih bitumnov (po RTFOT+PAV).

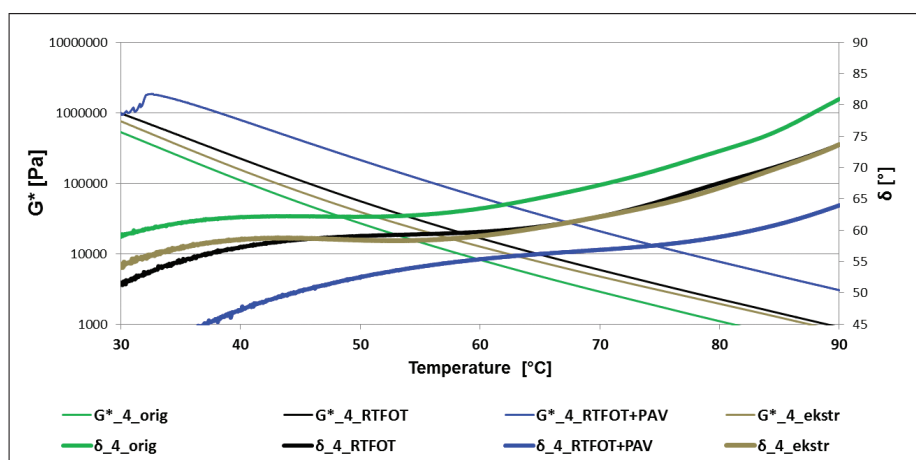
Poleg možnosti nastanka kolesnic lahko s preiskavo MSCRT na vhodnih bitumnih vrednotimo

stalnost oziroma nihanja v kakovosti dobavljenega bitumna istega proizvajalca. Izkušnje

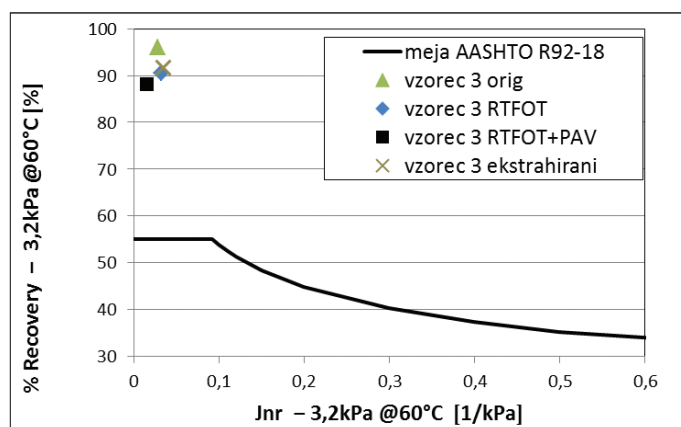
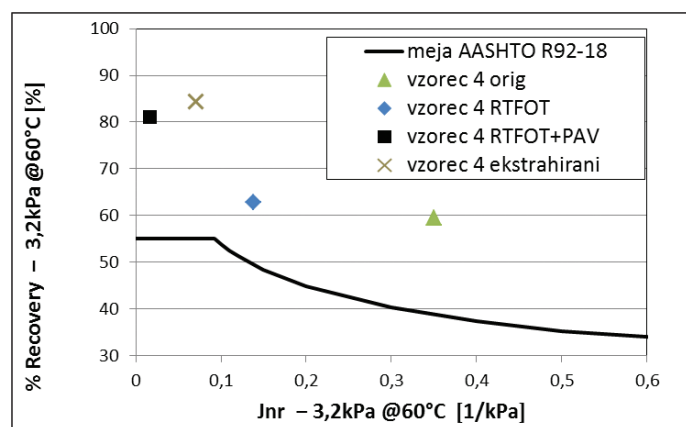
kažejo, da imajo vhodni bitumni istega proizvajalca podobne rezultate pri preiskavi MSCRT.



Slika 4 • Rezultati preiskave DSR za vzorec številka 3.



Slika 5 • Rezultati preiskave DSR za vzorec številka 4.



Slika 6 • Rezultati MSCRT pri 60 °C za PmB 45/80-65 vzorec 3 in vzorec 4.

5 • REZULTATI PRIMERJALNIH PREISKAV DSR PmB V NEMČIJI

V preglednici 4 so rezultati preiskave penetracije, izvedenih v Nemčiji v letih 2013 in 2014 (Radenberg, 2016). Ugotovimo lahko, da je standardna deviacija srednje vrednosti približno enaka za običajne in s polimeri modificirane cestogradbene bitumne.

V preglednici 5 so rezultati preiskave temperature zmečkšča (T_{PK}), izvedeni v Nemčiji v

letih 2013 in 2014. Ugotovimo lahko, da je standardna deviacija srednje vrednosti za s polimeri modificirane bitumen (PmB 25/55-55) večja kot za običajne cestogradbene bitumne (B50/70 in B70/100).

Na teh bitumnih so izvajali tudi preiskavo DSR s konstantnim spreminjanjem temperature (T-sweep). Po analizi rezultatov v letu 2013

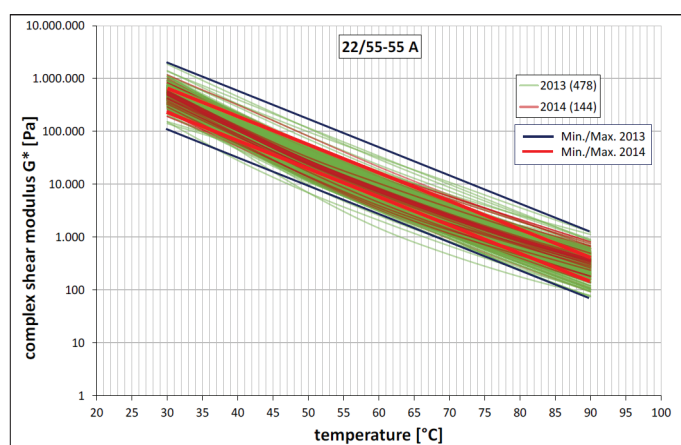
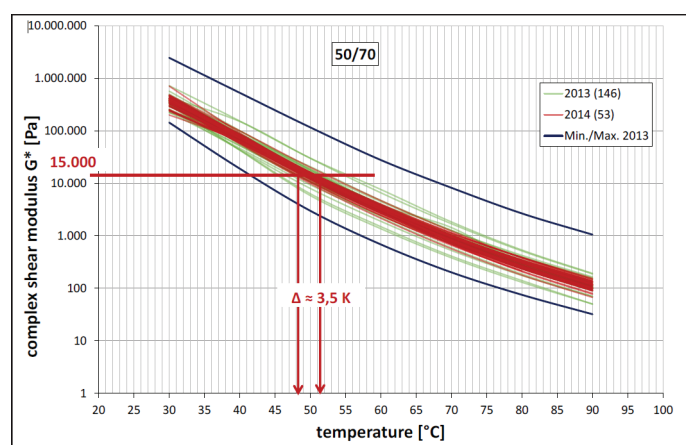
so ugotovili, da so odstopanja med dobljenimi vrednostmi precejšnja, zato so pripravili natančna navodila za izvedbo, tako so preiskovalci lahko izboljšali oziroma poenotili postopek preiskave DSR. V letu 2014 je bila izdana nemška tehnična specifikacija BTSV (T-sweep), kjer je izvedba preiskave opisana zelo natančno, kar je nujno za pridobivanje zanesljivih in konsistentnih rezultatov G^* in δ . Rezultati preiskave DSR (T-sweep) v letu 2014 so zato pokazali manjša odstopanja kot v letu 2013. V letu 2017 je bila pripravljena

razred	zahteva	srednja vrednost	standardna deviacija	najmanjša vrednost	največja vrednost	število vzorcev	leto
	(0,1 mm)	(0,1 mm)	(0,1 mm)	(0,1 mm)	(0,1 mm)		
B50/70	50-70	55,3	6,2	35,5	98,0	519	2013
B50/70	50-70	56,6	5,7	42,2	78,0	390	2014
B70/100	70-100	78,3	7,5	53,0	101,0	578	2013
B70/100	70-100	79,7	7,5	57,0	101,4	412	2014
PmB 25/55-55 A	25-55	43,2	5,3	26,0	66,0	629	2013
PmB 25/55-55 A	25-55	42,5	6,8	28,0	69,4	240	2014

Preglednica 4 • Rezultati preiskav penetracije vhodnih bitumnov.

razred	zahteva	srednja vrednost	standardna deviacija	najmanjša vrednost	največja vrednost	število vzorcev	leto
	(0,1 mm)	(0,1 mm)	(0,1 mm)	(0,1 mm)	(0,1 mm)		
B50/70	46-54	50,2	1,6	44,8	61,2	519	2013
B50/70	46-54	50,2	1,5	45,0	55,7	390	2014
B70/100	43-51	46,6	1,7	43,3	75,6	578	2013
B70/100	43-51	46,7	1,5	44,0	58,3	412	2014
PmB 25/55-55 A	≥ 55	59,3	3,4	49,0	86,0	629	2013
PmB 25/55-55 A	≥ 55	66,5	3,2	57,4	80,4	240	2014

Preglednica 5 • Rezultati preiskav zmečkšča vhodnih bitumnov.



Slika 7 • Rezultati preiskave DSR oziroma G^* v Nemčiji v letih 2013 in 2014: (a) B50/70, (b) PmB 22/55-55 (Radenberg, 2016).

nova izdaja te tehnične specifikacije (FGSV, 2017). Na sliki 7 so prikazani rezultati preiskave DSR (T-sweep) za običajni bitumen B50/70, ki se uporablja tudi v Sloveniji, ter za PmB 22/55-55, ki pa se v Sloveniji ne uporablja veliko.

Za običajne cestogradbene bitumne (npr. B50/70 in B70/100) vrednost zmečičišča

(T_{PK}) ustreza temperaturi pri vrednosti $G^* = 15 \text{ kPa}$. Rezultati obširnega testiranja na običajnem bitumnu B50/70 v letu 2014 so pokazali, da je bila razlika med najvišjo in najnižjo dobljeno temperaturo $3,5^\circ\text{C}$, kar je manj, kot je bila razlika med najvišjo in najnižjo dobljeno temperaturo ($10,7^\circ\text{C}$) pri preiskavi zmečičišča (T_{PK}) za bitumen B50/70. S pre-

iskavo DSR (T-sweep) je možno za običajne cestogradbene bitumne dobiti zelo zanesljiv podatek o vrednosti zmečičišča ob upoštevanju ($T_{PK} = T_{G^*=15 \text{ kPa}}$).

Rezultati preiskave DSR so pokazali, da so bili rezultati v letu 2014 bistveno bolj konsistentni tudi za PmB 22/55-55. Za PmB-bitumne zmečičišče T_{PK} ne korelira s $T_{G^*=15 \text{ kPa}}$.

6 • REZULTATI PREISKAV DSR PmB V SLOVENIJI

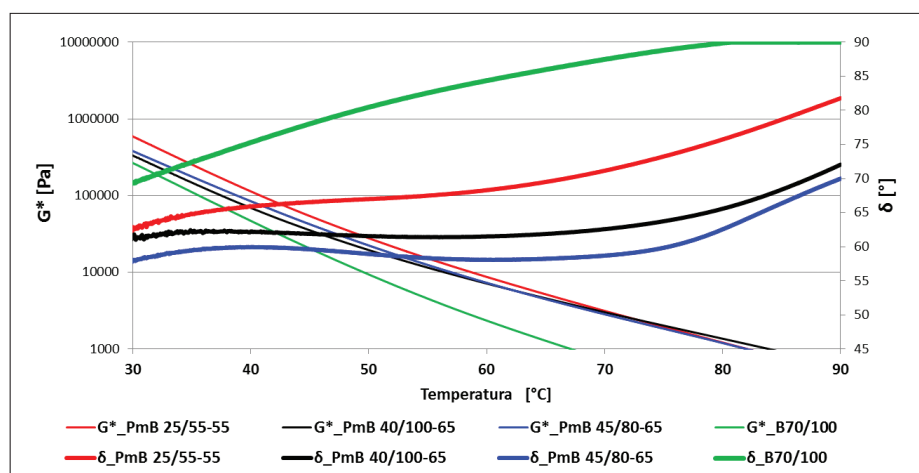
Na ZAG Ljubljana že več let izvajamo preiskavo DSR (T-sweep) skladno z nemško tehnično specifikacijo (FGSV, 2017). V spodnjem grafu so prikazani rezultati te preiskave (G^* in δ v temperaturnem območju 30°C do 90°C) na enem vhodnem cestogradbenem B70/100 bitumnu in na treh s polimeri modificiranih bitumnih različnih razredov, ki se uporabljajo v Sloveniji.

Iz rezultatov preiskave DSR štirih vhodnih bitumnov lahko ugotovimo:

- Vhodni B70/100 je pomembno mehkejši kot vsi navedeni PmB (G^* je manjši).
- Vhodni B70/100 je pomembno manj viskozen tako pri nižjih kot višjih temperaturah (fazni kot je velik).
- Vhodni PmB 45/80-65 izkazuje najboljše viskoelastične lastnosti (fazni kot je relativno majhen – v območju od 55° do 70°).

- Med vhodnim PmB 45/80-65 in PmB 40/100-65 ni pomembne razlike v togosti v tem temperaturnem razponu.

- Med vhodnim PmB 45/80-65 in PmB 25/55-55 so razlike v togosti pri temperaturah do 70°C .



Slika 8 • Rezultati preiskave DSR (T-sweep) štirih različnih vhodnih bitumnov.

7 • SKLEP

Opravljenе raziskave so pokazale, da je možno z reološkimi preiskavami pridobiti zanesljive in natančne podatke za običajne cestogradbene bitumne, in sicer o trdoti bitumna, zmečičišču ter najvišji priporočljivi temperaturi uporabe na cestah.

Predvsem za s polimeri modificirane bitumne pa so reološke preiskave bistveno celovitejši pokazatelj lastnosti bitumnov v primerjavi s fizikalnimi preiskavami, ki so sedaj v veljavi. S preiskavama DSR (T-sweep) in MSCRT dobimo podatke o trdoti bitumna, najvišji priporočljivi temperaturi uporabe ter tudi elasto-

plastičnih lastnostih vzdolž temperaturnega spektra. Zato so dobile reološke preiskave DSR in MSCRT tudi mesto v predlogu novega evropskega standarda za s polimeri modificirane bitumne.

Za običajne cestogradbene bitumne s preiskavo DSR (T-sweep) dobimo zanesljiv podatek o vrednosti zmečičišča ob upoštevanju relacije $T_{PK} = T_{G^*=15 \text{ kPa}}$. Novi evropski standard za okvirne zahteve s polimeri modificiranih bitumnov (EN 14023) uvaža podajanje lastnosti pri 15 kPa, vendar za PmB-bitumne zmečičišče ne korelira s $T_{G^*=15 \text{ kPa}}$.

Slaba stran reoloških preiskav je, da so zahtevnejše glede opreme in analize rezultatov ter da ne obstaja baza podatkov o reoloških lastnostih vhodnih, laboratorijsko starih in naravno starih oziroma v ceste vgrajenih bitumnov.

Z vzpostavitvijo baze podatkov za vhodne, starane in ekstrahirane bitumne različnih proizvajalcev bitumnov, z analizami obnašanja asfaltnih zmesi (laboratorijske preiskave utrujanja, nizkih temperatur) ter z monitoringom dejanskega obnašanja na cestah po vgradnji pa bo v daljšem časovnem obdobju možno optimizirati izbiro bitumnov za uporabo v različnih podnebnih razmerah v Sloveniji in posledično optimizirati stroške cestogradnje.

8 • LITERATURA

AASHTOa, AASHTO M 332-18 Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test, The American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018.

AASHTO, AASHTO R 92-18. Evaluating the Elastic Behavior of Asphalt Binders Using the Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test, The American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018.

FGSV, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, AL DSR – Prüfung (BTSV – Bitumen-Typisierung-Schnell-Verfahren), Köln, 2017.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Rheology>, 2019.

Radenberg M., Gehrke M., Extended bitumen testing in Germany, 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Prague, June 2016.

SIST, SIST EN 12591:2009, Bitumen in bitumenska veziva – Specifikacije za cestogradbene bitumne, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2009.

SIST, SIST EN 14023:2010, Bitumen in bitumenska veziva - Okvirna specifikacija za bitumne, modificirane s polimeri, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2010.

SIST, SIST EN 14769:2012, Bitumen in bitumenska veziva - Pospešeno staranje v tlačni posodi (PAV), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2012a.

SIST, SIST EN 14770:2012, Bitumen in bitumenska veziva - Ugotavljanje kompleksnega strižnega modula in faznega kota (DSR), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2012b.

SIST, SIST EN 14771:2012, Bitumen in bitumenska veziva – Ugotavljanje upogibne togosti – Reometer z nosilcem, obremenjenim na upogib (BBR), Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2012c.

SIST, SIST EN 12607-1:2014, Bitumen in bitumenska veziva - Določevanje odpornosti proti utrjevanju pod vplivom toplote in zraka, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2014.

SIST, SIST EN 1426:2015. Bitumen in bitumenska veziva - Določanje penetracije z iglo, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2015a.

SIST, SIST EN 1427:2015, Bitumen in bitumenska veziva - Določanje zmehčišča - Metoda prstana in kroglice, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2015b.

SIST, SIST EN 12593:2015, Bitumen in bitumenska veziva - Določanje pretrgališča po Fraassu, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2015c.

SIST, SIST EN 16659:2016, Bitumen in bitumenska veziva - Ponavljajoči obremenilni in razbremenilni preskus lezenja - MSCRT, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2016.

SIST, oSIST prEN 14023:2020, Bitumen in bitumenska veziva - Okvirna specifikacija za bitumne, modificirane s polimeri, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2020.

Wistuba, J. S. Michael P., Tipizacija bitumna z uporabo dinamičnega strižnega reometra, 16. Kolokvij: Asfalti, bitumni in vozišča, Bled, 2017.

RAZISKAVA POMANKLJIVOSTI ZAKONA O VARSTVU OKOLJA IN NJEGOVIH PODZAKONSKIH AKTOV Z VIDIKA NAČRTOVANJA IN GRADNJE OBJEKTOV INVESTIGATION OF THE DEFICIENCIES OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT AND ITS REGULATIONS IN TERMS OF BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION

doc. dr. Darko Drev, univ. dipl. inž. kem. inž.

darko.drev@gmail.com

doc. dr. Mario Krzyk, univ. dipl. inž. grad.

mario.krzyk@fgg.uni-lj.si

UL FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 328.34:656.11(497.4)

Povzetek | Zakon o varstvu okolja (ZVO) in njegovi podzakonski akti povzročajo precejšnje težave pri načrtovanju, izgradnji in obratovanju objektov. Tega se zavedajo gospodarstveniki, politiki in tudi ostalo prebivalstvo. Gospodarstveniki se pritožujejo zaradi dolgotrajnih postopkov pri umeščanju objektov v prostor ter pri pridobitvi gradbenih in uporabnih dovoljenj. To ugotavljajo tudi politiki in poskušajo s pogostimi spremembami ZVO in njegovih podzakonskih aktov ustreči zahtevam posameznih interesnih skupin iz gospodarstva in lokalne skupnosti. Okoljevarstvene organizacije in civilna družba nasprotujejo zahtevam interesnih skupin po zniževanju okoljevarstvenih standardov. Strokovna javnost (univerze, inštituti, stanovske zbornice itd.) pri tem nimajo velikega vpliva.

Ključne besede: varovanje okolja, načrtovanje, izgradnja, obratovanje objektov

Summary | The Environmental Protection Act and its regulations cause significant difficulties in the design, construction and operation of buildings. Businessmen, politicians and the rest of the population are aware of this. Businessmen are complaining about lengthy procedures in spatial planning, obtaining building and operating permits. Also politicians recognise this when trying to meet the requirements of individual interest groups from the economy and the local community through frequent changes to the Environmental Protection Act and its regulations. Environmental organizations and civil society oppose the demands of interest groups to lower environmental standards. The professional public (universities, institutes, professional chambers, etc.) does not have much influence on this.

Key words: environmental protection, design, construction, operation of buildings

1 • UVOD

Tik pred sprejetjem je novi Zakon o varstvu okolja (RS, 2020), ki naj bi odpravil težave, ki nastajajo pri umeščanju objektov v prostor, načrtovanju in izgradnji objektov ter njihovem obratovanju. Žal se to verjetno ne bo zgodilo, saj je predlog novega ZVO neustrezen za razreševanje omenjenih problemov. Gre namreč le za razne popravke in dopolnitve veljavnega ZVO (UL RS, 2006). Situacija je približno takšna, kakor da bi se odločili za obnovo stare stanovanjske hiše, pri kateri pušča streha, v kleti ob večjih padavinah vdira podtalnica, okna in vrata slabo tesnijo, toplotna izolacija je slaba, prostori so slabo funkcionalni itd. V takšnem primeru je boljše, če se odločimo za nadomestno gradnjo. Tudi pri zakonski ureditvi problematike varovanja okolja je najboljše, če se pripravi novi ZVO. Ta zakon naj vsebuje dovolj jasno definirane

vse glavne vsebinske sklope, ki so potrebni za varovanje okolja (varovanje zraka, varovanje vode, varovanje zemlje, varovanje pred onesnaževanjem s hrupom, varovanje naravnega habitata, varovanja kulturne dediščine itd.). Osnovna naloga vsakega področnega zakona je, da poskuša na ustrezen način uveljaviti v Ustavo RS (UL RS, 1991) zapisane pravice in dolžnosti s področja, ki ga obravnava. Ustava RS (UL RS, 1991) je najvišje rangirani predpis v državi. Potem sledijo EU-direktive in -uredbe, ki so višje rangirane od področnih zakonov držav, članic Evropske unije (EU). Šele nato so na vrsti ukrepi za doseganje političnih ciljev posamezne države, članice EU.

ZVO (RS, 2020) in njegove podzakonske akte so pripravljali očitno po drugačnem vrstnem redu. Občutek je, da je bil pristop približno tak-

šen kot pri popravilu omenjene stare hiše. Ker so se v zadnjem času pojavili veliki problemi z odpadki, se zadnja verzija ZVO (RS, 2020) veliko ukvarja s to problematiko, varovanja voda pa sploh ne omenja. V Ustavo RS (UL RS, 1991) zapisana pravica do pitne vode še očitno ni prišla na vrsto. Relativno slabo je regulirano tudi varovanje zraka, čeprav ima Slovenija zelo velike probleme pri zagotavljanju ustreznosti kakovosti zraka v urbanih okoljih (čezmerna vsebnost prašnih delcev, NOx, neprijetne vonjave itd.). Relativno slabo je urejena tudi problematika zaščite zemlje, varstvo naravnega habitata itd.

Politika bi morala pred pripravo novega ZVO temeljito razmisliti o tem, kakšno stopnjo varovanja okolja želi in kaj je pripravljena za to narediti. Premalo je to, da se vse politične stranke načelno zavzemajo za »zeleno deželo«, po drugi strani pa dovolijo, da se čezmerno onesnažujejo zrak, voda, zemlja, biotska raznovrstnost itd.

2 • RAZISKOVALNI DEL

2.1 Implementacija v Ustavo RS zapisanih zahtev s področja varovanja okolja v ZVO

Ustava Republike Slovenije (UL RS, 1991) obravnava problematiko varovanja okolja v členih 70, 70a, 71, 72 in 73.

70. člen (javno dobro in naravna bogastva)

Na javnem dobrem se lahko pridobi posebna pravica uporabe pod pogoji, ki jih določa zakon. Zakon določa pogoje, pod katerimi se smejo izkoriščati naravna bogastva.

Zakon lahko določi, da smejo naravna bogastva izkoriščati tudi tuje osebe, in določi pogoje za izkoriščanje.

70.a člen (pravica do pitne vode)

Vsakdo ima pravico do pitne vode.

Vodni viri so javno dobro v upravljanju države. Vodni viri služijo prednostno in trajnostno oskrbi prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev in v tem delu niso tržno blago.

Oskrbo prebivalstva s pitno vodo in z vodo za oskrbo gospodinjstev zagotavlja država preko samoupravnih lokalnih skupnosti neposredno in neprofitno.

71. člen (varstvo zemljišč)

Zakon določa zaradi smotrnega izkoriščanja posebne pogoje za uporabo zemljišč.

Zakon določa posebno varstvo kmetijskih zemljišč.

Država skrbi za gospodarski, kulturni in socialni napredek prebivalstva na gorskih in hribovitih območjih.

72. člen (zdravo življenjsko okolje). Vsakdo ima v skladu z zakonom pravico do zdravega življenjskega okolja.

Država skrbi za zdravo življenjsko okolje. V ta namen zakon določa pogoje in načine za opravljanje gospodarskih in drugih dejavnosti.

Zakon določa, ob katerih pogojih in v kakšnem obsegu je povzročitelj škode v življenjskem okolju dolžan poravnati škodo. Varstvo živali pred mučenjem ureja zakon.

73. člen (varovanje naravne in kulturne dediščine)

Vsakdo je dolžan v skladu z zakonom varovati naravne znamenitosti in redkosti ter kulturne spomenike.

Država in lokalne skupnosti skrbijo za ohranjanje naravne in kulturne dediščine.

ZVO (UL RS, 2006) v uvodnem delu ne navaja, da upošteva v Ustavo RS (UL RS, 1991) zapisane določbe s področja varovanja okolja. S pravniškega vidika je to lahko razumljivo, saj morajo biti vsi zakoni skladni z Ustavo RS (UL RS, 1991). Podobno velja tudi za evropske (EU) direktive, saj je Slovenija članica Evropske unije. V preglednici 1 so prikazani stanje implementacije Ustave RS (UL RS, 1991) v veljavnem

ZVO (UL RS, 2006) in njegovi podzakonski akti ter osnutek novega ZVO (RS, 2020). Gre za subjektivno oceno avtorjev.

Zap. št.	Št. člena	Stanje	Izvajanje v praksi
1	70	da	zadovoljivo
2	70a	ne	nezadovoljivo
3	71	da	nezadovoljivo
4	72	delno	nezadovoljivo
5	73	da	zadovoljivo

Preglednica 1 • Stanje implementacije 70., 70a, 71., 72 in 73. člena Ustave RS (UL RS, 1991) v ZVO (UL RS, 2006) ter izvajanje v praksi.

2.2 Implementacija EU-direktiv s področja varovanja okolja v ZVO

Vsi slovenski zakoni bi morali upoštevati zahteve EU-direktiv, pa jih pogosto ne upoštevajo. Veljavni ZVO (UL RS, 2006) v uvodnem delu navaja, katere direktive EU prenaša v pravni red Republike Slovenije. V osnutku novega ZVO (RS, 2020) se v pravni red Republike Slovenije delno prenašajo naslednje direktive Evropske unije:

1. Direktiva 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja (prenovitev), (UL EU št. L 334 z dne 17. decembra 2010, stran 17), 2010 (UL EU,

- 2010), spremenjena s popravkom (UL EU št. L 158 z dne 19. junija 2012, stran 25) (UL EU, 2012d), v nadaljnjem besedilu: Direktiva 2010/75/EU.
2. Direktiva 2012/18/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 4. julija 2012 (UL EU, 2012) o obvladovanju nevarnosti večjih nesreč, v katere so vključene nevarne snovi, ki spreminja in nato razveljavlja Direktivo Sveta 96/82/ES (UL št. L 197 z dne 24. julija 2012, str. 1) (UL EU, 2012b).
 3. Direktiva 2001/42/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 27. junija 2001 o presoji vplivov nekaterih načrtov in programov na okolje (UL št. L 197 z dne 21. julija 2001, stran 30) (UL EU, 2001).
 4. Direktiva 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. decembra 2011 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (UL št. L 26 z dne 28. januarja 2012, stran 1) (UL EU, 2012a), zadnjič spremenjena z Direktivo 2014/52/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. aprila 2014 o spremembi Direktive 2011/92/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (UL št. L 124 z dne 25. aprila 2014, stran 1) (UL EU, 2014).
 5. Direktiva 2003/4/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 28. januarja 2003 o dostopu javnosti do informacij o okolju in o razveljavitvi Direktive Sveta 90/313/EGS (UL št. L 41 z dne 14. februarja 2003, stran 26) (UL EU, 2003a).
 6. Direktiva 2003/87/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. oktobra 2003 o vzpostavitvi sheme za trgovanje s pravicami za izpuščanje toplogrednih plinov v Skupnosti in spremembami Direktive 96/61/ES (UL EU št. L 275 z dne 25. oktobra 2003, stran 32) (UL EU, 2003b), zadnjič spremenjena z Delegiranim sklepom Komisije (EU) 2020/1071 z dne 18. maja 2020 o spremembi Direktive 2003/87/ES Evropskega parlamenta in Sveta glede izključitve dohodnih letov iz Švice iz sistema EU za trgovanje z emisijami (UL št. L 234 z dne 21. julija 2020, stran 16) (UL EU, 2020b).
 7. Direktiva 2004/35/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. aprila 2004 o okoljski odgovornosti v zvezi s preprečevanjem in sanacijo okoljske škode (UL št. L 143 z dne 30. aprila 2004, str. 56) (UL EU, 2004), zadnjič spremenjena z Uredbo (EU) 2019/1010 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o uskladitvi obveznosti poročanja na področju zakonodaje, povezane z okoljem, ter spremembi uredb (ES) št. 166/2006 in (EU) št. 995/2010 Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv 2002/49/ES, 2004/35/ES, 2007/2/ES, 2009/147/ES in 2010/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta, uredb Sveta (ES) št. 338/97 in št. 2173/2005 ter Direktive Sveta 86/278/EGS (UL št. L 160, z dne 25. junija 2019, str. 115) (UL EU, 2019c); v nadaljnjem besedilu: Direktiva 2004/35/ES.
 8. Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo (UL št. L 152 z dne 11. 6. 2008, stran 1), (UL EU, 2008a), zadnjič spremenjena z Direktivo Komisije (EU) 2015/1480 z dne 28. avgusta 2015 o spremembi nekaterih prilog k direktivama 2004/107/ES in 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta ter določitvi pravil glede referenčnih metod, potrjevanja podatkov in umestitve mest vzorčenja za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka (UL št. L 226, 29. avgusta 2015, str. 4) (UL EU, 2015).
 9. Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (UL št. L 312 z dne 22. novembra 2008, str. 3) (UL EU, 2008c), zadnjič spremenjena s popravkom (UL št. L 32 z dne 4. februarja 2019, str. 35) (UL EU, 2019b).
 10. Direktiva 2009/31/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. aprila 2009 o geološkem shranjevanju ogljikovega dioksida in spremembi Direktive Sveta 85/337/EGS, direktiv 2000/60/ES, 2001/80/ES, 2004/35/ES, 2006/12/ES, 2008/1/ES Evropskega parlamenta in Sveta ter Uredbe (ES) št. 1013/2006 (UL št. L 140 z dne 5. 6. 2009, stran 114) (UL EU, 2009a), zadnjič spremenjena z Uredbo (EU) 2018/1999 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 11. decembra 2018 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov, spremembi uredb (ES) št. 663/2009 in (ES) št. 715/2009 Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv 94/22/ES, 98/70/ES, 2009/31/ES, 2009/73/ES, 2010/31/EU, 2012/27/EU in 2013/30/EU Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv Sveta 2009/119/ES in (EU) 2015/652 ter razveljavitvi Uredbe (EU) št. 525/2013 Evropskega parlamenta in Sveta (UL št. L 328 z dne 21. decembra 2018, str. 1) (UL EU, 2018c).
 11. Direktiva 2000/53/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 18. septembra 2000 o izrabljenih vozilih (UL št. L 269 z dne 21. oktobra 2000, str. 34), (UL ES, 2000b), zadnjič spremenjena z Delegirano direktivo Komisije (EU) 2020/362 z dne 17. decembra 2019 o spremembi Priloge II k Direktivi 2000/53/ES Evropskega parlamenta in Sveta o izrabljenih vozilih glede izvzetja za šestvalentni krom kot protikorozijsko sredstvo hladilnega sistema iz ogljikovega jekla v absorpcijskih hladilnikih v avtomobilih (UL EU št. L 67 z dne 5. marca 2020, stran 116) (UL EU, 2020a).
 12. Direktiva 2012/19/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 4. julija 2012 o odpadni električni in elektronski opremi (OEEO) (prenovitev) (UL EU št. L 197 z dne 24. julija 2012, str. 38), (UL EU, 2012c), zadnjič spremenjena z Direktivo (EU) 2018/849 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktiv 2000/53/ES o izrabljenih vozilih, 2006/66/ES o baterijah in akumulatorjih ter odpadnih baterijah in akumulatorjih ter 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi (UL št. L 150 z dne 14. junija 2018, str. 93) (UL EU, 2018a).
 13. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 94/62/ES z dne 20. decembra 1994 o embalaži in odpadni embalaži (UL št. L 365 z dne 31. decembra 1994, str. 10) (UL ES, 2094), zadnjič spremenjena z Direktivo (EU) 2018/852 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži (UL št. L 150 z dne 14. junija 2018, str. 141) (UL EU, 2018b).
 14. Direktiva 2006/21/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. marca 2006 o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih ekstraktivnih dejavnosti ter o spremembi Direktive 2004/35/ES (UL št. L 102 z dne 11. aprila 2006, str. 15), (UL EU, 2006b), zadnjič spremenjena z Uredbo (ES) št. 596/2009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 18. junija 2009 o prilagoditvi nekaterih aktov, za katere se uporablja postopek iz člena 251 Pogodbe EU in Sklep Sveta 1999/468/ES glede regulativnega postopka s pregledom – Prilagoditev regulativnemu postopku s pregledom – četrtri del (UL št. L 188 z dne 18. julija 2009, str. 14) (UL EU, 2009b).
 15. Direktiva 2006/66/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 6. septembra 2006 o baterijah in akumulatorjih ter odpadnih baterijah in akumulatorjih in razveljavitvi Direktive 91/157 (UL št. L 266 z dne 26. septembra 2006, str. 1), (UL EU, 2006c), zadnjič spremenjena z Direktivo (EU) 2018/849 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o spremembi direktiv 2000/53/ES o izrabljenih vozilih, 2006/66/ES o baterijah in akumulatorjih

- ter odpadnih baterijah in akumulatorjih ter 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi (UL št. L 150 z dne 14. junija 2018, str. 93) (UL EU, 2018a).
16. Direktiva 2019/904 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o zmanjšanju vpliva nekaterih plastičnih proizvodov na okolje (UL EU št. L 155 z dne 12. junija 2019, str. 1) (UL EU, 2019a).
17. Direktiva Sveta z dne 8. decembra 1975 o kakovosti kopalnih voda (76/160/EGS) (UL ES št. L 31 z dne 5. 2. 1976, str. 1) (UL ES, 1976), zadnjič spremenjena z Uredbo (ES) št. 1137/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2008 o prilagoditvi nekaterih aktov, za katere se uporablja postopek, določen v členu 251 Pogodbe, Sklepu Sveta 1999/468/ES, glede regulativnega postopka s pregledom – Prilagoditev regulativnemu postopku s pregledom – Prvi del (UL št. L 311 z dne 21. 11. 2008, str. 1) (UL EU, 2008d).
18. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (UL št. L 327 z dne 22. 12. 2000, str. 1) (UL EU, 2000a), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2013/64/EU z dne 17. decembra 2013 o spremembi direktiv Sveta 91/271/EGS in 1999/74/EC ter direktiv 2000/60/ES, 2006/7/ES, 2006/25/ES in 2011/24/EU Evropskega parlamenta in Sveta zaradi spremembe položaja Mayotta v razmerju do Evropske unije (UL št. L 353 z dne 28. 12. 2013, str. 8) (UL EU, 2013).
19. Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2006/7/ES z dne 15. februarja 2006 o upravljanju kakovosti kopalnih voda in razveljavitvi Direktive 76/160/EGS (UL št. L 64 z dne 4. 3. 2006, str. 37) (UL EU, 2006a), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2013/64/EU z dne 17. decembra 2013 o spremembi direktiv Sveta 91/271/EGS in 1999/74/EC ter direktiv 2000/60/ES, 2006/7/ES, 2006/25/ES in 2011/24/EU Evropskega parlamenta in Sveta zaradi spremembe položaja Mayotta v razmerju do Evropske unije (UL št. L 353 z dne 28. 12. 2013, str. 8) (UL EU, 2013).
20. Direktiva 2008/56/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 17. junija 2008 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju politike morskega okolja (Okvirna direktiva o morskem strategiji) (UL EU, 2008b) (UL št. L 164 z dne 25. 6. 2008, str. 19).
21. Direktiva 2006/118/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. decembra 2006 o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem (UL št. L 372 z dne 27. 12. 2006, str. 19) (UL EU, 2006d).
- Iz seznama zgoraj navedenih EU-direktiv je razvidno, da manjka nekaj direktiv s področja varovanja voda. Manjkajo naslednje EU-direktive:
- Direktiva 91/271/EGS z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode (UL št. L 135, 30.05.1991) (UL ES, 1991b),
 - Direktiva 98/15/ES z dne 27. februarja 1998 o spremembi Direktive Sveta 91/271/

EGS glede nekaterih zahtev, določenih v Prilogi I (UL št. L 067, 07/03/1998) (UL ES, 1998),

- Direktiva 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (UL EU št. L 327, 22/12/2000) (UL ES, 2000a),
- Predlog direktive Evropskega parlamenta in Sveta 2017/0332 (COD) o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi (prenovitev), (Evropski parlament, 2020),
- Direktiva 91/676/EGS z dne 12. decembra 1991, o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (UL št. L 375, 31/12/1991) (UL ES, 1991a).

Posredno so z varovanjem voda povezani tudi naslednji direktivi, ki manjkata v novem ZVO (RS, 2020):

- Direktiva 2007/60/ES z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti (UL št. L 288/27, 6.11.2007) (UL EU, 2007) in
- Direktiva 2008/56/ES z dne 17. junija 2008 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju politike morskega okolja (Okvirna direktiva o morskem strategiji) (UL št. L 164/19, 25.6.2008) (UL EU, 2008b).

V ZVO (RS, 2020) manjka tudi direktiva, ki obravnava varovanje naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst:

- Direktiva 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst (EGT L 206, 22.7.1992) (UL EU, 1992).

ali je tehnološki načrt skladen z zahtevami BAT-smernic (BREF). ATV- in VDI-smernice so osnova za BAT-smernice (BREF), saj imajo ustrezna nemška inženirska združenja zelo dolgo tradicijo. Inženirske smernice ATV izdaja »Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.«, inženirske smernice VDI pa izdaja »Verein Deutscher Ingenieure e.V.«.

Slovenija ima v nekaterih podzakonskih aktih ZVO navedene standarde, ki jih je treba upoštevati pri načrtovanju in izgradnji objektov. Primer takšnega podzakonskega akta je »Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav« (UL RS, 2015). Male komunalne čistilne naprave (MKČN) so lahko po tej uredbi konstruirane kot:

- s prezračevanjem v naravnih ali prezračevanih lagunah v skladu s standardom SIST EN 12255-5 (SIST, 2000);

3 • STANDARDI IN TEHNIČNE SMERNICE

Standardi in tehnične smernice so z vidika načrtovanja, izgradnje in obratovanja objektov pogosto bolj pomembni od drugih predpisov. Prav na tem področju je z vidika varovanja okolja Slovenija v bistveno v slabšem položaju od večine razvitih evropskih držav. Na primer, v Nemčiji je sprejeto veliko standardov in tehničnih smernic, ki podajajo zelo konkretne tehnične rešitve za projektante. Področje varovanja okolja obravnavajo ATV- (ATV, 2000) in VDI-smernice. Veliko teh smernic je sprejetih kot DIN-standardi. Tovrstne smernice pripravljajo ustrezna inženirska združenja. Projektanti jih praviloma upoštevajo, saj jim veliko olajšalo delo. ATV- in VDI-smernice so tudi v angleškem jeziku, zato imajo splošno uporabo. Podobno velja tudi za francoske Degremontove priročnike

itd. Tudi mnogi slovenski projektanti uporabljajo ATV- in VDI-smernice, vendar pa jih k temu ne zavezuje ustrezna zakonodaja. Projektanti morajo upoštevati BAT-smernice (BREF) (EC, 2007), če gre za večje onesnaževalce v skladu z Direktivo 2010/75/EU (UL EU, 2010; UL EU 2012d) o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja. Ta direktiva zahteva uporabo najboljših razpoložljivih tehnologij z vidika varovanja okolja (BAT). BAT-tehnologije (BREF) so podrobno opisane v nekaj desetih BAT-smernic (BREF) glede na vrsto gospodarske dejavnosti (kemijska industrija, tekstilna industrija, metalurgija, mlekarne, klavnice, sežigalnice odpadkov itd.). Vseh smernic je približno 18.000 strani. Pri izdaji okoljevarstvenega soglasja in dovoljenja bi se moralo preverjati,

- v bioloških reaktorjih s postopkom z aktivnim blatom v skladu s standardom SIST EN 12255-6 (SIST, 2002a),
- v bioloških reaktorjih s pritrjeno biomaso v skladu s standardom SIST EN 12255-7 (SIST, 2002b),
- z naravnim prezračevanjem s pomočjo rastlin v rastlinski čistilni napravi z vertikalnim tokom.

Za MKČN z zmogljivostjo čiščenja do 50 populacijskih ekvivalentov se šteje tudi naprava za čiščenje komunalne odpadne vode, ki je izdelana v skladu s standardi od SIST EN 12566-1 (SIST, 2017a) do SIST EN 12566-5 (SIST, 2009) in iz katere se v skladu s temi standardi odvaja čiščena odpadna voda neposredno v površinsko vodo preko filtrirne naprave za prečiščeno komunalno odpadno vodo ali posredno v podzemno vodo preko sistema za infiltracijo v tla.

Za komunalne čistilne naprave (KČN) velikosti več kot 2000 PE pa sloveni predpisi ne vsebujejo nobenih standardov ali smernic (UL RS, 2007). To je bistvena razlika od Nemčije in nekaterih drugih razvitih držav, kjer se pri načrtovanju okoljevarstvenih objektov praviloma upoštevajo standardi (DIN) in inženirske smernice (ATV, VDI). To velja za odvajanje in čiščenje odpadnih voda, vodo-

oskrbo prebivalstva, čiščenje zraka, ravnanje z odpadki itd.

Velik problem predstavlja ugotavljanje doseganja okoljevarstvenih kriterijev v skladu s predpisi. Meritve lahko opravljajo izvajalci meritev, ki so akreditirani po standardu SIST EN ISO/IEC 17025 (SIST, 2017b). To velja za ugotavljanje onesnaževanja zraka, vode in tudi odpadkov. Ena izmed najpomembnejših zahtev ISO/IEC 17025 (SIST, 2017b) je, da je izvajalec meritev povsem neodvisen od onesnaževalca. V Sloveniji se ta zahteva ne upošteva. Na primer, monitoringe odpadnih voda v svojih obratih lahko izvajajo tudi laboratoriji največjih onesnaževalcev voda (Cinkarna, d. d., TAB-IPM, d. d., Tulum, d. d., Gorenje, d. o. o., SIJ ACRONI, d. d., VIPAP, d. d.) (podatki ARSO). Kadar monitoringa ne izvajajo sami onesnaževalci, se naročijo meritve pri neodvisnih akreditiranih laboratorijih iz seznama ARSO. Vendar pa je tudi v teh primerih vprašljiva relevantnost meritev, saj mora izvajalec meritev obvestiti naročnika, kdaj bo izvajal meritve. Onesnaževalec se lahko zato dobro pripravi, da bodo rezultati meritev zanj čim bolj ugodni. V raziskavi, ki smo jo opravili pred leti, smo ugotovili, da je bilo takrat vsaj 30 % letnih poročil o obratovalnih monitoringih odpadnih voda nerelevantnih (Drev, 2009). Prav zaradi takšnega pristopa

in izvajanja meritev prebivalstvo pogosto ne verjame v resničnost podatkov prvih meritev in obratovalnih monitoringov. Tudi projektanti navadno obravnavajo rezultate obratovalnih monitoringov z veliko previdnostjo. Veliko bolj verjamejo inženirskim normativom kot pa rezultatom monitoringov. Pogosto se, z namenom pridobivanja resničnih podatkov, opravijo dodatne meritve in pilotni preskusi. Inženirski standardi so navedeni v različnih tehničnih smernicah (ATV, VDI, BAT itd.) ter v priročnikih (Degremont itd.). Nekatere osnovne inženirske standarde pa vsebujejo tudi nekateri podzakonski akti ZVO. Takšen inženirski standard je na primer onesnaževanje, ki ga povzroča en povprečni prebivalec (1 PE = 60 g BPK₅/dan). To velja za stanovanjske hiše. V hotelih je faktor 1,5 PE, v pisarnah in šolah 0,2 itd. Ena ovca ali svinja povzroča onesnaževanje 2 PE, konj ali govedo 8 PE itd. V proizvodnih obratih so prav tako poznani inženirski normativi glede onesnaževanja voda, porabe vode, onesnaževanja zraka itd. Na primer, v klavnici nastane pri zakolu 1 t žive teže 300 BPK₅ (1). Na primer, BAT-smernica (EC, 2007) ima navedeno, da je v proizvodnji TiO₂ po sulfatnem postopku emisija v vodo 30–300 kg SO₄²⁻/t, v zrak pa 1 kg SO₂/t. Podobno je navedeno tudi za nekatera druga onesnaževala.

4 • DRŽAVNA STRATEGIJA NA PODROČJU VAROVANJA OKOLJA

Slovenija nima izdelane ustrezne kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne strategije na področju varovanja okolja. Ta strategija bi morala biti ena izmed glavnih vsebinskih sklopov razvojne strategije. Zato ni čudno, da se načelno vse politične stranke že dolgo zavzemajo za »zeleno deželo«, v praksi pa sprejemajo povsem drugačne politične odločitve. Zato ni čudno, da smo v zadnjem obdobju dobili TEŠ 6, čeprav se politika že več kot 20 let načelno zavzema za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. Tudi pri umeščanju 3. razvojne osi v prostor se ne varujejo najboljše kmetijska zemljišča. Največjemu industrijskemu porabniku električne energije (proizvodnja aluminija) so celo znižali okoljevarstvene standarde, namesto da bi razmislili, ali je smiselno podpirati tovrstno industrijo. Država je od osamosvojitve podpirala železarne, ki so veliki porabniki električne energije in onesnaževalci okolja, čeprav ne gre za veliko stopnjo dodane vrednosti. Bi-

stveno večja dodana vrednost se doseže v strojni industriji. Slovenija je brez razmisleka prepustila v propad velik delež kovinsko predelovalne industrije, ki je bile uveljavljene na svetovnem trgu (Metalna, TAM, EMO, Litostroj, ST Trbovlje itd.). Strojna industrija je praviloma z vidika varovanja okolja bistveno manj problematična kot metalurgija.

Slovenija ima več kot polovico ozemlja s »posebnimi zahtevami« (Vlada RS, 2016a in Vlada RS, 2016b) (vodovarstvena območja, kopalne vode, ogrožena območja, občutljiva območja, ranljiva območja, območja salmonidnih in ciprinidnih voda, zavarovana in varovana območja). V prvih letih po osamosvojitvi Slovenije je bila v politiki precej prisotna »zelená« politična usmeritev. V tem obdobju je postal velik delež slovenskega ozemlja okoljevarstveno dodatno zavarovan (Natura 2000, narodni parki itd.). Pozneje je prišlo do nekaterih dodatnih varovanj na podlagi posameznih EU-direktiv (kopalna direktiva,

direktiva o pitni vodi itd.). Po odsotnosti »zelene« politične opcije v parlamentu je nastal močan pritisk na zmanjšanje okoljevarstvenih kriterijev. Dodano zmanjšanje okoljevarstvenih kriterijev je prisotno tudi v najnovejšem predlogu ZVO (RS, 2020).

Obstoječi ZVO (UL RS, 2006) in njegovi podzakonski akti ne morejo zadovoljivo varovati ozemlja s »posebnimi zahtevami«. Lep primer takšnega neskladja je delovanje MKČN na eni izmed planinskih koč pod Triglavom. Za MKČN kapacitete do 50 PE je v skladu z Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (UL RS, 2007) dovolj, če v čiščeni vodi KPK ne presega 200 mg O₂/l. Zavedamo se pa, da na ta način ni možno ustrezno varovati ozemlja s »posebnimi zahtevami«. Posledica takšnega stanja je čezmerna onesnaženost enega izmed Triglavskih jezer.

5 • SKLEP

ZVO (tudi osnutek novega ZVO (RS, 2020)) v glavnem ne določa okoljevarstvenih kriterijev, ampak to prepušča svojim podzakonskim aktom (pravilnikom in uredbam). V splošnih uredbah, ki so namenjene varovanju kakovosti zraka ali vode, so v glavnem navedeni kriteriji, ki so skladni z zahtevami EU-direktiv in omogočajo izpolnjevanje v Ustavo RS (UL RS, 1991) zapisanih zahtev s področja varovanja okolja. Glavno težavo povzroča večina specifičnih uredb in pravilnikov, ki znižujejo kriterije iz »splošnih uredb«. Ti podzakonski akti so nastali predvsem zaradi pritiskov posameznih interesnih skupin iz gospodarstva, da se znižajo okoljevarstveni kriteriji. Če bi od vseh onesnaževalcev voda zahtevali izpolnjevanje zahtev splošne Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (UL RS, 2012), bi imeli bistveno boljšo kakovost površinskih voda in podtalnice. Tudi blato iz bioloških čistilnih naprav bi lahko po ustrezni obdelavi uporabili za gnojenje v kmetijstvu ali za toplotno izrabo. Vodo iz čistilnih naprav bi lahko uporabili za namakanje v kmetijstvu ali tehnološke namene. Podobno velja tudi pri varovanju zraka in zemlje. Posebno področje predstavlja varo-

vanje zaščitene rastlinskih in živalskih vrst, arhitekture krajine itd. To pa ni neposredno povezano z okoljevarstvenimi zahtevami, ki so zapisane v Ustavo RS (UL RS, 1991).

V prvem obdobju samostojne Slovenije je bila politika naklonjena varovanju okolja. Zato veljajo formalno na več kot polovici slovenskega ozemlja dodatne okoljevarstvene omejitve, za katere pa ne obstajajo ustrezni podzakonski akti ZVO. Za bistveno izboljšanje stanje na področju varovanja okolja v Sloveniji potrebujemo politični konsenz o tem, kakšno okolje želimo. Premalo je to, da ima po Ustavi RS (UL RS, 1991) vsak državljan pravico do pitne vode in zdravega življenjskega okolja, če to ni ustrezno urejeno v zakonodaji. ZVO bi moral biti pri tem osnovni zakon, ki bi moral poskrbeti za ustrezno varovanje okolja. Žal to ni tako in nič ne kaže, da se bo kaj izboljšalo. ZVO (RS, 2020) in njegovi podzakonski akti ne zahtevajo od projektantov, da izberejo z vidika varovanja okolja najustreznejše tehnološke rešitve. ZVO (RS, 2020) ne zavezuje projektantov niti to, da pri okoljsko zelo zahtevnih objektih upoštevajo zahteve BAT-smernic. Postopki pridobitve gradbenih in obratovalnih dovoljenj potekajo v praksi večinoma le s formalnega

vidika. Zato se lahko zgodi celo to, da okoljsko zelo nevaren projekt nima niti tehnološkega načrta. To se je pokazalo ob nekaj večjih ekoloških nesrečah v zadnjem obdobju. Direktiva 2010/75/EU o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja) (UL EU, 2010; EU UL 2021d) zahteva, da se preverja ali je uporabljena najboljša tehnologija z vidika varovanja okolja (BAT). Pred pridobitvijo dokončnega obratovalnega dovoljenja se praviloma izvedejo prve meritve in obratovalni monitoringi (vode, zrak, odpadki). Vendar pa so lahko rezultati teh meritev neustrezni, če se ne izvajajo pravilno.

Posledice neskladnosti predvidenih tehnologij z BAT-smernicami in neustrezno izvedene meritve se navadno pokažejo šele po tem, ko je nastal spor s prebivalci zaradi čezmernega onesnaževanja okolja ali zaradi ekoloških nesreč. Predlog novega ZVO (RS, 2020) namerava vpliv civilne družbe še zmanjšati, čeprav je to pogosto edina resna ovira pred čezmernim onesnaževanjem okolja. Projektanti navadno ne vztrajajo pri izbiri najboljših razpoložljivih tehnologij z vidika varovanja okolja, ampak poskušajo izpolniti želje investitorjev. Investitorji pa se največkrat zadovoljijo z doseganjem minimalnih ekoloških standardov, saj to znižuje stroške posameznih investicij, celotni družbi pa to lahko povzroči zelo velike stroške.

6 • LITERATURA

ATV, Industrieabwasser, Lebensmittelindustrie (ATV-Handbuch), Ernst & Sohn Verlag, 2000.

Drev, D., Panjan, J., Raziskava skladnosti rezultatov obratovalnih monitoringov odpadnih voda iz industrije z inženirskimi normativi, Gradbeni vestnik, 58(9), 229–235, 2009.

European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others industry, 2007.

Evropski parlament, Predlog Direktive (EU) 2020/... Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2020 o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi (prenovitev), Evropski parlament, 2020.

RS, Osnutek Zakona o varstvu okolja - 2 (za javno obravnavo, 31.12.2020), Republika Slovenija, 2020.

SIST EN, SIST EN 12255-5:2000, Wastewater treatment plants - Part 5: Lagooning processes, Čistilne naprave za odpadno vodo - 5. del: Lagunski postopki, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2000.

SIST EN, SIST EN 12255-6:2002, Wastewater treatment plants - Part 6: Activated sludge process, Čistilne naprave za odpadno vodo - 6. del: Postopek z aktivnim blatom, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2002a.

SIST EN, SIST EN 12255-7:2002, Wastewater treatment plants - Part 7: Biological fixed-film reactors, Čistilne naprave za odpadno vodo - 7. del: Biološki reaktorji s pritrjeno biomaso, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2002b.

SIST EN, SIST EN 12566-5:2009, Small wastewater treatment systems up to 50 PT - Part 5: Pre-treated effluent filtration systems, Small wastewater treatment systems for up to 50 PT - Part 1: Prefabricated septic tanks, Male čistilne naprave do 50 PE - 5. del: Filtrirne naprave za predčiščene hišne odpadne vode, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2009.

SIST EN, SIST EN 12566-1:2017, Small wastewater treatment systems for up to 50 PT - Part 1: Prefabricated septic tanks, Male čistilne naprave do 50 PE - 1. del: Predizdelane greznice, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017a.

SIST EN, SIST EN 17025:2017, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, Splošne zahteve za usposobljenost preiskovalnih in kalibracijskih laboratorijev, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2017b.

UL ES, Direktiva Sveta z dne 8. decembra 1975 o kakovosti kopalnih voda, UL ES št. L 31, Uradni list Evropskih skupnosti, 1976.

UL ES, Direktiva Sveta z dne 12. decembra 1991, o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (91/676/EGS), UL ES št. L 375, Uradni list Evropskih skupnosti, 1991a.

UL ES, Direktiva Sveta z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode (91/271/EGS), UL ES št. L 135, Uradni list Evropskih skupnosti, 1991b.

UL ES, Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst, UL ES št. L 206, Uradni list Evropskih skupnosti, 1992.

UL ES, Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 94/62/ES z dne 20. decembra 1994 o embalaži in odpadni embalaži, UL ES št. L 365, Uradni list Evropskih skupnosti, 1994.

UL ES, Uredba Sveta (ES) št. 338/97 z dne 9. decembra 1996 o varstvu prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst z zakonsko ureditvijo trgovine z njimi, UL EU št. L 61, Uradni list Evropske unije, 1997.

UL ES, Direktiva Komisije 98/15/ES z dne 27. februarja 1998 o spremembi Direktive Sveta 91/271/EGS glede nekaterih zahtev, določenih v Prilogi I k Direktivi, UL ES št. L 67, Uradni list Evropskih skupnosti, 1998.

UL ES, Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike, UL ES št. L 327, Uradni list Evropskih skupnosti, 2000a.

UL ES, Direktiva Sveta 2000/53/ES z dne 18. septembra 2000 o izrabljenih vozilih, UL ES št. L 269, Uradni list Evropskih skupnosti, 2000b.

UL ES, Direktiva 2001/42/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 27. junija 2001 o presoji vplivov nekaterih načrtov in programov na okolje, UL ES št. L 197, Uradni list Evropskih skupnosti, 2001.

UL EU, Direktiva 2003/4/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 28. januarja 2003 o dostopu javnosti do informacij o okolju in o razveljavitvi Direktive Sveta 90/313/EGS, UL EU št. L 41, Uradni list Evropske unije, 2003a.

UL EU, Direktiva 2003/87/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. oktobra 2003 o vzpostavitvi sistema za trgovanje s pravicami do emisije toplogrednih plinov v Skupnosti in o spremembi Direktive Sveta 96/61/ES, UL EU št. L 275, Uradni list Evropske unije, 2003b.

UL EU, Direktiva 2004/35/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. aprila 2004 o okoljski odgovornosti v zvezi s preprečevanjem in sanacijo okoljske škode, UL EU št. L 143, Uradni list Evropske unije, 2004.

UL EU, Direktiva 2006/7/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. februarja 2006 o upravljanju kakovosti kopalnih voda in razveljavitvi Direktive 76/160/EGS, UL EU št. L 64, Uradni list Evropske unije, 2006a.

UL EU, Direktiva 2006/21/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 15. marca 2006 o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih ekstraktivnih dejavnosti ter o spremembi Direktive 2004/35/ES, UL EU št. L 102, Uradni list Evropske unije, 2006b.

UL EU, Direktiva 2006/66/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 6. septembra 2006 o baterijah in akumulatorjih ter odpadnih baterijah in akumulatorjih in razveljavitvi Direktive 91/157, UL EU št. L 266, Uradni list Evropske unije, 2006c.

UL EU, Direktiva 2006/118/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. decembra 2006 o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem, UL EU št. L 372, Uradni list Evropske unije, 2006d.

UL EU, Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti, UL EU št. L 288, Uradni list Evropske unije, 2007.

UL EU, Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanega zraka in čistejšem zraku za Evropo, UL EU št. L 152, Uradni list Evropske unije, 2008a.

UL EU, Direktiva 2008/56/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 17. junija 2008 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju politike morskega okolja (Okvirna direktiva o morski strategiji), UL EU št. L 164, Uradni list Evropske unije, 2008b.

UL EU, Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv, UL EU št. L 312, Uradni list Evropske unije, 2008c.

UL EU, Uredba (ES) št. 1137/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2008 o prilagoditvi nekaterih aktov, za katere se uporablja postopek, določen v členu 251 Pogodbe, Sklepu Sveta 1999/468/ES, glede regulativnega postopka s pregledom Prilagoditev regulativnemu postopku s pregledom – Prvi del, UL EU št. L 311, Uradni list Evropske unije, 2008d.

UL EU, Direktiva 2009/31/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. aprila 2009 o geološkem shranjevanju ogljikovega dioksida in spremembi Direktive Sveta 85/337/EGS, direktiv 2000/60/ES, 2001/80/ES, 2004/35/ES, 2006/12/ES, 2008/1/ES Evropskega parlamenta in Sveta ter Uredbe (ES) št. 1013/2006, UL EU št. L 140, Uradni list Evropske unije, 2009a.

UL EU, Uredba (ES) št. 596/2009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 18. junija 2009 o prilagoditvi nekaterih aktov, za katere se uporablja postopek iz člena 251 Pogodbe, Sklepu Sveta 1999/468/ES glede regulativnega postopka s pregledom Prilagoditev regulativnemu postopku s pregledom – Četrti del, UL EU št. L 188, Uradni list Evropske unije, 2009b.

UL EU, Direktiva 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja), UL EU št. L 334, Uradni list Evropske unije, 2010.

UL EU, Direktiva 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. decembra 2011 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje, UL EU št. L 26, Uradni list Evropske unije, 2012a.

UL EU, Direktiva 2012/18/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 4. julija 2012 o obvladovanju nevarnosti večjih nesreč, v katere so vključene nevarne snovi, ki spreminja in nato razveljavlja Direktivo Sveta 96/82/ES, UL EU št. L 197, Uradni list Evropske unije, 2012b.

UL EU, Direktiva 2012/19/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 4. julija 2012 o odpadni električni in elektronski opremi, UL EU št. L 197, Uradni list Evropske unije, 2012c.

UL EU, Popravek Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja), UL EU št. L 158, Uradni list Evropske unije, 2012d.

UL EU, Direktiva Sveta 2013/64/EU z dne 17. decembra 2013 o spremembi direktiv Sveta 91/271/EGS in 1999/74/EC ter direktiv 2000/60/ES, 2006/7/ES, 2006/25/ES in 2011/24/EU Evropskega parlamenta in Sveta zaradi spremembe položaja Mayotta v razmerju do Evropske unije, Uradni list Evropske unije, 2013.

UL EU, Direktiva 2014/52/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. aprila 2014 o spremembi Direktive 2011/92/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje, UL EU št. L 124, Uradni list Evropske unije, 2014.

UL EU, Direktiva Komisije (EU) 2015/1480 z dne 28. avgusta 2015 o spremembi nekaterih prilog k direktivama 2004/107/ES in 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta ter določitvi pravil glede referenčnih metod, potrjevanja podatkov in umestitve mest vzorčenja za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka, UL EU št. L 226, Uradni list Evropske unije, 2015.

UL EU, Direktiva (EU) 2018/849 z dne 30. maja 2018 o spremembi direktiv 2000/53/ES o izrabljenih vozilih, 2006/66/ES o baterijah in akumulatorjih ter odpadnih baterijah in akumulatorjih ter 2012/19/EU o odpadni električni in elektronski opremi, UL EU št. L 150, Uradni list Evropske unije, 2018a.

UL EU, Direktiva (EU) 2018/852 z dne 30. maja 2018 o spremembi Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži, UL EU št. L 150, Uradni list Evropske unije, 2018b.

UL EU, Uredba (EU) 2018/1999 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 11. decembra 2018 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov, spremembi uredb (ES) št. 663/2009 in (ES) št. 715/2009 Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv 94/22/ES, 98/70/ES, 2009/31/ES, 2009/73/ES, 2010/31/EU, 2012/27/EU in 2013/30/EU Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv Sveta 2009/119/ES in (EU) 2015/652 ter razveljavitvi Uredbe (EU) št. 525/2013 Evropskega parlamenta in Sveta, UL EU št. L 328, Uradni list Evropske unije, 2018c.

UL EU, Direktiva 2019/904 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o zmanjšanju vpliva nekaterih plastičnih proizvodov na okolje, UL EU št. L 155, Uradni list Evropske unije, 2019a.

UL EU, Popravek Direktive 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv, UL EU št. L 32, Uradni list Evropske unije, 2019b.

UL EU, Uredba Sveta (EU) 2019/1010 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o uskladitvi obveznosti poročanja na področju zakonodaje, povezane z okoljem, ter spremembi uredb (ES) št. 166/2006 in (EU) št. 995/2010 Evropskega parlamenta in Sveta, direktiv 2002/49/ES, 2004/35/ES, 2007/2/ES, 2009/147/ES in 2010/63/EU Evropskega parlamenta in Sveta, uredb Sveta (ES) št. 338/97 in (ES) št. 2173/2005 ter Direktive Sveta 86/278/EGS, UL EU št. L 170, Uradni list Evropske unije, 2019c.

UL EU, Delegirana direktiva Komisije (EU) 2020/362 z dne 17. decembra 2019 o spremembi Priloge II k Direktivi 2000/53/ES Evropskega parlamenta in Sveta o izrabljenih vozilih glede izvzetja za šestvalentni krom kot protikorozijsko sredstvo hladilnega sistema iz ogljikovega jekla v absorpcijskih hladilnikih v avtomobilih, UL EU št. L 67, Uradni list Evropske unije, 2020a.

UL EU, Delegirani sklep komisije (EU) 2020/1071 z dne 18. maja 2020 o spremembi Direktive 2003/87/ES Evropskega parlamenta in Sveta glede izključitve dohodnih letov iz Švice iz sistema EU za trgovanje z emisijami, UL EU št. L 234, Uradni list Evropske unije, 2020b.

UL RS, Ustava Republike Slovenije, UL RS št. 33/91-I, 42/97 – UZS68, 66/00 – UZ80, 24/03 – UZ3a, 47, 68, 69/04 – UZ14, 69/04 – UZ43, 69/04 – UZ50, 68/06 – UZ121,140,143, 47/13 – UZ148, 47/13 – UZ90,97,99 in 75/16 – UZ70a, Uradni list Republike Slovenije, 1991.

UL RS, Zakon o varstvu okolja (ZVO-1), UL RS št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20, Uradni list Republike Slovenije, 2006.

UL RS, Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav, UL RS št. 98/07, 30/10 in 98/15, Uradni list Republike Slovenije, 2007.

UL RS, Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, UL RS št. 64/12, 64/14 in 98/15, Uradni list Republike Slovenije, 2012.

Vlada RS, Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016-2021, oktober 2016a.

Vlada RS, Načrt upravljanja voda na vodnem območju Jadranskega morja za obdobje 2016-2021, oktober 2016b.

VARNOSTNO-TEHNIČNA NADGRADNJA ŽELEZNIŠKEGA PREDORA KARAVANKE

Lokacija: Železniški predor Karavanke, Hrušica, Jesenice

Investitor: Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo in OBB, Avstrija

Izvajalec: Strabag AG

Železniški predor Karavanke pri Hrušici nad Jesenicami je 7.976 metrov dolg slovensko-avstrijski predor in predstavlja pomembno čezmejno povezavo na železniški progi München–Salzburg–Ljubljana–Solun. Predor je bil predan v uporabo leta 1906.

Z nadgradnjo predora bo doseženo:

- izboljšanje varnostno-tehničnih razmer v predoru Karavanke,
- izboljšanje varnosti železniškega prometa in potnikov,
- zagotovitev hitrostnih parametrov za učinkovito delovanje železniškega tovornega

prometa ter posledično tudi izboljšanje razmer odvijanja potniškega prometa, in sicer zagotovitev hitrosti do 120 km/h,

- zagotovitev dviga kategorije proge na D4 (dovoljeni pritiski 22,5 t/os),
- zagotovitev ustreznih železniških povezav s širšim evropskim prostorom.

Projekt je financiran s strani obeh držav, Avstrije in Slovenije. Ocenjena vrednost nadgradnje obstoječega železniškega predora Karavanke na slovenski strani znaša 79,31 milijona evrov z DDV. Zagotovljeno je tudi sofinanciranje z EU sredstvi v okviru Kohezijskih sredstev v višini 49,23 milijona evrov.



Slika 1 • Pogled na južni portal železniškega predora Karavanke na slovenski strani. Južni portal bo restavriran. Foto: arhiv Direkcije RS za infrastrukturo



Slika 2 • Izvedba sanacije oboka predora z armaturno mrežo in brizganim (torkret) betonom. Foto: arhiv Direkcije RS za infrastrukturo



Slika 3 • Opaž za izvedbo drenažnega betona. Na drenažni beton se nato izvedejo betonske koritnice za kable in betonski hodnik. Foto: arhiv Direkcije RS za infrastrukturo



Slika 4 • Nekdanje umikalne niše bodo razširjene v tehnične prostore, v katerih bo po končani sanaciji mogoče nadzorovati in vzdrževati signalnovarnostne in telekomunikacijske naprave v predoru. Foto: arhiv SŽ



Slika 5 • Armatura oboka v novih oz. razširjenih tehničnih prostorih (nišah). Foto: arhiv Direkcije RS za infrastrukturo

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Amir Karadžić, Laboratorijska analiza materialnih lastnosti mineralnih agregatov, mentor prof. dr. Matjaž Mikoš, somentorica prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=124801>

I. STOPNJA – UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Ajla Begulić, Analiza konstrukcijskih sklopov toplotnega ovoja večstanovanjske stavbe v Vižmarjih, mentor izr. prof. dr. Roman Kunič, somentorja asist. David Božiček in doc. dr. Mateja Dovjak
Matej Durcik, Rekonstrukcija križišča na regionalni cesti R2-444 v naselju Ozeljan, mentor doc. dr. Peter Lipar, somentor viš. pred. dr. Robert Rijavec; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=124803>

Maksi Podobnik, Obnašanje lameliranega konstrukcijskega stekla pri povišanih temperaturah, mentor prof. dr. Vlatko Bosiljkov, somentor asist. dr. David Antolinc; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=124784>

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO (smeri Gradbene konstrukcije, Geotehnika-hidrotehnika, Nizke gradnje)

Jan Kopač, Statična in požarna analiza lesenega večetažnega objekta v Novem mestu, mentor izr. prof. dr. Tomaž Hozjan, somentor asist. dr. Bojan Čas; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=124828>

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM VODARSTVO IN OKOLJSKO INŽENIRSTVO

Valentina Rutar Polanec, Razvoj zelene stene za čiščenje sive vode in prenos toplote, mentorica izr. prof. dr. Nataša Atanasova, somentorja Bernhard Pucher in prof. dr. Andrej Kitanovski; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=124991>

Sara Sečnik, Predlog postopka čiščenja odpadne vode papirne in tekstilne industrije za doseganje zakonskih kriterijev za izpuste v kanalizacijo, mentor doc. dr. Mario Krzyk, somentor dr. Matej Čehovin; <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=124992>

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

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Alen Jazbec, Eksperimentalna analiza superhidrofobnega betona, mentor izr. prof. dr. Andrej Ivanič, somentor asist. dr. Gregor Kravanja; <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=78662>

Tilen Kristl, Rekonstrukcija lokalnega spomenika »Grafonževa domačija«, mentor prof. dr. Andrej Štrukelj; <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=78688&lang=slv>

Sara Sukič, Analiza hidrantnega omrežja v občini Grad, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentorja izr. prof. dr. Janja Kravmer Stajanko in Benjamin Resnik; <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=78721>

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Ajdin Omeragić, Analiza jeklene stolpnice, mentor prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula; <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=78579&lang=eng>

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

KOLEDAR PRIREDITEV

6.-8.4.2021

BMCT Dubai 2021 - International Conference and Exhibition on Building Materials and Construction Technologies

Dubaj, Združeni arabski Emirati
<https://bmctdubai.org/>

1.-17.6.2021

DFI Deep Mixing Conference 2021

Spletna konferenca
www.dfi.org/dfieventlp.asp?13330

7.-9.6.2021

Mediterranean Symposium on Landslides

Neapelj, Italija
<https://medsymplandslides.wixsite.com/msl2021>

9.-11.6.2021

Mednarodna konferenca »Applications of structural fire engineering« - ASFE' 21

Ljubljana, Slovenija
www.fgg.uni-lj.si/mednarodna-konferenca-asfe-21/

19.-20.6.2021

2nd International Conference on Press-in Engineering (ICPE) 2021

Spletna konferenca
Kochi, Japonska
<https://icpe-ipa.org/>

10.-12.7.2021

4th International Conference on Civil Engineering and Architecture

Seul, Južna Koreja
www.iccea.org/index.html

19.-21.7.2021

GSCAEE 2021 - Global Summit on Civil, Architectural and Environmental Engineering

Barcelona, Španija
www.thescientistt.com/civil-structural-environmental-engineering/

22.-24.9.2021

S.ARCH 2021 - 8th International Conference on Architecture and Built Environment with Architecture AWARDS

Spletna konferenca
Rim, Italija
www.s-arch.net/

27.-29.9.2021

International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering

Lyon, Francija
www.olcinternational.com/civil-engineering/index.php

14.-16.10.2021

ICCEN 2021 - 9th International Conference on Civil Engineering

Singapur
www.iccen.org/index.html

2.-6.11.2021

5th World Landslide Forum

Kjoto, Japonska
<http://wlf5.iplhq.org/>

1.-4.12.2021

11th International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar

Valletta, Malta
www.iwagpr2021.eu/

23.-25.2.2022

DFI-PFSF Piling & Ground Improvement Conference 2021

Sydney, Avstralija
www.dfi.org/dfieventlp.asp?13385

20.-24.6.2022

ICOSSAR 2021-2022, 13th International Conference on Structural Safety & Reliability

Šanghaj, Kitajska
www.icossar2021.org/

27.-29.6.2022

IS-Cambridge 2022 — 10th International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground

Cambridge, Združeno kraljestvo Velike Britanije in Severne Irske
www.is-cambridge2020.eng.cam.ac.uk/

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