





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

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774
Ljubljana, avgust 2015, letnik 64, str. 181-200

Izdajatelj:

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

Izdajateljski svet:

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

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Romana Hudin

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

500 tiskanih izvodov
3000 naročnikov elektronske verzije

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

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

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 23,16 EUR; za študente in upokojece 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: janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Članki • Papers

stran **182**

Ervin Struna, univ. dipl. inž. grad.
Danilo Malnar, univ. dipl. inž. grad.

GRADNJA SOVPREŽNE PREKLADNE KONSTRUKCIJE NADVOZA NAD ŽELEZNIŠKO PROGO

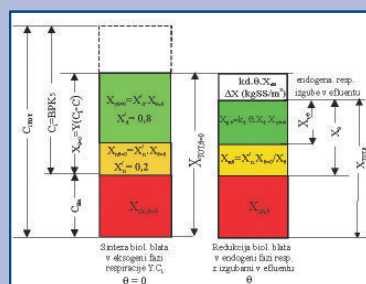
CONSTRUCTION OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE OVERPASS DECK
OVER RAILWAY



stran **189**

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.

ALTERNATIVNI MODEL ZA DIMENZIONIRANJE ČISTILNIH NAPRAV ALTERNATIVE MODEL FOR THE DESIGN OF WASTE WATER TREATMENT PLANT



Obvestila ZDGITS

stran **198**

POROČILO S SKUPŠČINE ZDGITS

stran **200**

PRIPRAVLJALNI SEMINAR ZA STROKOVNE IZPITE



Novi diplomanti

Eva Okorn

Koledar prireditev

Eva Okorn

Slika na naslovnici: Gradbišče HE Brežice, foto: arhiv HESS

GRADNJA SOVPREŽNE PREKLADNE KONSTRUKCIJE NADVOZA NAD ŽELEZNIŠKO PROGO

CONSTRUCTION OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE OVERPASS DECK OVER RAILWAY

Ervin Struna, univ. dipl. inž. grad.

ervin.struna@cgp.si

Danilo Malnar, univ. dipl. inž. grad.

danilo.malnar@cgp.si

CGP, d. d., Ljubljanska cesta 36, 8000 Novo mesto

Strokovni članek

UDK 624.01/.07:625.1(497.4)

Povzetek | V članku je predstavljena gradnja sovprežnega dela prekladne konstrukcije nadvoza 4-01 nad železniško progo Ljubljana–Zidani most v km GC 9,0 + 95,49 do 9,2 + 60,10 v okviru projekta Preložitev ceste G2-108/1182 Ribče–Litija ob naselju Zgornji Log pri Litiji od km 8,740 do km 10,140. Sovprežni del prekladne konstrukcije je iz AB-plošče, izdelane v dveh fazah, in iz dveh jeklenih nosilcev. V prvi fazi se je na jeklenih nosilcih izvedel prvi del AB-plošče, ki je služila za opaž drugi fazi betoniranja. Prva faza se je izvedla na delovnem platoju še pred montažo jeklenih nosilcev na njun končni položaj. Po končani prvi fazi sta se jeklena nosilca z že izvedeno opažno AB-ploščo postavila na njuno končno mesto, na začasne podpore ob stebrih nadvoza. Sočasno z izvedbo monolitne armiranobetonske prekladne konstrukcije se je izvedla navezava s sovprežnim delom prekladne konstrukcije in dobetonirala se je sovprežna betonska plošča do njene končne višine.

Ključne besede: gradnja nad železnico, sovprežna konstrukcija

Summary | This paper presents the construction of the steel-concrete composite deck of overpass 4-01 over the railway line Ljubljana – Zidani most from km 9.0+95.49 to km 9.2+60.10 within the project Deviation of road G2-108/1182 Ribče-Litija near the settlement Zgornji Log pri Litiji from km 8,740 to km 10,140. The composite overpass deck is made of steel-concrete slab built in two phases and of two steel box girders. In the first phase the concrete slab was built on steel box girders which served as formwork for concrete slab in the second phase. The first phase of the construction was carried out at the working platform before the main box girders were set to their final position. When the first phase was completed, both of box girders with formwork concrete slab were set on their final position on temporary supports near the pillars of overpass. At the same time, when a monolith reinforced concrete deck was built, a connection with steel-concrete composite deck was made and the concrete slab of the second phase was concreted to its final height.

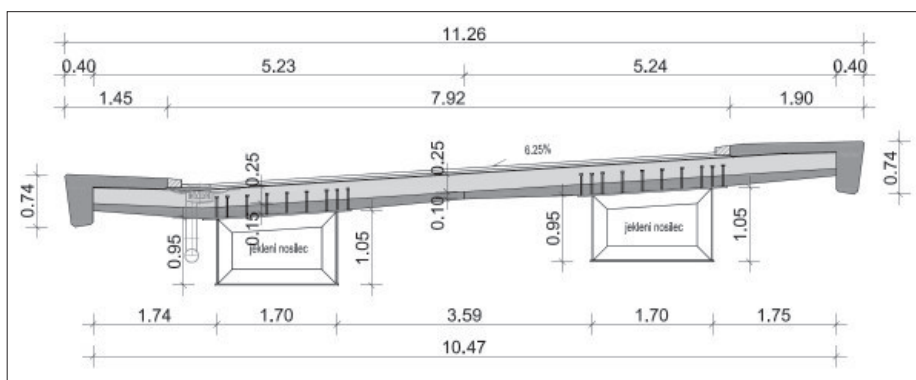
Key words: construction over railway, composite structure

1 • UVOD

Podjetje CGP, d. d., je bilo na podlagi javnega naročila izbrano za izvedbo projekta Preložitev ceste G2-108/1182 Ribče–Litija ob naselju Zgornji Log pri Litiji od km 8,740 do km 10,140. Ureditev zunaj nivojskega križanja je bila načrtovana z izvedbo nadvoza, katerega prekladna konstrukcija je bila v območju nad elektrificirano železniško progo projektirana kot sovprežna konstrukcija, ki je omogočala gradnjo z minimalnim vplivom na vodenje železniškega prometa (slika 1). Izvedba sovprežne konstrukcije je bila načrtovana kot montažna gradnja, pri kateri se je betoniranje prvega dela sovprežne plošče na jeklenih nosilcih, izdelanih v proizvodnji, izvedlo na delovnem platoju ob železniški progi. Nato je sledil posamični dvig obeh nosilcev (v nadaljevanju članka se beseda nosilec nanaša na jekleni nosilec z že izvedenim prvim delom sovprežne AB-plošče) z avto-dvigalom na začasno podporno konstrukcijo ob že izvedenih stebrih nadvoza. Nazadnje je sledila izvedba drugega dela sovprežne plošče sočasno z izvedbo preostalega dela monolitne prekladne konstrukcije.



Slika 1 • Prevoz vlaka takoj po končani montaži jeklenih nosilcev



Slika 2 • KPP sovprežnega dela prekladne konstrukcije nad železniško progo

2 • OSNOVNI PODATKI IN OPIS OBJEKTA

Objekt: Nadvoz 4-01 nad železnico v km GC 9,0 + 95,49 do 9,2 + 60,10
 Investitor: DRSC, Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
 Projektant: PNZ, svetovanje projektiranje, d. o. o., Vojkova cesta 65, 1113 Ljubljana (PNZ, 2013)
 Odgovorni projektant: mag. Samo Križaj, univ. dipl. inž. grad.
 Izvajalec: CGP, d. d., Ljubljanska cesta 36, 8000 Novo mesto
 Vodja projekta: Jure Jesih, univ. dipl. inž. grad.
 Odgovorni vodja del: Tilen Klemenc, univ. dipl. inž. grad.
 Nadzor: Razvojni center Inženiringi Celje, d. o. o., Teharska 40, 3000 Celje
 Odgovorni nadzornik: Milan Mrovlje, univ. dipl. inž. grad.

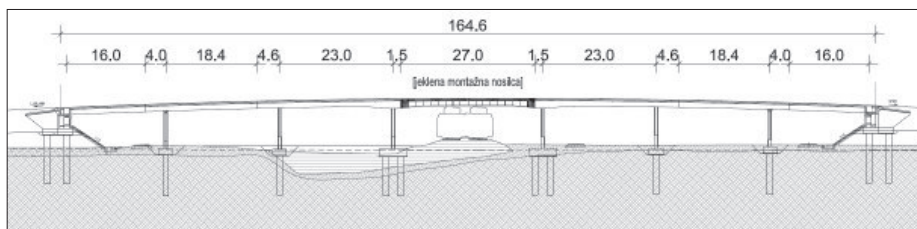
Nadvoz nad železniško progo je zasnovan preko sedmih polj z razponi 20,0 + 23,0 + 23,0 + 30,0 + 23,0 + 23,0 + 20,0 = 162,0 m (164,6 m med dilatacijama). Prekladna konstrukcija je široka 11,27 m in je

izdelana v dveh različnih tehnologijah, in sicer kot sovprežna konstrukcija in kot monolitna konstrukcija iz prednapetega betona, grajena simetrično na nepomičnem odru (polje za poljem od sredine proti krajnim opornikom).

Os v vzdolžnem prerezu poteka v vertikalni zaokrožitvi $R = 2000$ m, os objekta v florisu pa je delno v prehodnici $A = 132,58$ m (od stacionaže 9,086 do 9,174), v nadaljevanju pa v krožnem loku z radijem $R = 200$ m. Prečni sklon se spreminja od 2,20 % do 6,25 % in je konstanten v območju krožnega loka. Prekladna konstrukcija je podprta z dvema krajnjima opornikoma in šestimi vmesnimi podporami. Na krajnih opornikih in obeh skrajnih vmesnih podporah so na vrhu pomična ležišča, preostale štiri vmesne podpore pa so polno vpete v prekladno konstrukcijo. Konstrukcija je zaradi nehomogenih temeljnih tal globoko temeljena na uvrtanih AB-kolih. Monolitna konstrukcija ima prečni presek z dvema AB-nosilcema. Statična višina AB-nosilca je 1,40 m, z izjemo na mestu vmesnih podpor ob železnici, kjer zaradi vute začne naraščati in doseže višino 1,90 m ob stebri.

AB-nosilca sta prednapeta in med seboj povezana s tlačno ploščo, katere višina se spreminja med 0,25 in 0,35 m.

Pri sovprežni konstrukciji sta uporabljena dva jeklena nosilca dolžine 27,0 m (jeklo kvalitete S 355 J2 + N), pri čemer ima prvih in zadnjih 1,50 m nosilca obliko prečnega prereza U in je odprt. Na tem delu se izvede povezava z monolitnim betonskim delom prekladne konstrukcije. Jeklena nosilca sta zrakotesni jekleni škatli iz pločevin debeline 15, 20 in 30 mm, na katerih je v dveh fazah izvedena sovprežna betonska plošča.



Slika 3 • Vzdolžni prerez nadvoza

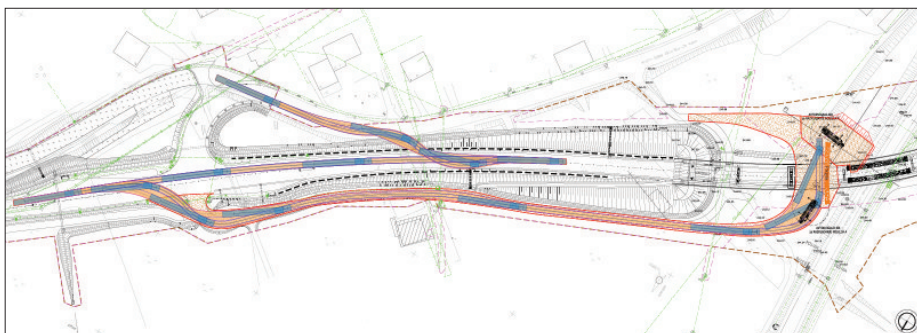
3 • GRADNJA SOVPREŽNEGA DELA PREKLADNE PLOŠČE

3.1 Prva faza izvedbe

Jeklene nosilce sovprežnega dela prekladne konstrukcije je izdelalo podjetje Magma, d. o. o., iz Požege na Hrvaškem. Za transport jeklenih nosilcev iz delavnice na gradbišče je bilo treba pripraviti načrt transporta in premikov, ki je bil del tehnološkega elaborata montaže jeklenih nosilcev (CGP, 2014a). Dobava nosilcev do gradbišča je potekala po predhodno določeni poti: Požega–mejni prehod Bregana/Obrežje–Ljubljana–Dol pri Ljubljani–Zg. Log pri Litiji. Zaradi dolžine in teže jeklenih nosilcev je transport potekal z vlačilcem in štiriosno specialno prikolico za prevoz dolgega tovora z nosilnostjo 32.100 kg. Transport po gradbišču je potekal po predhodno natančno načrtovani poti, narejeni iz utrjenega tamponskega nasutja.

Na gradbišču sta se jeklena nosilca razložila na predhodno pripravljene AB- in lesene podstavke na delovnem platuju iz utrjenega tamponskega nasutja v enakem medsebojnem položaju, kot sta sedaj po končani montaži. Za njuno razložitev in točno pozicioniranje sta se uporabili dve avtodvigali z nosilnostjo 1000 kN. Po razložitvi so se preverili geodetski podatki (višina, osi) in se je zagotovila stabilnost jeklenih nosilcev z izvedbo začasnega podpiranja.

Sledila je izvedba prvega dela sovprežne plošče, tako imenovane opažne plošče, ki je služila za opaž drugi fazi betoniranja. Opažna plošča se je izvedla pred montažo jeklenih nosilcev na njun končni položaj. Čeprav je bila betonska plošča prve faze ločena za vsak nosilec posebej, je bila betonirana na skupnem opažu za oba nosilca. Razlog za skupni opaž je bila zahteva po točnem med-



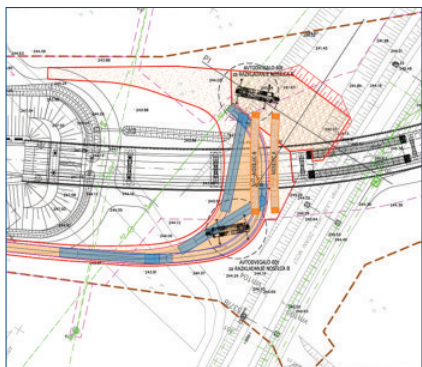
Slika 4 • Shema transportne poti na gradbišču (načrtovano z računalniškim programom Plateia)

sebojnim prilagajanju betonske plošče prve faze tudi po dvigu v končni položaj. Opažni plošči imata spremenljivo debelino, in sicer 15 cm ob robu jeklenega nosilca in 10 cm na koncih obeh konzol. Konzoli preko zu-

nanjega roba stojine segata 1,75 m proti zunanji strani nosilcev (proti robnim vencem v karakterističnem prerezu) in 1,79 m proti notranji strani (proti stiku med obema nosilcema v končnem položaju).



Slika 5 • Dovoz jeklenih nosilcev na gradbišče



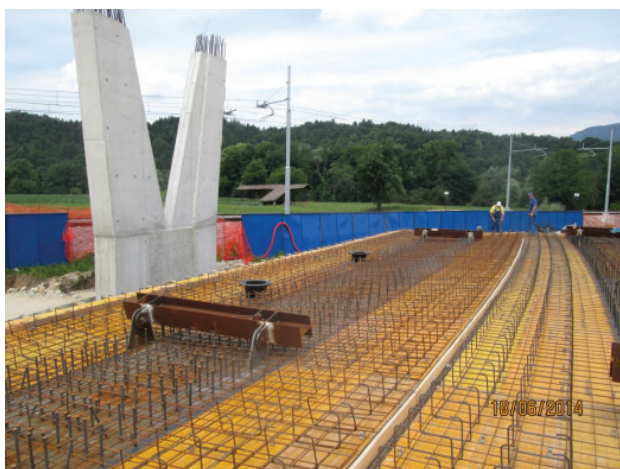
Slika 6 • Načrt razložitve jeklenih nosilcev in postavitve načasne podpore



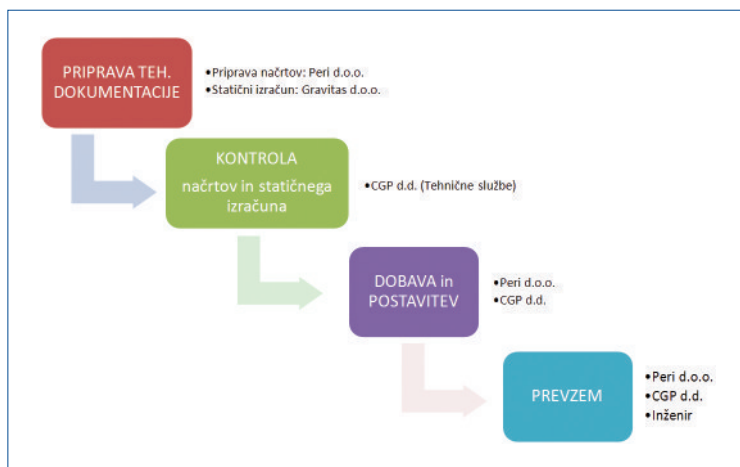
3.2 Začasne podpore

Načrt začasnih podpor, nosilne konstrukcije in opaža prekladne konstrukcije je pripravilo podjetje PERI, oplate i skele, d. o. o., podjetje Gravitas, d. o. o., pa je izdelalo statični račun opažne konstrukcije. Projekt opaža in nosilnega odra je bil izveden v skladu z Uredbo o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začnih in premičnih gradbiščih (nosilni odri) ter skladno s standardi za projektiranje konstrukcij:

- SIST EN 1990 (osnove projektiranja),
- SIST EN 1991-1-6 (vplivi med gradnjo),



Slika 7 • Izdelava opaža in vgradnja armature za izvedbo prvega dela sovpredne plošče



Slika 8 • Diagram poteka zagotavljanja kakovosti postavitve nosilnega odra in opaža

Skupaj z izvedbo opaža so se v opaž pritrdila sidra konzole, preko katerih so se na opažno ploščo pred dvigom obeh elementov namestile konzole opaža robnega venca. S tem se je zmanjšal obseg dela nad železniško progo, zmanjšalo se je motenje železniškega prometa in povečala se je varnost dela. Ker je železniška proga elektrificirana, so se ozemljili vse konzole, oba jeklena nosilca in podporna konstrukcija jeklenih nosilcev.

Zaradi ukrivljene osi jeklenega nosilca je projektant moral natančno določiti njegovo težišče in na podlagi tega tudi mesta, kamor so se pripravila ušesa za dvig (ekscentrična postavitve ušes za dvig elementov je razvidna s slike 7). Izjemna natančnost pri določanju težišča je bila potrebna zato, da je element tudi po dvigu ostal v popolnoma ravnem položaju in da se je obtežba elementa enakomerno porazdelila na vse štiri vrvi. Zaradi torzijsko zelo toge konstrukcije se v primeru, da ušesa ne bi bila pravilno nameščena, obtežitev ne bi enakomerno porazdelila na štiri enake komponente, kar bi predstavljalo preobremenitev za dvigne vrvi kot tudi za ušesa za dvig.



Slika 9 • Začasne podpore, postavljene ob stebrih nadvoza, na obeh straneh železniške proge

- SIST EN 1993 (projektiranje jeklenih konstrukcij),
- SIST EN 1995 (projektiranje lesenih konstrukcij),
- SIST EN 13670 (izvajanje betonskih konstrukcij).

Izvedba začasnih podpor, nosilne konstrukcije in opaža prekladne konstrukcije je potekala po zaporedju, prikazanem na sliki 8.

Začasno podpiranje prvega dela sovprežne prekladne plošče sta se ob stebrih na vsaki strani železniške proge postavila nosilna gradbena odra, sestavljena iz navpičnih nosilnih stolpov, jeklenih profilov ter profilnih in vozliščnih diagonal. V prečnem prerezu je bil gradbeni oder sestavljen iz dveh samostojnih nosilnih stolpov, postavljenih simetrično glede na os objekta. Nosilni elementi nosilnega gradbenega odra so se v vertikalni in horizontalni smeri povezali s cevmi cevnega odra, da sta se s tem zagotovili togost nosilnih stolpov in zmožnost prevzema horizontalnih obremenitev zaradi vertikalne zakrivljenosti jeklenih nosilcev (slika 9).

Jekleni nosilec se je zaradi neravne spodnje ploskve naslanjal na jekleni profil HEB 360 preko lesenih zagozd. Obtežbo enega nosilca na gradbeni oder kaže preglednica 1.

Obtežba se je preko jeklenih HEB-nosilcev razporedila na nosilne stolpe (4 na vsaki strani enega nosilca) in preko temeljne blazine stebrov, na kateri je stala podporna konstrukcija, v utrjena temeljna tla.

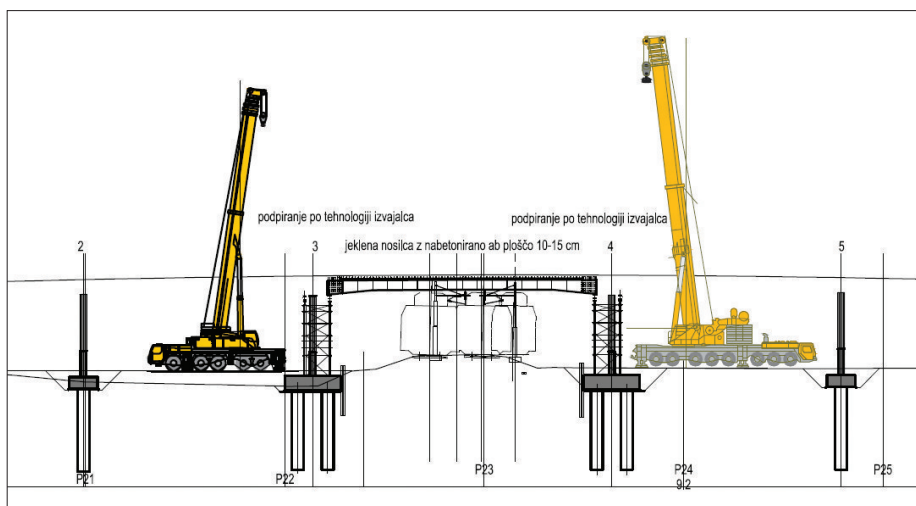
3.3 Montaža prvega dela sovprežne prekladne plošče

Po projektu za izvedbo je bila predvidena montaža nosilcev z dvema avtodvigalom nosilnosti 130 in 500 ton, pri čemer sta bili planirani dve dveurni zapori za montažo v dveh različnih terminih (npr. v soboto in nedeljo). Teža posameznega nosilca je bila ocenjena na 730 kN, kar pomeni, da bi breme za eno avtodvigalo znašalo 365 kN. Avtodvigalo z večjo nosilnostjo bi bilo postavljeno ob začasni podpori na drugi strani železniške proge, avtodvigalo z manjšo nosilnostjo pa bi bilo postavljeno ob začasni podpori čim bližje obema nosilcema. Obe avtodvigali bi tako skupaj (sinhrono) montirali najprej nosilec 1 in nato nosilec 2.

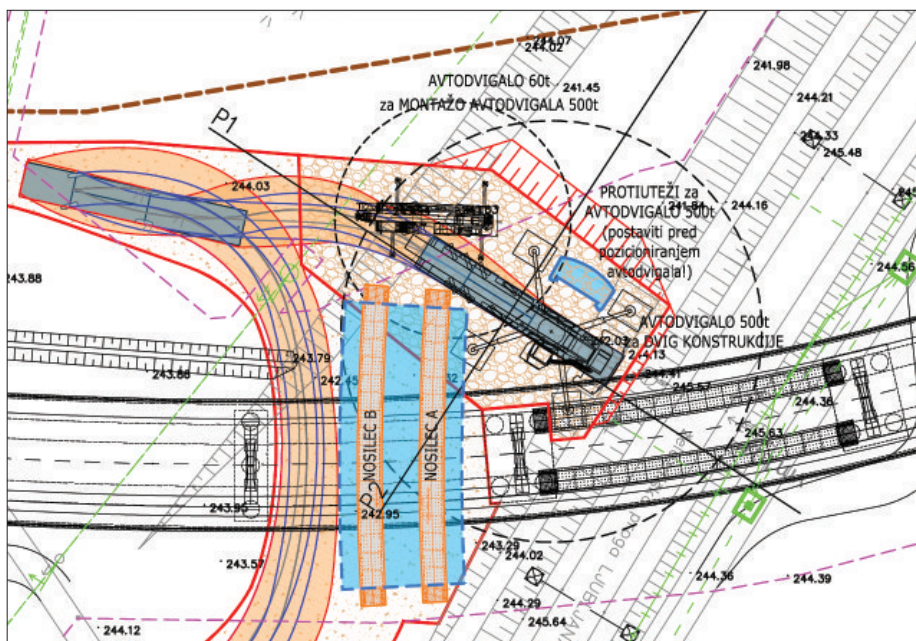
Pri pripravi tehnološkega elaborata (CGP, 2014b) smo v sodelovanju z izbranim izvajalcem za montažo nosilcev na opaž Prangl, d. o. o., uporabili le eno avtodvigalo z nosilnostjo 5000 kN (slika 11). Tega je bilo treba zaradi zahtevane nosilnosti avtodvigala v

Teža jeklenega nosilca	280 kN
Teža opažne AB-plošče	$(24,0 \text{ m} \times 0,125 \text{ m} \times 5,25 \text{ m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 = 400 \text{ kN}$
Teža konzol za opaž robnega venca	$33 \times 0,6 \text{ kN} = 20 \text{ kN}$
Teža betona v U-prerezu na koncu nosilca	$(1,35 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \times 1,70 \text{ m}) \times 26 \text{ kN/m}^3 = 90 \text{ kN}$
Skupaj na eno podporo	$(280 + 400 + 20) / 2 + 90 = 440 \text{ kN}$

Preglednica 1 • Račun obtežbe začasne podpore sovprežne konstrukcije



Slika 10 • Montaža nosilcev po projektu za izvedbo



Slika 11 • Načrt montaže nosilcev skladno s TEE

radiju montaže natančno pozicionirati tako ob začasni podporni konstrukciji kot tudi ob obeh elementih. Kako natančno je bilo treba pozicionirati avtodvigalo in kako blizu začasne

podporne konstrukcije je moralo stati, je razvidno s slike 12. Na sliki je razvidno, kako blizu sta si bila začasna podporna konstrukcija in protitež avtodvigala.



Slika 12 • Protiutež avtodvigala ob začasni podporni konstrukciji

Razlog za uporabo enega avtodvigala je bil predvsem čas trajanja zapore železniškega prometa. Pri montaži enega nosilca z dvema avtodvigaloma je bila predvidena zapora železniškega prometa za dve uri, pri montaži z enim avtodvigalom pa smo predvideli le enourno zaporo, pri čemer je dejanska montaža posameznega nosilca trajala okoli 40 minut. Zaradi časovnega prihranka smo izvedli montažo obeh nosilcev v enem dnevu. Montaža nosilcev je potekala 5. julija 2014 po naslednjem urniku:

- 9⁰⁰–10⁰⁰: zapora železniškega prometa in montaža prvega nosilca
- 10⁰⁰–11⁰⁰: sprostitvev železniškega prometa
- 11⁰⁰–12⁰⁰: zapora železniškega prometa in montaža drugega nosilca

Pred začetkom montaže nosilcev je bilo treba izključiti napetost v voznem omrežju. Vsa dela montaže so bila pod tehničnim nadzorom in v prisotnosti varnostnega čuvaja Slovenskih železnic (slika 13).

3.4 Kontrola kakovosti vgrajenega betona

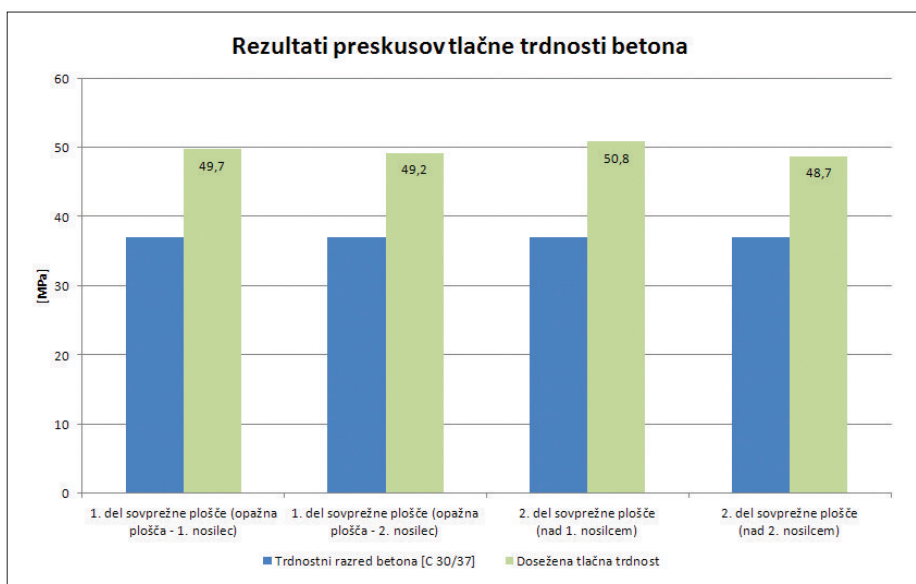
Vzporedno z gradnjo nadvoza se je skladno z navodili *Projekta izvajanja betonske konstrukcije* in s priloženim *Planom odvzema vzorcev betona za preizkušanje svežega in strjenega betona po konstrukcijskih elementih* izvajala kontrola vgrajenega betona. Rezultati preizkusov tlačne trdnosti betona prvega in drugega dela sovprežne prekladne plošče so prikazani na sliki 14. Preizkus je pokazal, da je bila tlačna trdnost 28 dni starega vgrajenega betona v povprečju za 34 % višja od predpisane.

3.5 Druga faza izvedbe

Po končani montaži sta se oba nosilca toga vpela v začasne podpore in v že izvedene stebre nadvoza ob začasni podporah. Sledila je postavitvev nosilnega odra in opaža monolitnega dela prekladne konstrukcije ter



Slika 13 • Montaža nosilca na začasno podporno konstrukcijo

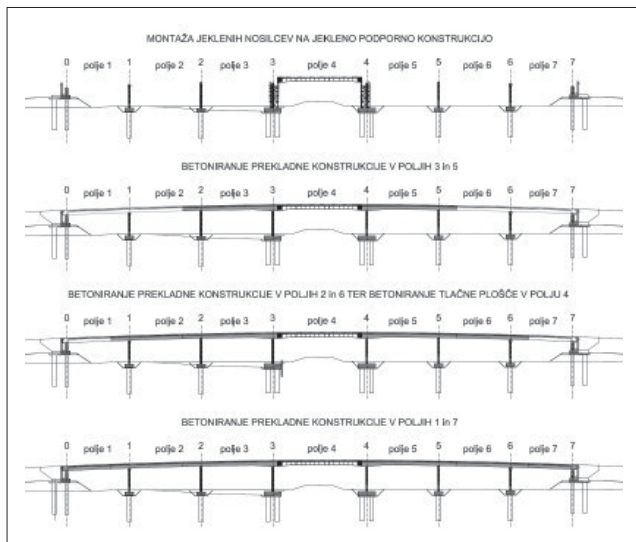


Slika 14 • Diagram rezultatov tlačnih trdnosti betona

njena izvedba. Betoniranje monolitnega dela prekladne konstrukcije je potekalo v treh fazah (slika 15) simetrično na sredinski sovprežni del prekladne plošče in v odvisnosti od dispozicije kablov za prednapenjanje. V prvi fazi sta se izvedli polji levo (polje 3) in desno (polje 5) od sredinskega sovprežnega dela prekladne plošče (polje 4), nato njuni sosednji polji (polji 2 in 6) in na koncu še krajni polji (polji 1 in 7). Med prvo in drugo fazo izvedbe monolitnega dela prekladne konstrukcije se je dobetonirala

sovprežna betonska plošča do njene končne debeline.

Začasna podporna konstrukcija, na kateri sta bila začasno postavljena oba nosilca sovprežne prekladne konstrukcije, se je odstranila 23. septembra 2014, in sicer po izvedbi prednapetja polja 3 in 5 ter po dobetoniranju sovprežne betonske plošče do njene končne debeline. To pomeni, da sta bila nosilca podprta z začasno podporno konstrukcijo približno dva meseca in pol.



Slika 15 • Postopna izvedba prekladne konstrukcije nadvoza



Slika 16 • Sovprežna prekladna plošča nad železniško progo

4 • SKLEP

Opisana tehnologija izvedbe sovpredne prekladne konstrukcije nad železniško progo prinaša v proces gradnje nadvoza številne prednosti pa tudi določene pomanjkljivosti. Prednosti so zmanjšanje vplivov na vodenje železniškega prometa, manjše število zapor železniškega prometa, železniški promet je bil med gradnjo vseskozi neoviran, le z zmanjšano hitrostjo v območju gradbišča. Večina vseh del, ki se tičejo gradnje prekladne konstrukcije nad železniško progo, je bila opravljena v enem

dopoldnevu. Pomanjkljivost te tehnologije pa je daljša izpostavljenost na začasnih podporah postavljene sovpredne prekladne konstrukcije negativnim zunanjim vplivom (vreme, človeški dejavnik itd.), ki bi lahko v skrajnem primeru pripeljali do njenega rušenja.

Inženirske konstrukcije, kjer je pri gradnji uporabljena zahtevna tehnologija izvedbe, zahtevajo natančno načrtovanje tako v fazi projektiranja (PGD, PZI) kot tudi v fazi priprave na izvedbo (tehnološki elaborati). Za njihovo izdelavo

je bilo treba upoštevati številne zahteve in potrebe različnih področij – gradnja v območju železniške proge, načrtovanje dostave nosilcev, tehnologija montaže idr. Premišljeno načrtovanje izvedbe posamezne faze v času gradnje lahko prispeva k racionalizaciji na mnogih področjih (časovno, stroškovno) kot tudi k novim rešitvam in tehnologijam izvedbe. Pri tem je ključno sodelovanje med projektantom, nadzornikom in izvajalci ter strokovnimi službami. Pomembno je, da se zagotavlja sprotne preverjanje vseh procesov, kajti tako se ugotovljene motnje in napake lahko nemudoma odpravijo. Že manjši spodrsrlaj lahko povzroči katastrofo.

5 • LITERATURA

- CGP, d. d., Tehnološko ekonomski elaborat za izvedbo jeklenih montažnih nosilcev nadvoza 4-01 čez železnico, št. 01-TS/3/68-14, april 2014a.
 CGP, d. d., Tehnološko ekonomski elaborat za izvedbo prekladne konstrukcije nadvoza 4-01 čez železnico, št. 01-TS/3/59-14, maj 2014b.
 PNZ, svetovanje projektiranja, d. o. o., Preložitve ceste G2-108 Ribče-Litija ob naselju Zgornji Log pri Litiji od km 8 740 do km 10 140, PZI projekt št. 12-1423, januar 2013.

ALTERNATIVNI MODEL ZA DIMENZIONIRANJE ČISTILNIH NAPRAV

ALTERNATIVE MODEL FOR THE DESIGN OF WASTE WATER TREATMENT PLANT

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.
Barjanska 68, Ljubljana

Strokovni članek
UDK 626:628.32

Povzetek | Članek obravnava dimenzioniranje čistilnih naprav po alternativnem, dopoljenem modelu glede na model po smernici ATV-A-3. Model vključuje presojo stopnje aerobne stabilizacije in možne proizvodnje bioplina iz razgradljivega primarnega in aerobnega, aktivnega dela biološkega blata v odvisnosti od starosti blata. Obravnavani sta aerobna in anaerobna obdelava blata z energetske bilanco možnega pridobivanja bioplina in električne energije. Podana je ocena energetske bilance čistilnih naprav v kWh/PE, brez sedimentacije in s primarno sedimentacijo, za različne starosti in specifične obremenitve biološkega blata.

Ključne besede: primarno aktivirano blato, stabilizacija blata, energija biološkega plina

Summary | The paper considers an alternative model for waste water treatment plant design to the model in the directive ATV – A – 3. The model includes the assessment of possible biogas production from the biodegradable organic part of the primary and aerobic activated sludge, depending on its age. By differentiation of degradable and undegradable part of the organic aerobic sludge, the possible biogas, electric energy production is evaluated. An assessment of WWTP energy balance, in terms of kWh/PE for with different sludge age and specific load, with and without primary sedimentation, by different age and specific load of the activated sludge, is given.

Key words: primary activated sludge, stabilisation of sludge, biogas energy

1 • UVOD

Obravnavani predlog za dimenzioniranje čistilnih naprav se razlikuje od metode ATV-A-3 (Imhoff, 1999), (Imhoff, 2007)), da namesto predpostavljenega razmerja $0,60 \cdot X_{TSS} = X_{nbVSS} + X_{TSS}$ (Walder, 2011) uporabi v odpadni vodi ločeno meritev usedljivih mineralnih in inertnih organskih delcev z BPK_5 , kot je predstavljeno na sliki 1.

Z uporabo koeficienta X_d (1/d) (Eckenfelder, 1989) pa za razliko od ATV omogoča tudi presojo stopnje aerobne stabilizacije blata

v $kgO_2/kgVSS \cdot d$, presojo količine bioplina in energije iz anaerobne presnove X_{v0} proizvedenega razgradljivega organskega dela odvečnega biološkega blata.

Rezultati obravnavanega modela so primerjani z ATV-A-3 (Imhoff, 2007) in s podatki empiričnih meritev na čistilnih napravah (Ulrich, 2001).

2 • ZASNOVA MODELA

Model je zasnovan na podatkih (preglednica 1) o lastnostih surove odpadne vode (Imhoff, 2007) in na shematsko predstavljeni biokemični

asimilaciji in disimilaciji organskega onesnaženja v organsko maso heterotrofov (slika 1).

Model obravnava le oksidacijo organskega ogljika, ne pa členov za nitrifikacijo, denitrifikacijo in defosfatizacije efluenta:

$$\theta_{(nitrif.-denitrif.)} = \frac{\theta_{nitrifikacije}}{1 - V_D/V_{TOT}} \ln \frac{NO_3}{BPK_5} = 0,8 \frac{0,75 \cdot O_{2C}}{2,9} \frac{V_D}{V_{TOT}}$$

ki jih je mogoče v model vključiti.

	min.	org.	skupaj	BPK ₅
(g/m ³)				
Usedljive snovi	100	150	250	100
Neusedljive lebdeče snovi	25	50	75	50
Raztopljene snovi	375	250	625	150
Skupaj	500	450	950	300

Preglednica 1 • Sestava odpadnih voda (Imhoff, 1999)

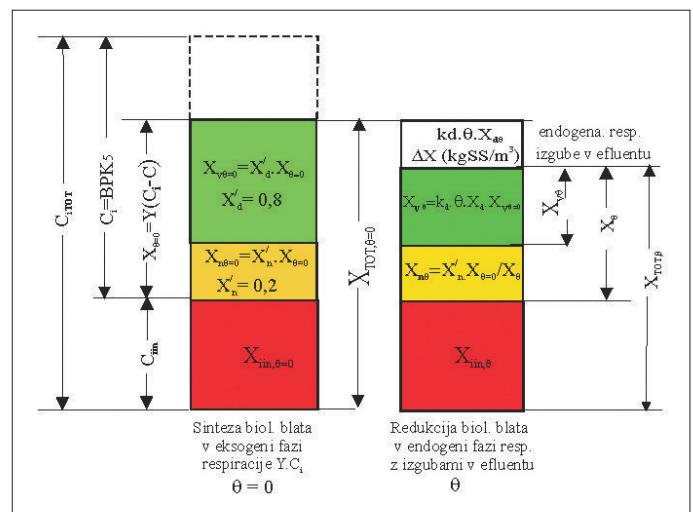
V aerobnem reaktorju čistilne naprave. (preglednica 1) brez primarnega usedalnika postane 100 g/m³ usedljivih mineralnih in 25 g/m³ lebdečih inertnih snovi iz odpadne vode del proizvedene mase biološkega blata. Organsko onesnaženje 450 g/m³, izraženo s 300 g BPK₅ (poraba kisika v 5 dneh), pa se asimilira kot drugi, biološko aktivni del celotne mase biološkega blata.

Koncentracija (slika 1) nerazgradljivega anorganskega in inertnega organskega onesnaženja odpadne vode je označena s C_{in}. Organski del C_{BPK5}, ki se, kot rečeno, z eksogeno respiracijo asimilira v organsko maso heterotrofov s koncentracijo X_{θ=0} (slika 1), v fazi θ (dni) pa se z endogeno respiracijo zmanjša na X_θ kgVSS/m³ heterotrofov s koncentracijo biološko razgradljivega dela X_{vθ} in nerazgradljivega X_{nθ}.

V nadaljevanju pomeni:

- C_{TOT} (kgSS/m³) koncentracija skupnega organskega in inertnega mineralnega onesnaženja odpadne vode
- C_{in} (kg/m³) koncentracija inertnega organskega in mineralnega onesnaženja odpadne vode
- C_i (kgBPK₅/m³) organsko, biološko razgradljivo onesnaženje surove odpadne vode
- C (kgBPK₅/m³) koncentracija BPK5 očiščene odpadne vode
- Y = 0,6 (kgVSS/kgBPK₅) koeficient prirasta organske mase heterotrofov biološkega blata v procesu sinteze
- X_{θ=0} (kgVSS/kgBPK₅) koncentracija v sintezi proizvedene mase heterotrofov biološkega blata
- X'_d = 0,8 (kgX_{vθ=0}/kgX_{θ=0}) razgradljivi del v sintezi proizvedene celotne organske mase heterotrofov biološkega blata
- X_{vθ=0} (kgVSS/m³) koncentracija v sintezi proizvedene razgradljive organske mase biološkega blata
- X_{vθ} (kgVSS/m³) koncentracija biološko razgradljive mase biološkega blata po endogeni respiraciji θ_c dni
- X_{nθ=0} (kgVSS/m³) koncentracija inertne mase heterotrofov v sintezi proizvedene organske mase biološkega blata
- X'_n = 0,2 (kgX_{nθ=0}/kgX_{θ=0}) nerazgradljivi del X_{θ=0} v sintezi proizvedene organske mase biološkega blata
- X_d del razgradljivega organskega blata po endogeni respiraciji

- X_{nθ} (kgVSS/m³) koncentracija nerazgradljivega dela v organskem blatu po endogeni respiraciji
- X_θ (kgSS/m³) koncentracija razgradljivega in nerazgradljivega biološkega blata po endogeni respiraciji pri starosti blata θ dni.
- X_{in} (kgSS/m³) koncentracija mineralnih in biološko nerazgradljivih snovi v biološkem blatu
- X_{TSS} (kg/m³) totalna količina suspendiranih snovi v odpadni vodi na vtoku v čistilno napravo
- X_{nθ} (kgVSS/m³) inertne organske snovi heterotrofov nad 0,45 μm
- X_{TSS} (kg/m³) koncentracija inertne mineralne snovi nad 0,45 μm
- θ (dni) starost biološkega blata
- k_d = 0,08 (1/d) koeficient razgradnje v endogeni respiraciji, v eksogeni respiraciji – sintezi proizvedenega razgradljivega in nerazgradljivega organskega dela biološkega blata
- F = 1,072^(T-15) temperaturni koeficient korekcije poteka reakcij
- T (C°) temperatura vode v aerobnem reaktorju
- O_{2C} (kgO₂/d) poraba kisika za oksidacijo organskega ogljika
- V_{TOT} (m³) prostornina aerobnega reaktorja
- V_N (m³) prostornina aerobnega reaktorja za nitrifikacijo
- V_D (m³) prostornina reaktorja za denitrifikacijo
- W_θ kgSS količina celotne mase biološkega blata v reaktorju



Slika 1 • Shema količine (obarvane površine) in koncentracij (X) asimiliranega onesnaženja odpadne vode v fazah biokemične sinteze in endogene respiracije biološkega blata v aerobnem reaktorju pri starosti blata θ (dni)

Pri starosti biološkega blata v aerobnem reaktorju θ (dni) se iz odpadne vode v biološkem blatu akumulira vsa količina nerazgradljivih organskih in mineralnih snovi s koncentracijo X_{in,θ=0}. Koncentracija razgradljivega dela iz organskega onesnaženja asimilirane organske mase heterotrofov X_{θ=0} pa se med endogeno respiracijo zmanjša na X_{vθ}, koncentracija celotne organske mase heterotrofov pa na X_θ. Koeficient zmanjšanja X_d (Eckenfelder, 1989) je določen po enačbah 1, 2 in 3:

$$X'_{n,θ=0} * X_{θ=0} = X_{nθ} * X_{θ} \quad (1)$$

$$X'_d + X'_n = 1 \quad ; \quad X_{d\theta} + X_{n\theta} = 1 \quad ; \quad X_{n\theta} = 1 - X_{d\theta} \quad (2)$$

$$X'_n \cdot X_{\theta=0} = X_{n\theta} \cdot X_{\theta} \rightarrow \rightarrow \rightarrow X_n = X'_n \frac{X_{\theta=0}}{X_{\theta}} \rightarrow \rightarrow \rightarrow X_{\theta=0} \cdot X'_d - k_d \cdot X_d \cdot X_{\theta} \cdot \theta_c \cdot F = X_n \cdot X_{\theta}$$

$$X_d = \frac{X'_d}{1 + k_d \cdot X'_n \cdot \theta_c \cdot F} \left(\text{kgVSS}_d / \text{kgVSS} \right) \quad (3)$$

3 • MASNA BILANCA ASIMILIRANEGA ORGANSKEGA DELA (HETEROTROFOV) BIOLOŠKEGA BLATA

Masna bilanca heterotrofov – organskega dela biološkega blata – pri obremenitvi aerobnega reaktorja L (kgBPK₅/kgVSS·d) je določena po enačbah od 3 do 6 in po enačbi 7:

$$V \cdot \frac{dX_{\theta}}{dt} = \eta \cdot Y \cdot L - k_d \cdot X_d \cdot X_{\theta v} \cdot V \cdot F \quad (4)$$

$$V \cdot \frac{dX_{\theta}}{dt} = \frac{dW_{\theta}}{dt} = \underbrace{\eta \cdot Y \cdot L}_{\text{Neto prirast}} - \underbrace{k_d \frac{X'_d}{1 + k_d \cdot X'_n \cdot \theta_c \cdot F} X_{\theta v} \cdot V \cdot F}_{\text{in disimilacija heterotrofov}} : (X_{\theta v} \cdot V) = (5)$$

asimilacija

$$\frac{dX_{\theta} \cdot V}{dt \cdot V \cdot X_{\theta}} = \frac{1}{\theta} = Y \cdot \eta \cdot \frac{L}{V \cdot X_{v\theta}} - \frac{k_d \cdot X'_d \cdot F}{1 + k_d \cdot X'_n \cdot \theta_c \cdot F} \quad (6)$$

$L_{sv} = \frac{L}{V \cdot X_{v\theta}}$ specifična obremenitev organske mase iz enačbe 6 pa:

$$L_{sv} = \frac{1 + k_d \cdot \theta_c \cdot F}{\eta \cdot Y \cdot \theta_c \cdot (1 + k_d \cdot X'_n \cdot \theta_c \cdot F)} \left(\text{kgBPK}_5 / \text{kgVSS} \right) \quad (7)$$

Prirast Y_{obs} organske mase biološkega blata – heterotrofov – pri starosti biološkega blata θ iz zgornje enačbe 7 pa je:

$$Y_{vobs} = \frac{1}{L_{sv} \cdot \theta} = \frac{\eta \cdot Y \cdot (1 + k_d \cdot X'_n \cdot \theta_c \cdot F)}{1 + k_d \cdot \theta_c \cdot F} \left(\text{kgSS}_{org} / \text{kgBPK}_5 \right) \quad (8)$$

Pri dnevni obremenitvi aerobnega reaktorja

$$L_{TOT} = \eta \cdot Q \cdot C_i \left(\text{kgBPK}_5 / \text{d} \right) \quad (9)$$

Pri specifični obremenitvi LSV organskega dela biološkega blata s starostjo θ (dni) in koncentracijo X_{θ} (slika 1) znaša celotna masa W_{θ} (kgVSS) biološko aktivnega blata heterotrofov v reaktorju:

$$W_{\theta} = \frac{L_{TOT}}{L_{sv}} \left(\text{kgVSS} \right) \text{ s koncentracijo organskega dela blata – heterotrofov:} \quad (10)$$

$$X_{\theta} = W_{\theta} / V \left(\text{kgVSS} / \text{m}^3 \right) \quad (11)$$

4 • SKUPNA MASNA BILANCA ORGANSKEGA IN NERAZGRADLJIVEGA INERTNEGA DELA BLATA

Celotna akumulirana količina inertnega onesnaženja mineralnega izvora v reaktorju v θ dneh je:

$$W_{iin} = \theta * Q * C_{iin} \quad \text{s koncentracijo:} \quad (12)$$

$$X_{iin} = W_{iin} / V \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad \text{inertnega onesnaženja} \quad (13)$$

Skupna masa organskih in mineralnih snovi biološkega blata v reaktorju pa je:

$$W_{TOT} = W_{\theta V} + W_{iin} \text{ (kgSS)} = Q * C_i / L_{sv} + \theta * Q * C_{iin} \text{ (kgSS)} \quad (14)$$

Specifična obremenitev biološkega blata L_{TOT} (organskega in mineralnega dela) z upoštevanjem enačb 7, 10, 12, 13 in 14 pa:

$$L_{STOT} = \frac{L_{TOT}}{W_{TOT}} = \frac{1}{\frac{1}{L_{sv}} + \theta \frac{C_{iin}}{C_i}} \text{ (kgBPK}_5\text{/kgSS)} \quad (15)$$

5 • PRIMERJAVA PRIRASTA BIOLOŠKEGA BLATA V AEROBNEM REAKTORJU PO ALTERNATIVNEM IN ATV-MODELU

Skupni prirast organske in anorganske mase biološkega blata Y_{TOT} določimo z enačbo:

$$Y_{TOT} = \frac{1}{\theta * L_{STOT}} \text{ (kgSS/kgBPK}_5\text{.d)} \quad (16)$$

Vrednosti Y_{TOT} v preglednicah 3 in 4 alternativnega modela in ATV-A-3-modela za proizvodnjo odvečnega blata pri enaki starosti biološkega blata θ dni in enaki obremenitvi biološkega blata v reaktorju L_{STOT} (kgBPK₅/kgSS.d) so praktično enaki.

0,6.(X _{TS,ZB} /C _{BSB5}) C _{iin} /C _i	Y _{TOT} (kgSS/kgBPK ₅)					
	(dni) starost biol. blata					
	4	8	10	15	20	25
0,24	0,75	0,69	0,67	0,62	0,59	0,56
0,36	0,85	0,79	0,77	0,72	0,69	0,66
0,48	0,97	0,91	0,89	0,84	0,81	0,78
0,6	1,09	1,03	1,01	0,96	0,93	0,90
0,72	1,21	1,15	1,13	1,08	1,05	1,02

Preglednica 3 • Prirast biološkega blata Y_{TOT} po alternativni metodi

X _{TS,ZB} /C _{BSB5}	Y _{TOT} (kgSS/kgBPK ₅)					
	(dni) starost biološkega blata					
	4	8	10	15	20	25
0,24	0,79	0,69	0,65	0,59	0,56	0,53
0,36	0,91	0,81	0,77	0,71	0,68	0,65
0,48	1,03	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77
0,6	1,15	1,05	1,01	0,95	0,92	0,89
0,72	1,27	1,17	1,13	1,07	1,04	1,01

Preglednica 4 • Prirast biološkega blata Y_{TOT} po ATV-A-3 (Imhoff,2007)

6 • PRIMERJAVA VELIKOSTI AEROBNIH REAKTORJEV PO ALTERNATIVNEM IN ATV-MODELU

Po enačbi 17 je za enako obremenitev reaktorja $L_{TOT} = 1000$ kg BPK₅/d z enako izbrano koncentracijo blata $X_{TOT} = 5,0$ (kgSS/m³), kot kaže preglednica 5, tudi prostornina aerobnega reaktorja po obeh metodah praktično enaka.

Potrebna velikost reaktorja, to je aeracijskega bazena, pa je:

$$V = \frac{L_{TOT}}{L_{STOT} * X_{TOT}} \text{ (m}^3\text{)} \quad (17)$$

Starost b.b.	$V(m^3)$	$V(m^3)$	$V(m^3)$	$V(m^3)$	$V(m^3)$
θ_c	$ATV = 1,2X_{TS}/kgBPK_5$	$ATV = 1,0X_{TS}/BPK_5$	$ATV = 0,8X_{TS}/BPK_5$	$ATV = 0,6X_{TS}/BPK_5$	$ATV = 0,4X_{TS}/BPK_5$
dni	$C_{iin}/C_i = 0,72$	$C_{iin}/C_i = 0,6$	$C_{iin}/C_i = 0,48$	$C_{iin}/C_i = 0,36$	$C_{iin}/C_i = 0,24$
4	762	690	618	546	474
8	1.404	1.260	1.116	972	828
10	1.695	1.515	1.335	1.155	975
15	2.408	2.138	1.868	1.598	1.328
20	3.120	2.760	2.400	2.040	1.680
25	3.788	3.338	2.888	2.438	1.988

Preglednica 5 • Velikost aerobnih reaktorjev $V(m^3)$ po ATV za X_{TS}/BPK_5 pri obremenitvi aeracijskega reaktorja z 10.000 PE (600 kgBPK₅/d) in koncentraciji biološkega blata 5,00 kgSS/m³ s pripadajočimi vrednostmi odpadne vode C_{iin}/C_i

Starost b.b.	$V(m^3)$	$V(m^3)$	$V(m^3)$	$V(m^3)$	$V(m^3)$
θ_c	$ATV = 1,2X_{TS}/BPK_5$	$ATV = 1,0X_{TS}/kgBPK_5$	$ATV = 0,8X_{TS}/BPK_5$	$ATV = 0,6X_{TS}/BPK_5$	$ATV = 0,4X_{TS}/BPK_5$
dni	$C_{iin}/C_i = 0,72$	$C_{iin}/C_i = 0,6$	$C_{iin}/C_i = 0,48$	$C_{iin}/C_i = 0,36$	$C_{iin}/C_i = 0,24$
4	724	652	580	508	436
8	1.378	1.234	1.090	946	802
10	1.688	1.508	1.328	1.148	968
15	2.432	2.162	1.892	1.622	1.352
20	3.144	2.784	2.424	2.064	1.704
25	3.836	3.386	2.936	2.486	2.036

Preglednica 6 • Velikost aerobnega reaktorja $V(m^3)$, po alternativni metodi, za C_{iin}/C_i , pri obremenitvi aeracijskega reaktorja z 10.000 PE (600 kgBPK₅/d) in koncentraciji biološkega blata 4,00 kgSS/m³ s pripadajočimi vrednostmi odpadne vode po ATV za X_{TS}/BPK_5

7 • PRIMERJAVA PORABE KISIKA PO ALTERNATIVNEM IN ATV-MODELU

Skupna poraba kisika za eksogeno in endogeno respiracijo biološkega blata na enoto eliminiranega onesnaženja odpadne vode $\Delta L = kgBPK_5/d$ pa znaša:

$$\frac{O_{2c}}{L_{TOT}} = \frac{O_2}{\eta * L_{TOT}} = a + \frac{b * Y * X'_d * \theta * F}{1 + kd * X'_n * \theta * F} \quad (kgO_2 / kgBPK_5) \quad (18)$$

V preglednicah 3 do 9 podani rezultati enačb obravnavanega modela 1 do 26 za temperaturo 10 °C v aerobnem reaktorju se praktično ujemajo s podatki za specifično proizvodnjo odvečnega blata (kgSS/kgBPK₅) ATV-A-3 preglednici števil. 29 (Imhoff, 2007) pri temperaturi vode 10 °C do 12 °C.

Pri tem upoštevamo, da je v alternativnem modelu pod C_{iin} upoštevana v surovi odpadni vodi skupna koncentracija usedljivih nerazgradljivih organskih in mineralnih snovi proti po ATV določenih ($X_{TS,ZB}/C_{BSB}$) na membranskem filtru 0,45 mm zadržanih snovi: $C_{iin}/C_i = 0,6$. ($X_{TS,ZB}/C_{BSB}$).

Ocena možne pridobitve bioplina po obravnavanem modelu v preglednici 8 je znotraj z meritvami ugotovljenih vrednosti v preglednici 9. Enako s podatki (Imhoff, 2007) na strani 331.

Razlike v porabi kisika v preglednicah 8 in 9 niso velike. Nastanejo pa, ker alternativni model upošteva le porabo kisika od razgradljivega dela, ne pa od celotne organske mase heterotrofov v proizvedenem odvečnem blatu aerobnega reaktorja.

temperatura	θ (dni) starost biol. blata					
	T °C	4	8	10	15	20
10	0,75	0,85	0,93	0,99	1,13	1,23
12	0,78	0,88	0,97	1,04	1,18	1,27
15	0,83	0,94	1,03	1,11	1,25	1,34
18	0,89	1,01	1,10	1,18	1,32	1,41
20	0,93	1,05	1,15	1,23	1,36	1,45

Preglednica 8 • Poraba kgO₂/BPK₅ po ATV - A - 3

Temperatura	θ (dni) starost biol. blata					
	T °C	4	8	10	15	20
10	0,85	0,99	1,04	1,13	1,13	1,22
12	0,78	0,88	0,97	1,04	1,18	1,24
15	0,83	0,94	1,03	1,11	1,25	1,27
8	0,89	1,01	1,10	1,18	1,32	1,30
20	0,93	1,05	1,15	1,23	1,36	1,32

Preglednica 9 • Poraba kg O₂/kgBPK₅ po alternativni metodi

8 • PRESOJA STABILIZACIJE AEROBNEGA BIOLOŠKEGA BLATA

Poraba kisika za endogeno respiracijo na enoto teže razgradljivega dela organskega dela biološkega blata $X_{v\theta}$ je (slika 1):

$$O_2 = X_{v\theta} * b * F(\text{kgO}_2 / \text{kgVSSd}) \quad (19)$$

Stopnja aerobne stabilizacije blata, izražena s porabo $\text{kgO}_2/\text{kgVSS}$ - (X_{θ} sliki 1) – organskega dela blata (slika 1), ki naj bo manjša od $0,1 \text{ kgO}_2/\text{kgVSS}$ (Imhoff, 2007), je odvisna od starosti in temperature blata θ dni) po enačbi:

$$O_2/X_{\theta} = X_{\theta v} \cdot b \cdot F / X_{\theta} (\text{kgO}_2/\text{kgVSS} \cdot \text{d}) \leq 0,1 (\text{kg O}_2/\text{kgSS}) \quad (20)$$

θ	$\text{kgO}_2/\text{kgVSS}$	$\text{kgO}_2/\text{kgVSS}$	$\text{kgO}_2/\text{kgVSS}$
dni	$T = 10^\circ\text{C}$	$T = 15^\circ\text{C}$	$T = 20^\circ\text{C}$
1	0,13	0,19	0,27
4	0,13	0,18	0,25
6	0,13	0,18	0,24
8	0,12	0,17	0,23
10	0,12	0,17	0,22
15	0,12	0,15	0,20
20	0,11	0,15	0,19
25	0,11	0,14	0,17
35	0,10	0,12	0,15
40	0,09	0,12	0,14
50	0,09	0,11	0,13

Preglednica 7 • Poraba kisika na 1 kg organskega dela aerobnega biološkega blata pri starosti blata θ dni

Poraba kisika v preglednici 7 kaže na vpliv temperature, ki se med letom spreminja, na stabilizacijo aerobnega blata. Endogena respiracija blata kot merilo za doseženo stabilnost je bolj odvisna od temperature kot od specifične obremenitve oziroma starosti blata.

Uspešno in ceneno dodatno stabilizacijo in higienizacijo blata za sezonsko uporabo blata na poljih je mogoče doseči že v enostavnih depojskih bazenih. To je pred leti, poleg drugih primerov, z analizami aerobnega in na depojskem bazenu stabiliziranega blata na čistilni napravi Žalca v Kazazah potrdil tudi prof. dr. Amon. To je za načrtovanje čistilnih naprav, kjer je dovolj kmetijskih površin, primerna rešitev.

9 • BIOPLIN IZ ANAEROBNEGA REAKTORJA IN ELEKTRIČNA ENERGIJA ČISTILNE NAPRAVE BREZ PRIMARNE SEDIMENTACIJE ODPADNE VODE IN Z NJO

Oceno proizvodnje bioplina v anaerobnem reaktorju iz odvečnega biološko razgradljivega blata aerobnega reaktorja v preglednici 11 smo opravili za 3 primere:

- za čistilno napravo brez primerne usadalnika,
- za čistilno napravo z velikim usadalnikom, zaradi katerega odpade od 60 g BPK₅/PE na aeracijski reaktor le 35 g BPK₅/PE onesnaženja, 25 g BPK₅/PE pa odpade na anaerobni reaktor in
- aerobni reaktor prevzame 48 g BPK₅/PE, 12 g BPK₅/PE pa odpade na anaerobni reaktor.

1. Ocena bioplina iz odvečnega razgradljivega organskega dela blata aerobnega reaktorja

Na populacijsko enoto 1 PE (60 g BPK₅) odpadne vode se asimilirajo

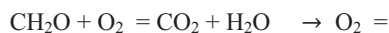
$$\frac{0,060 \cdot X_d (\text{kgVSS})}{L_{sv} (\text{PE})}$$

razgradljive organske mase odvečnega aerobnega blata $X_{v\theta}$ (slika 1). Pri poenostavitvi za $1,0 \text{ kgVSS} = 1,0 \text{ kgCH}_2\text{O}$ z molekularno maso 30 g/mol nastane za $22,4 \text{ l/mol}$ pri anaerobni razgradnji iz 1 kgVSS $745 \text{ l} (\text{CH}_4 + \text{CO}_2)$ in na 1 PE:

$$\frac{l(\text{bioplina})}{\text{PE} \cdot \text{d}} = \frac{0,06 \left(\frac{\text{kgBPK}_5}{\text{PE}} \right) * X_d \left(\frac{\text{kgVSS}_d}{\text{kgVSS}} \right) * 746,667 \left(\frac{\text{l bioplina}}{\text{kgVSS}} \right)}{L_{sv} \left(\frac{\text{kgVSS}}{\text{kgBPK}_5} \right) * \theta (\text{d})} \quad (21)$$

2. Ocena proizvodnje bioplina v anaerobnem reaktorju iz blata primarnega usedalnika z obremenitvijo 35 g BPK₅/PE (pri velikem primernem usedalniku) in 12 g BPK₅/PE (pri manjšem usedalniku). Količino proizvedenega bioplina za obe obremenitvi smo ocenili po naslednjih relacijah:

Enota onesnaženja BPK₅ (mgO₂/l) odpadne vode je le 68,4 % porabe kisika BPK (mgO₂/l) za razgradnjo celotnega organskega onesnaženja:



$$= \text{BPK}(\text{mgO}_2/\text{l}) = 1,46 \text{ BPK}_5 (\text{mgO}_2/\text{l})$$

$$\text{CH}_2\text{O} (\text{molov}) = \text{O}_2(\text{molov}) \text{ BPK} \cong 1,46 \text{ BPK}_5 \quad (22)$$

Po navedenih relacijah med BPK₅, BPK in CH₂O z molekularno težo 30 g/mol

Iz anaerobnega reaktorja je mogoče po poenostavljeni oceni pridobiti na 1 PE naslednje količine bioplina:

– pri obremenitvi reaktorja s 35 % kgBPK₅ od celotne obremenitve čistilne naprave:

$$(60-25)/60 * 1,46 * 22,4 = 19,08 \text{ l/PE bioplina (CH}_4 + \text{CO}_2) \quad (23)$$

– če je reaktor obremenjen z 12 % kgBPK₅ celotne obremenitve čistilne naprave:

$$(60-48)/60 * 1,46 * 22,4 = 6,54 \text{ l/PE bioplina (CH}_4 + \text{CO}_2) \quad (24)$$

Rezultati proizvedenega bioplina in energije s poenostavitvijo organskega onesnaženja z CH₂O so podani v preglednici 10. Po izračunu količine bioplina na 1 PE sta prostornini CH₄ in CO₂ iz odvečnega aerobnega blata v anaerobnih reaktorjih in iz primarnega usedalnika enaki.

Organski del blata v anaerobnih reaktorjih so kompleksni polimeri z drugačnim razmerjem med ogljikom

C in vodikom H od v računu privzetega razmerja 50 % : 50 %. To razmerje je 70 % : 30 %. Zato smo v računu upoštevali energetske moči pridobljenega bioplina le 5,0 kWh/m³, kar ustreza izmerjeni vrednosti bioplina 7,0 kWh/m³ s ca. 70 % metana in ca. 30 % CO₂.

starost biol. blata	60 g (BPK ₅ /PEd) v aerobni reaktor			25 g(BPK ₅ /PEd) v aerobni reaktor 35 g (BPK ₅ /PEd) v primarni usedalnik				48 g(BPK ₅ /PE v aerobni reaktor 12 g (BPK ₅ /PEd) v primarni usedalnik			
	θ (dni)	kgVSS/ kgBPK ₅ .d	bioplin iz l/PE.d	kWh/PEd	bioplin aerob. blata	bioplin prim. blata	bioplin skupaj	kWh/PE.d	bioplin aerob. blata	bioplin prim. blata	bioplin skupaj
1	0,43	19,34	0,039	8,06	19,08	27,13	0,054	15,47	6,54	22,01	0,044
4	0,37	16,66	0,033	6,94	19,08	26,02	0,052	13,33	6,54	19,87	0,040
6	0,34	15,26	0,031	6,36	19,08	25,43	0,051	12,20	6,54	18,75	0,037
8	0,31	14,07	0,028	5,86	19,08	24,94	0,050	11,25	6,54	17,80	0,036
10	0,29	13,05	0,026	5,44	19,08	24,52	0,049	10,44	6,54	16,98	0,034
15	0,25	11,06	0,022	4,61	19,08	23,68	0,047	8,85	6,54	15,39	0,031
20	0,21	9,59	0,019	4,00	19,08	23,07	0,046	7,67	6,54	14,21	0,028
25	0,19	8,47	0,017	3,53	19,08	22,61	0,045	6,77	6,54	13,31	0,027
35	0,15	6,86	0,014	2,86	19,08	21,94	0,044	5,49	6,54	12,03	0,024
40	0,14	6,27	0,013	2,61	19,08	21,69	0,043	5,01	6,54	11,55	0,023
50	0,12	5,34	0,011	2,23	19,08	21,30	0,043	4,27	6,54	10,81	0,022

Preglednica 10 • Proizvodnja organskega biološkega blata s proizvodnjo bioplina v (l/PE) in električne energije v kWh/PE

Na čistilni napravi 100.000 PE z nitrifikacijo in denitrifikacijo je mogoče pridobiti 2000 m³ bioplina s 170 kW električne moči (Imhoff, 2007). Po obravnavanem modelu pa (pri starosti aerobnega blata 15 dni) 19,08 l/PE*100.000PE = 1908 m³ bioplina in z 0,047 kWh/PE*100.000/24 = 169 kW električne moči.

Po podatku (Imhoff, 2007), da potrebujejo čistilne naprave z nitrifikacijo in denitrifikacijo na 2,5 kW/1.000 PE ali 0,06 kWh/PE, je mogoča po obeh preglednicah 10 in 11 presoditi možno stopnjo energetske samooskrbe čistilnih naprav s primerno sedimentacijo in brez nje pri različnih specifičnih obremenitvah aerobnih reaktorjev oziroma pri različnih starostih biološkega blata.

V preglednici 10 so rezultati obravnavanega modela o možni pridobitvi bioplina na čistilnih napravah brez primarnih usedalnikov in z njimi za

aerobno čiščenje za ilustracijo s starostmi biološkega blata od 1 do 50 dni.

Za naprave z nitrifikacijo in denitrifikacijo efluenta, ki se danes gradijo, so aktualne, odvisno od razmerja N/BPK₅ v odpadni vodi, predvsem naprave s starostjo biološkega blata med 8 do 25 dni.

Ekstremne količine v preglednici 11 po meritvah pridobljenega bioplina na takšnih čistilnih napravah se praktično ujemajo z izračunanimi rezultati obravnavanega modela. To je razumljivo, ker model obravnava teoretično popolno konverzijo organskega C v metan. Približno za 30 % manjša količina bioplina je izmerjena le pri napravah brez primerne sedimentacije. Vzrok je lahko manjše število opazovanih čistilnih naprav ali – kot je vidno iz preglednice 10 – da delujejo pri večji starosti biološkega blata.

	Način čiščenja odpadne vode	θ (dni) starost biol. blata	Obremenitev biološkega reaktorja z BPK ₅ /PE,dan	(l/PE,dan) biol. plin po alternat. modelu	Proizvodnja biol. plina (l/PE,dan) po Ulrich Loll
1	Predčiščenje v velikem primarnem usedalniku (Nitrifikacija poleti z delno denitrifikacijo)	8	35	24,94	16,5–25 20,7
2	Predčiščenje v velikem primarnem usedalniku Nitrifikacija in denitrifikacija	15	35	23,68	14,5–22 18,3
3	Predčiščenje v manjšem primarnem usedalniku Nitrifikacija, denitrifikacija	15	48	15,39	10,5–15,9 13,2
4	Brez primarnega usedalnika	15	60	11,06	6,2–9,4 7,8
5	Aerobna stabilizacija brez primarnega usedalnika	25	60	8,47	3,5–5,3 4,4

Preglednica 11 • Primerjava alternativnega modela s potencialom biološkega plina iz blata čistilnih naprav (Loll, 2001)

10 • SKLEP

Na sliki 1 je podana shema procesov čiščenja v alternativnem modelu upoštevanih procesov čiščenja na bioloških čistilnih napravah za odpadno vodo.

V preglednicah 2 do 10 je primerjava med rezultati obravnavanega in alternativnega modela, ki so glede določitve dimenzij in drugih tehnološko relevantnih parametrov čistilne narave praktično enaki.

Predstavljeni alternativni model se razlikuje od modela ATV–A–3 v tem, da ločeno obravnava količino mineralnega in inertnega organskega onesnaženja, ki se v procesu čiščenja akumulira v aerobnem blatu čistilne naprave, in da z uvedbo koeficienta X_d (Eckenfelder, 1989) določi koncentracije X_{v0} biološko razgradljivega dela in celotne koncentracije biološko aktivnega dela blata X_0 heterotrofov (biološko razgradljivi in inertni del heterotrofov). S tem so podane in opisane možnosti za določeno starost biološkega blata θ (dni), za kvantitativne preseje aerobne stabilizacije proizvedenega blata v kg O₂/kgVSS in za v anaerobnem reaktorju pridobljeni bioplin in električno energijo na populacijsko enoto ter njen pomen za energetske bilanco in energetske samooskrbo čistilnih naprav.

Obravnavani alternativni model se razlikuje od modela ATV–A–3 v naslednjem:

1. obravnava tudi razgradljive organske delce nad 0,45 μ m v okviru izmerjene obremenitve čistilne naprave z BPK₅. Nerazgradljive organ-

ske in mineralne delce s koncentracijo C_{in} , pa kot obremenitev čistilne naprave z inertnimi snovmi.

2. Z uvedbo člena X_d določi v proizvedeni organski masi biološkega blata koncentracijo razgradljivih X_{v0} in X_{n0} nerazgradljivih snovi.

– Določitev X_{v0} omogoča določitev:

– porabe kisika aerobnem reaktorju,

– stopnje stabilizacije biološkega blata v mgO₂/X₀(kgSSv/m³) heterotrofov,

– organskega dela biološkega blata pri starostih biološkega blata θ

– v reaktorjih pridobljene količine bioplina in energije iz primarnega blata usedalnikov in iz odvečnega aktivnega blata W_{0v} in koncentracije X_{0v} .

Po drugih za dimenzioniranje aerobnega reaktorja relevantnih podatkih pa so rezultati

alternativnega modela praktično pokrivajo z modelom ATV–A–3:

1. po potrebni velikosti aerobnega biološkega reaktorja pri enaki obremenitvi čistilne naprave (preglednica 5),

2. po prirastu biološkega blata (preglednici 6 in 7),

3. po porabi kisika (preglednici 6 in 7), s tem da je poraba po alternativni metodi nekoliko nižja, ker je v endogeni respiraciji blata upoštevan le biološko razgradljivi del heterotrofov organskega dela blata.

11 • LITERATURA

- Eckenfelder, W. W., Industrial Water Pollution Control, McGraw-Hill, New York, 1989.
- Imhoff, K., Imhof, K. R., Taschenbuch der Stadtentwässerung, 29. Auflage, 1999.
- Imhoff, K., Imhof, K. R., Taschenbuch der Stadtentwässerung, 30. Auflage, 2007.
- Loll, U., Biogaspotenziale im Klärschlamm und anderen biogenen Abfällen, Wasserwirtschaft, Abwasser-Abfälle, 48 Jahrgang, 10, 2001.
- Rismal, M., Zapiski predavanj, IZH-FGG, Ljubljana, 1979–1998.
- Walder, C., Lindtner, S., Proesl, A., Klegraf, F., Vasanthakumar, T., Weissenbacher, N., Adaptation of WWTP design parameters to warm climates using mass balancing of a full scale plant, 11th IWA Specialised Conference Design, Operation and Economics of Large Waste Water Treatment Plants, Budapest, 2011.

POROČILO S SKUPŠČINE ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE (ZDGITS)

4. junija 2015 je bila redna letna skupščina Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), ki so ji prisostvovali predstavniki in pooblaščenca regionalnih in specializiranih društev GIT, nekateri vabljeni funkcionarji zveze in častni gostje.

Zbrane je najprej pozdravil predsednik ZDGITS doc. dr. Andrej Kryžanowski in se v uvodnem nagovoru spomnil dveh pomembnih, v letu 2014 preminulih članov zveze, g. Boruta Gostiča, dolgoletnega predsednika Nadzornega odbora ZDGITS, in prof. dr. Borisa Kompareta, člana Izvršnega odbora ZDGITS ter predsednika Slovenskega društva za zaščito voda. Prisotni so se jima v znamenju spoštovanja in spomina poklonili z minuto molka.

V nadaljevanju je skupščina pregledala in ocenila delo ZDGITS v preteklem letu ter sprejela in potrdila bilanco z izkazom poslovnega izida za leto 2014.

Zveza je v večjem delu izpolnila načrtovani program aktivnosti. Obe osnovni dejavnosti, izdajanje strokovno-znanstvene publikacije Gradbeni vestnik in organizacija pripravljanih seminarjev za strokovne izpite iz gradbene stroke, sta bili uspešno izpeljani.

Za vsebine Gradbenega vestnika je skrbel dolgoletni glavni in odgovorni urednik revije prof. dr. Janez Duhovnik. Revija je izhajala v skladu z letnim načrtom, izdanih je bilo 12 števil na skupaj 300 straneh, s povprečno mesečno naklado 3558 izvodov. Objavljenih je bilo 18 člankov s pretežno znanstveno vsebino in 9 člankov s pretežno strokovno vsebino, vsi članki so bili recenzirani. Poleg strokovnih in znanstvenih vsebin je bilo v reviji najti tudi redni rubriki Novi diplomanti in Koledar strokovnih prireditelj, objavljenih je bilo nekaj društvenih novic in obvestil, prispevkov Matične sekcije gradbenih inženirjev pri IZS in nekrologov.

Za sodelovanje, pomoč in finančno podporo pri izdajanju revije so se zbrani zahvalili dolgoletnim partnerjem zveze: Javni agenciji Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost, Zavodu za gradbeništvo Slovenije, Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Fakulteti za gradbeništvo Univerze v Mariboru in še posebno Matični sekciji gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS), s katero zveza

sodeluje tudi pri organizaciji pripravljanih seminarjev za strokovne izpite.

Po načrtovanem planu sta bila izvedena tudi dva pripravljana seminarja za strokovne izpite iz gradbene stroke, ki jima je prisostvovalo 126 udeležencev, kar je za 16,66 % več kot leto poprej. Za tekočo organizacijo, zagotavljanje ustreznega učnega gradiva in predavateljev je zaslužen podpredsednik ZDGITS doc. dr. Janez Reflak, ki že dolga leta bdi nad pripravo in izvajanjem seminarjev.

V duhu svojega poslanstva je zveza v preteklem letu pričela aktivnejše vključevanje v procese urejanja razmer v gradbeništvu. Tako je bila ena izmed pobudnic formiranja Zbora za oživitve in razvoj slovenskega gradbeništva (ZORG), v katerem je svoje moči združilo več predstavnic stroke, (med drugim SIZ, IZS, ZDGITS, UL FGG, UM FG, ZAG, ZAPS, GZS - ZGIGM, OZS, ZZGS), ki so se prvič povezale in skupno nastopile z namenom opozoriti politične stranke in vlado na nujnost sprememb. Svojo odločnost so na ustanovnem zboru, ki je bil 3. julija 2014 na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani, potrdile tudi s podpisom memoranduma. V nadaljevanju akcije je ZORG 30. oktobra 2014 v Državnem svetu RS organiziral posvet na temo revitalizacije in razvoja slovenskega gradbeništva, 23. decembra 2014 pa je na tiskovni konferenci v IZS predstavil tudi predlog programa dela (za katerega izdelavo se je zavezal ob podpisu memoranduma), v katerem je poleg svojih pričakovanj oziroma zahtev do države predstavil tudi ustrezne ukrepe, pri njihovi realizaciji pa je pripravljen aktivno sodelovati. Program je bil naslovljen na predsednika vlade RS, g. dr. Mira Cerarja, hkrati s pozivom, naj vlada ZORG prizna in zagotovi medsebojni stalni dialog in sodelovanje. Marca letos so se predstavniki odbora ZORG sestali s predstavniki ministrstva za infrastrukturo (MZI) in ministrstva za gospodarstvo, razvoj in tehnologijo (MGRT) ter jim predstavili operativni načrt za leto 2015. V načrtu so poleg aktivnosti, ki jih bo izpeljal ZORG, zapisane tudi tiste, ki bi jih morali izvesti državni organi – ena izmed prioritarnih zahtev ZORG je ustanovitev direktorata za gradbeništvo v MGRT. Dane pobude in zahteve za odgovor in prijemljiva dejanja od vladnih institucij še čakajo.

Zbrani na skupščini ZDGITS so v diskusiji, ki je sledila, pozitivno ocenili aktivnosti zveze ter njeno delovanje v okviru ZORG pozdravili in podprli.

Na skupščini sta bila sprejeta tudi program aktivnosti in finančni načrt za leto 2015. ZDGITS v letu 2015 načrtuje:

- izdajo dvanajstih števil Gradbenega vestnika,
- izvedbo dveh seminarjev za strokovne izpite za gradbeno stroko,
- sodelovanje z Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije pri izdajanju Gradbenega vestnika in izvedbi pripravljanih seminarjev za strokovne izpite,
- aktivnosti v zvezi z oživitvijo ljubljanskega društva GIT ter pomoč pri delovanju in oživitvi sodelovanja med obstoječimi društvi,
- sodelovanje s sorodnimi strokovnimi zvezami in društvi v okviru Slovenske inženirske zveze v skupnih pobudah in akcijah za promocijo vloge inženirstva v gospodarskem razvoju države ter vključevanje v procese pri urejanju razmer v gradbeništvu oziroma nadaljevanje akcij v okviru programa ZORG,
- spremljanje javnih razpisov za NVO,
- sodelovanje s Hrvaško zvezo gradbenih inženirjev (HSGI),
- nadaljevanje sodelovanja in izmenjave revij z nekaterimi tujimi uredništvi (Društvo za ispitivanje i istraživanje materiala i konstrukcije Srbije, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet).

Ker je bila skupščina volilna, je razrešila stare in izvolila nove člane organov zveze. Novoizvoljeni člani organov so:

Predsednik: doc. dr. Andrej Kryžanowski
Podpredsednik: doc. dr. Janez Reflak

Člani izvršnega odbora:

Marija Rataj, izr. prof.dr. Jože Lopatič, Stane Breznik, Stipan Mudražija, dr. Meta Levstek, Saša Lipužič, Mladen Kutnjak, Jože Preskar, Boris Pečenko, Viktor Markelj, Slavko Mesojedec, Miro Vrbeč.

Člani nadzornega odbora:

Bojan Čelofiga, Milena Kukovec Bajec, Igor

Gorjup, Marjeta Saje Lukšič, Roman Kramer.
Člani častnega razsodišča:

Stane Petrič, Jože Barič, Jurček Kristovič, dr. Drago Saje, Janja Divjak.

V sklepnem delu je skupščina v znak zahvale za dolgoletno požrtvovalno in vestno društveno delo ter prispevke k razvoju društev podelila še priznanja z nazivom zaslužni član ZDGITS in častni član ZDGITS. Priznanja z nazivom zaslužni član ZDGITS so prejeli: Miro Benčina (DGIT Novo mesto), Stanislav Udovč (DGIT Novo mesto), Natalija Eršte (DGIT Novo mesto), Danilo Malnar (DGIT Novo mesto), Alojz Rovan (DGIT Celje) in Branko Skutnik (DGIT Celje), priznanje z nazivom častni član ZDGITS pa je prejel Jože Lukan (DGIT Novo mesto).

Eva Okorn, poslovna sekretarka ZDGITS



Dobitniki priznanj (od leve proti desni) Danilo Malnar, Stanislav Udovč, Miro Benčina, Jože Lukan, Natalija Eršte, skupaj s predsednikom ZDGITS doc. dr. Andrejem Kryžanowskim, poslovno sekretarko ZDGITS Evo Okorn in Stanetom Petričem, članom DGIT Celje.

ZADNJI PRIPRAVLJALNI SEMINAR IN IZPITNI ROK ZA STROKOVNE IZPITE ZA GRADBENO STROKO V LETU 2015

S E M I N A R	I Z P I T	
	Osnovni in dopolnilni	Revidiranje
5.–7. 10.	25. 11. (po potrebi še 24. 11.)	20. 10.

A. PRIPRAVLJALNI SEMINARJI:

Seminarje organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana;**

Telefon: (01) 52-40-200; Fax: (01) 52-40-199;

e-naslov: gradb.zveza@siol.net; gradbeni.vestnik@siol.net.

Uradne ure:

ponedeljek, torek, sreda od 09.00 do 13.00 ure;

četrtek od 12.00 do 16.00 ure.

V petek NI URADNIH UR za stranke!

Seminar vključuje **izpitne programe** za:

1. odgovorno projektiranje (osnovni in dopolnilni strokovni izpit)
2. odgovorno vodenje del (osnovni in dopolnilni strokovni izpit)
3. odgovorno vodenje posameznih del
4. Investicijski procesi in vodenje projektov (za kandidate, ki opravljajo dopolnilni strokovni izpit; predavanje se odvija v okviru rednih seminarjev)
5. Kandidati drugih strok lahko poslušajo posamezna predavanja v okviru rednih seminarjev.

(Vsi posamezni programi so dostopni na spletni strani IZS - MSG:

<http://www.izs.si>, v rubriki »Strokovni izpiti«)

Cena za udeležbo na seminarju (za predavanje in literaturo) po izpitnih programih pod 1., 2. in 3. točko znaša 623,22 EUR z DDV, pod 4. točko pa 89,10 EUR z DDV. Cena za udeležbo na posameznem predavanju je 89,10 EUR z DDV.

Kotizacijo za seminar je potrebno nakazati ob prijavi na poslovni račun ZDGITS **SI56 0201 7001 5398 955**, prijavo je potrebno poslati organizatorju (ZDGITS) najkasneje **14 dni pred pričetkom** seminarja!

Prijavni obrazec je mogoče dobiti na spletni strani ZDGITS (<http://www.zveza-dgits.si>).

Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20).

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS), Jarška 10-B, 1000 Ljubljana**. Informacije o strokovnih izpiti in izpitnih programih je mogoče dobiti na spletni strani IZS <http://www.izs.si> ali po telefonu (01) 547-33-19 ob uradnih urah (ponedeljek, sreda, četrtek, petek: od 10.00 do 12.00 ure; v torek od 14.00 do 16.00 ure).

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Aleksander Šabić, Učinki spremembe prometnega režima na Slovenski cesti s posebnim poudarkom na javnem potniškem prometu, mentor doc. dr. Tomaž Maher

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

Nejc Gačnik, Tehnične in tehnološke osnove za zasnovano malega namakalnega sistema, mentorica doc. dr. Mojca Šraj, somentorica Marina Pintar

Rok Korošec, Modeliranje vodnega ekosistema Cerknškega jezera s programskim orodjem Aquatox, mentor izr. prof. dr. Jože Panjan, somentor asist. dr. Mario Krzyk

Damir Heco, Določanje parametra CN za manjše porečje, mentorica doc. dr. Mojca Šraj, somentor asist. Nejc Bezak

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM OPERATIVNO GRADBENIŠTVO

Armin Hodžić, Analiza poteka sanacije stavbe Vila Bianca, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar

Jošt Kozelj, Polna opeka normalnega formata, proizvedena s starim postopkom žganja, mentorica prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov

Julija Gruden, Razvoj orodja za spremljanje sprememb na nepremični kulturni dediščini, mentor prof. dr. Roko Žarnić, somentorica mag. Barbara Vodopivec

Matej Ogrinec, Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji samostana v Mali Loki, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar

Matija Urbanček, Pristop k sanaciji objekta kulturne dediščine cerkve Sv. Kancijana, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentorja asist. dr. Matej Kušar in mag. Barbara Vodopivec

Sandi Kaltak, Megaprojekti, analiza izbranih primerov, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih, somentor viš. pred. dr. Aleksander Srdić

I. STOPNJA – UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Eva Klemen, Modeli za zagotavljanje strižne odpornosti armirano-betonskih elementov pri obremenitvi s prečno silo, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Neža Rus, Preveritev zasnove prizidku Plezalnega centra Ljubljana z vidika osončenosti in osvetljenosti, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentorica doc. dr. Mateja Dovjak

Uroš Živadinov Štebe, Analiza obstoječega stanja mostu čez Poljansko Soro v Gorenji vasi, mentorica izr. prof. dr. Jana Šelih

II. STOPNJA – MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM OKOLJSKO GRADBENIŠTVO

Mateja Klun, Uporaba metode odzivnih ploskev pri analizi hidrotehničnih objektov, mentor izr. prof. dr. Simon Schnabl, somentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Urška Bajc, Uklonska nosilnost armiranobetonskih okvirjev med požarom, mentor prof. dr. Igor Planinc, somentor izr. prof. dr. Sebastjan Bratina

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVA

Matevž Germadnik, Zasnova nizkoenergijske hiše v Celju, mentorica doc. dr. Vesna Žegarac Leskovar

Jernej Kuhar, Izgradnja kanalizacije na območju poslovno stanovanjskega objekta Gorica v Velenju, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentorica asist. Blanka Grajfoner

I. STOPNJA – VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVA

Luka Bizjak, Predlog sanacije in utrditev palače Longo v Kopru, mentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj, somentor doc. dr. Mojmir Uranjek

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

Vsem diplomantom čestitamo!

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

ZDGITS in Uredništvo Gradbenega vestnika

KOLENDAR PRIREDITEV

10.-11.9.2015

8th International Conference Fibre Concrete 2015

Praga, Češka

<http://concrete.fsv.cvut.cz/fc2015/>

15.-17.9.2015

NDT-CE – International Symposium on Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE) 2015

Berlin, Nemčija

www.ndt-ce2015.net/home

21.-23.9.2015

CONCREEP10 – Mechanics and Physics of Creep, Shrinkage and Durability of Concrete and Concrete Structures

Dunaj, Avstrija

<http://concreep10.conf.tuwien.ac.at/home/>

23.-25.9.2015

IABSE Conference Geneva 2015

Structural Engineering

Ženeva, Švica

www.iabse.org/Geneva2015

1.-3.10.2015

16th International Symposium of Macedonian Association of Structural Engineers (MASE 2015)

Ohrid, Makedonija

<http://mase.gf.ukim.edu.mk/index.php?lang=en.net/home>

14.-16.10.2015

International Conference on Urban Planning and Architectural Design for Sustainable Development

Lecce, Italija

www.ierek.com/conferences/

14.-15.10.2015

International Conference Vibroengineering 2015 Katowice

Katovice, Poljska

www.jveconferences.com

15.-16.10.2015

21. simpozij Vodni dnevi 2015

Podčetrtek, Slovenija

www.vodnidnevi.si/index.php/si/

15.10.2015

5. posvet društva za ceste severovzhodne Slovenije Kako nadoknaditi izgubljeni čas med 2010 in 2015

Prevalje, Slovenija

www.dcm-svs.si

21.10.2015

ICE BIM 2015

London, Velika Britanija

www.ice-bim.com

1.-4.11.2015

6th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering

Christchurch, Nova Zelandija

www.6icege.com

26.-27.11.2015

15. kolokvij o asfaltih in bitumnih, ZAS

Bled, Slovenija

www.zdruzenje-zas.si/

2.-4.12.2015

International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry

Istanbul, Turčija

www.shc2015.org/home.html

7.-9.12.2015

Building Simulation Conference 2015 (BS2015)

Hyderabad, Indija

www.bs2015.in/

14.-17.2.2016

Geotechnical and Structural Engineering Congress

Phoenix, Arizona, ZDA

www.geo-structures.org/

8.-11.5.2016

IABSE Conference Guangzhou 2016

Bridges and Structures Sustainability-Seeking Intelligent Solutions

Guangzhou, Kitajska

www.iabse.org/Guangzhou2016

24.-29.5.2016

1st European and Mediterranean Structural Engineering and Construction Conference

Istanbul, Turčija

www.isec-society.org/EURO_MED_SEC_01/

22.-24.6.2016

2. CESB16 – Central Europe towards Sustainable Building 2016

Praga, Češka

www.cesb.cz

17.-22.7.2016

35th International Conference on Coastal Engineering

Istanbul, Turčija

<http://icce2016.com/en/>

27.-29.7.2016

3rd International Conference on Structures and Architecture

Guimaraes, Portugalska

www.icsa2016.arquitectura.uminho.pt/

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