GRADBENI VESTNIK

GLASILO
ZVEZE DRUŠTEV
GRADBENIH
INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV
SLOVENIJE

OKTOBER
2000

Glavni in odgovorni urednik:

Prof.dr. Janez **DUHOVNIK**

Lektorica:

Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Tehnični urednik:

Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Doc.dr. Ivan **JECELJ**
Andrej **KOMEL**, u.d.i.g.
Mag. Gojmir **ČERNE**
Prof.dr. Franci **STEINMAN**
Prof.dr. Miha **TOMAŽEVIČ**

Tisk:

Tiskarna TONE TOMŠIČ, d.d.
Ljubljana

Količina: 900 Izvodov

Revijo izdaja ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, Ljubljana, Karlovška 3, telefon/faks: 01 422-46-22, ob finančni pomoči Ministrstva RS za znanost in tehnologijo, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Zavoda za gradbeništvo Slovenije.

http://www.europlan.si/vestnik

Letno izide 12 številk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5000 SIT; za študente in upokojence 2000 SIT; za gospodarske naročnike (podjetja, družbe, ustanove, obrtnike) 40500 SIT za 1 izvod revije; za naročnike v tujini 100 USD. V ceni je vštet DDV.

Žiro račun se nahaja pri Agenciji za plačilni promet, Enota Ljubljana, številka: 50101-678-47602.

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. Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.

4. Besedilo mora biti izpisano z dvojnim presledkom med vrsticami.

5. Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.

6. Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka (velike črke); imena in priimke avtorjev; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, naslov članka v angleščini (velike črke) in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.

7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.

8. Slike, preglednice in fotografije morajo biti oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Slike in fotografije, ki niso v elektronski obliki, m o r a j o biti priložene prispevku v originalu in dveh kopijah.

9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.

10. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.

11. V poglavju LITERATURA so dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime avtorja, priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.

12. 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.

13. Pod črto na prvi strani, pri prispevkih, krajših od ene strani pa na koncu prispevka, morajo biti navedeni obsežnejši podatki o avtorjih: znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, podjetje ali zavod, naslov.

14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v treh izvodih in v elektronski obliki (WORD, EXCEL, AVTOCAD, DESIGNER).

Uredniški odbor

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
UDK-UDC 05:625;ISSN 0017-2774
LJUBLJANA, OKTOBER 2000
LETNIK XXXXIX STR. 223 - 246

VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Stran 224
Matjaž Mikoš
ZASIPAVANJE AKUMULACIJSKIH JEZER NA REKI SAVI

SEDIMENTATION OF RETENTION BASINS ON THE SAVA RIVER

Stran 231
Janko Logar, Bojan Majes, Boštjan Pulko
EUROCODE 7 - EVROPSKI STANDARD ZA GEOTEHNIKO

EUROCODE 7 - EUROPEAN STANDARD FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING

Novice društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije

Stran 242
Milenko Roš
DEJAVNOST SLOVENSKEGA DRUŠTVA ZA ZAŠČITO VODA

ZASIPAVANJE AKUMULACIJSKIH JEZER NA REKI SAVI

SEDIMENTATION OF RETENTION BASINS ON THE SAVA RIVER

STROKOVNI ČLANEK

UDK 627.81.034

MATJAŽ MIKOŠ

POVZETEK

Prispevek prikazuje stopnjo zapolnjenosti (zaprojenosti in zamuljenosti) akumulacijskih jezer z rečnimi sedimenti na reki Savi. Ocenjena je uporabnost naplavin v akumulacijskih jezerih in odvzetih plavin iz reke Save za rabo v gradbeništvu. V prispevku so podane smernice za upravljanje z že zgrajenimi in načrtovanimi akumulacijskimi jezeri, in sicer glede na procese njihovega zaprojevanja in zamuljevanja, s predlogom prihodnjih opazovanj in meritev. Prispevek se končuje s problematiko mejnega hidrološkega prereza Save na meji z Republiko Hrvaško.

SUMMARY

The paper shows the sedimentation and siltation rates of the retention basins with the river sediments on the Sava River. Potential usage of retention basin sediments and dredged sediments from the Sava River in civil engineering is evaluated. In the paper, guidelines for management of retention basins, the existing as well as the planned ones, are given regarding sedimentation and siltaton processes together with a proposal of future monitoring and measurements. The paper ends with tackling a problem of the boundary hydrological section of the Sava River with the Republic of Croatia.

Avtor:

izr. prof. dr. Matjaž MIKOŠ, univ. dipl. inž. grad., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko, Hajdrihova 28, Ljubljana, p. p. 3422, Slovenija, tel.: +386 1 425 43 80, fax: +386 1 251 98 97, e-mail: mmikos@fgg.uni-lj.si, www: http://ksh.fgg.uni-lj.si/ksh/

1. STANJE PLAVIN, ZAPROJENOST IN ZAMULJENOST V AKUMULACIJSKIH JEZERIH NA CELOTNEM ODSEKU SAVE

Na reki Savi so bila v Sloveniji do leta 2000 zgrajena štiri akumulacijska jezera, in sicer HE Moste, HE Mavčiče in HE Medvode na Zgornji Savi ter HE Vrhovo na Spodnji Savi (ob še HE Završnici in NE Krško). Stanje njihove zapolnitve (zaprojenosti in zamuljenosti) lahko povzamemo po poročilu Vodogradbenega laboratorija [VGI, 1995], ki podaja koeficient spremembe celotne prostornine jezera (razmerje med zmanjšanjem začetne prostornine bazena v letu začetka obratovanja vodne elektrarne in izmerjeno prostornino jezera v letu meritve ter začetno prostornino jezera), kjer smo upoštevali najnovejše izmere akumulacijskih jezer HE Moste [IHR, 1996] in HE Mavčiče [IHR, 1998b]:

HE Moste (1952):
- leta 1985 je znašal koeficient zapolnitve 23 %
- leta 1995 je znašal koeficient zapolnitve približno 29 %
- (zmanjšanje prostornine za približno 2.370.000 m^3 ali povprečno 55.000 m^3 letno)

HE Mavčiče (1986):
- leta 1998 je znašal koeficient zapolnitve približno 4 %
- (zmanjšanje prostornine za približno 530.000 m^3 ali povprečno 44.000 m^3 letno, na račun zasipavanja z rinjenimi plavinami in zamuljevanja z lebdečimi plavinami)

HE Medvode (1953):
- leta 1988 je znašal koeficient zapolnitve 47.2 %

HE Vrhovo (1993):
- meritve niso na razpolago

Akumulacijska jezera so manj zaprodena in predvsem zamuljena, saj v njih zastaja velik del lebdečih snovi, ki se premeščajo vzdolž reke Save. Pomembno dejstvo je spoznanje, da je velik del teh lebdečih snovi bolj posledica vnosa komunalnih in industrijskih odplak kakor samo spiranja zemljin zaradi delovanja površinske in drugih oblik vodne erozije v povodju reke Save. Intenzivna gradnja komunalnih in industrijskih čistilnih naprav bo povečala čiščenje odplak in s povečano proizvodnjo blata na čistilnih napravah gotovo pripomogla k zmanjševanju vsebnosti organskih snovi v lebdečih snoveh reke Save. Vpliv organskih snovi ni samo v količinskem smislu, temveč predvsem v dejstvu, da so na njih vezana onesnaževala, ki se ob zamuljevanju akumulacijskih jezer odlagajo v njih in sproščajo kemijske reakcije. Tako se zaradi njih slabša kakovost voda v akumulacijskih jezerih.

2. PRODNA BILANCA REKE SAVE IN ZASIPAVANJE AKUMULACIJSKIH JEZER

Načrtovana graditev vodnih elektrarn na Spodnji Savi ne bo več sama po sebi prekinjala pretoka rinjenih plavin iz Srednje Save, ker je to storila že HE Vrhovo. Postopna izgradnja vodnih elektrarn bo prekinjala in otežkočala stranski dotok rinjenih plavin iz pritokov, kakor je to razvidno iz primera ureditve na reki Sopoti in ureditvi poplavne varnosti Radeč. Na Sopoti je bil izgrajen zadrževalnik plavin, ki večino rinjenih plavin zadržuje pred vtokom v reko Savo, ki ostaja osiromašena za takšen stranski dotok plavin. Tako lahko pričakujemo, da bo stranski dotok plavin v Savo sčasoma povsem prekinjen, kar bo ob sočasni zajezitvi reke Save same bistveno prekinjalo tudi premeščanje rinjenih plavin vzdolž zajezene Spodnje Save. Matematični model [VGI, 1990] ni obravnaval prodonosnosti, tako da danes nimamo na voljo številčno ovrednotenega vpliva izgradnje vodnih elektrarn na Spodnji Savi na prodonosne razmere. Predvidevamo le lahko, da se bo današnja prodonosnost 60.000 m^3 letno [Mikoš, 2000] v mejnem hiodrološkem prerezu bistveno zmanjšala. Kakšen vpliv bi imelo občasno oziroma redno izpiranje verige vodnih elektrarn na Spodnji Savi na prodonosne razmere, pa je treba še ovrednotiti.

Tudi načrtovana graditev verige vodnih elektrarn na Srednji Savi, ki naj bi prišla v gradnjo po izgradnji verige vodnih elektraren na Spodnji Savi, ne bo več sama po sebi prekinjala pretoka rinjenih plavin iz zgornjega dela Srednje Save, ker je to storila že HE Medvode. Postopna izgradnja vodnih elektrarn bo prekinjala in otežkočala stranski dotok rinjenih plavin iz pritokov, predvsem Sore in Kamniške Bistrice. Tako lahko pričakujemo, da bo stranski dotok plavin v Savo sčasoma povsem prekinjen, kar bo ob sočasni zajezitvi Srednje Save same bistveno prekinjalo tudi premeščanje rinjenih plavin vzdolž zajezene Srednje Save proti HE Vrhovo. Posledično lahko pričakujemo potrebo po odvzemanju rinjenih plavin na reki Sori in Kamniški Bistrici pred vtokom v akumulacijska jezera na Srednji Savi oziroma črpanje odloženih naplavin iz akumulacijskih jezer tik pod sotočji z obema pritokoma. Zajezitev Srednje Save bi obenem ustavila poglabljanje tega dela Save, ki ima prekinjen dotok rinjenih plavin po Savi skozi HE Medvode in premajhen stranski dotok rinjenih plavin, da bi ta lahko zasitil vodne tokove Srednje Save.

Pri kalnosti je poleg količinskega vidika pomembna tudi zrnavost lebdečih snovi. Lebdeče snovi, ki so raztopljene, seveda lahko merimo le s kemijskimi ali biološkimi metodami v mediju voda, in te snovi se v akumulacijskih jezerih ne usedajo. Neraztopljene trdne snovi, ki sestavljajo lebdeče snovi, pa lahko filtriramo iz vzorca kalne vode in določimo njihovo zrnavost. Podatkov o zrnavosti neraztopljenih trdnih lebdečih snovi je na voljo bistveno manj, predvsem je bila njihova zrnavost določena vzporedno z izvajanjem profilnih meritev kalnosti, ki so se izvajale pri srednjih pretokih ali nizkih visokih vodah. Prave slike o zrnavostni sestavi kalnosti pri visokih pretokih praktično nimamo.

Kot primer obdelave zrnavosti lahko navedemo polne profilne meritve leta 1974 ob praznjenju akumulacijskega jezera HE Mo-

ste. V preglednici 1 so podani rezultati sejalne (mehanske) analize odvzetih vzorcev. Opaziti je majhno vsebnost peska in tudi glinenih delcev, prevladuje melj (blato, mulj). Meritve kalnosti so se izvajale v času druge faze praznitve akumulacijskega jezera HE Moste, ki se je začela 2.9.1974. Koncentracije kalnosti so presegle vse naravne vrednosti, tako so bile izmerjene naslednje vrednosti maksimalne koncentracije kalnosti: 285.050 g/m^3 (pod pregrado HE Moste), 105.980 g/m^3 (Zasip pri Bledu), 100.900 g/m^3 (Blejski most), 37.200 g/m^3 (Otoče), 2.940 g/m^3 (Kranj). Oblak kalnosti se je zmanjšal na "normalne" vrednosti šele pri Kranju. Te vrednosti podajamo zato, da poudarimo pomen sprotnega (vsakoletnega) spiranja akumulacijskih jezer ob višjih letnih pretokih, da se vrednosti maksimalnih koncentracij kalnosti ne bi izrazito dvignile nad normalne vrednosti.

Vloga velikosti lebdečih plavin ni le v njihovem hidravličnem obnašanju in določanju pogojev, ob katerih pretočnih hitrostih v akumulacijskem jezeru se bo začela odlagati določena velikost lebdečih plavin, temveč tudi v adsorpcijskih in absorpcijskih sposobnostih lebdečih snovi, ki so v veliki meri odvisne od velikosti zrn plavin. Tako je od velikosti zrn lebdečih plavin v veliki meri odvisna vezava organskih spojin in s tem organske onesnaženosti plavin in naplavin v akumulacijskih jezerih.

Vzporedno z določanjem zrnavosti lebdečih snovi se lahko izvede mineraloško-petrografska določitev vzorca lebdečih snovi. Možna je uporaba rentgenske spektroskopije na celotnem vzorcu ali po posameznih zrnavostnih razredih. S tako analizo je možno določiti izvore lebdečih plavin.

Pomembno vprašanje pri kalnosti je tudi kakovost lebdečih snovi. Poleg naravnih lebdečih snovi, ki so posledica erozijskih procesov, v kalnosti nastopajo tudi lebdeče snovi, ki izvirajo iz industrijskih in kme-

meritve 3.9. - 4.9.1974					
zrnavost [%]		vodomerna ali merska postaja			
		Blejski most	Otoče	Kranj	Dragočajna Zbiljsko jezero
grobi pesek	0.2 - 2 mm	0.16	0.70	-	1.45
drobni pesek	0.02 - 0.2 mm	10.44	13.70	-	19.45
melj	0.002 - 0.02 mm	78.60	76.10	-	72.40
glina	< 0.002 mm	10.80	9.50	-	6.70
vsota		100.00	100.00	-	100.00
meritve 7.9.1974					
zrnavost [%]		vodomerna ali merska postaja			
		Blejski most	Otoče	Kranj	Dragočajna Zbiljsko jezero
grobi pesek	0.2 - 2 mm	18.84	1.3	3.3	0.6
drobni pesek	0.02 - 0.2 mm	81.16	91.7	60.8	42.0
melj	0.002 - 0.02 mm	0.00	6.9	32.4	52.7
glina	< 0.002 mm	0.00	0.1	3.5	4.7
vsota		100.00	100.00	-	100.00

Preglednica 1. Zrnavostne analize lebdečih plavin ob praznjenju akumulacijskega bazena HE Moste leta 1974 [HMZ, 1975 - priloga 14 in 15].

tijskih površin in so na njih vezana onesnaževala. Tako lahko pri filtratu vzorca lebdečih snovi določimo razmerje med organskimi in anorganskimi snovmi s pomočjo sežiga tega filtrata. Meritve kalnosti v merski postaji Radeče v letu 1988 [HMZ, 1989] so pokazale, da je delež anorganskih snovi v lebdečih plavinah lahko tudi do 70 %. Tudi novejše profilne meritve kalnosti na HE Vrhovo potrjujejo te vrednosti [IHR, 1998a].

3. ANALIZA UPORABNOSTI NAPLAVIN IN VPLIVI NA OKOLJE

Odvzemanje plavin v vodotokih je možno v območju akumulacijskih jezer, kjer so odložene plavine obravnavane že kot usedline, ali pa še v nezajezenih delih vodotoka, npr. v obliki prodnih lovilnih jam. Pri zasnovi odvzemanja plavin je nujno upoštevati dve razsežnosti odvzemanja: količino in zrnavost plavin. Temu ustrezno je treba izbrati mesto in način odvzema ter čas odvzemanja. Če želimo odvzemati predvsem grobe plavine, je najbolje prestrezati rinjene plavine, ki jih lahko odvzemamo ali takoj na korenu zajezbe, npr. s plovnim bagrom in refulerjem, kjer se odlagajo zaradi zmanjšanja pretočnih hitrosti, ali pa s pomočjo žičnih (kabelskih) premostitev in odvzemanjem s pomočjo skreperskega bagerja v pasovih prečno na vodni tok in po vsej širini struge reke Save.

Uporaba rinjenih plavin je možna v gradbeništvu za potrebe izdelave betona ali betonskih izdelkov, v cestni gradnji za nasipe ali spodnji oziroma zgornji ustroj cestnega telesa. Rinjene plavine so običajno bistveno bolj uporabne od usedlin v akumulacijskem jezeru, na katere so pogosto vezana onesnaževala, ki zmanjšujejo možnost njihove uporabe kot gradbenega materiala, razen če se odlagajo v deponije ali izkoristijo za zasipavanje depresij. Poseben problem predstavlja stabilizacija takih deponij ali nasutij, ki so iz drbnozrnatega materiala. Tega je potrebno drenirati, da bi se stabiliziral. Problem seveda predstavljajo izcedne vode, če niso neoporečne.

Možnosti odvzemanja rinjenih plavin (prod, pesek) so danes na sami reki Savi majhne, saj je reka Sava v stanju latentne erozije in presežkov plavin v reki sami ni na razpolago. Previdno je treba tudi načrtovati odvzeme rinjenih plavin na prodonosnih pritokih Save, kot so Kokra, Tržiška Bistrica, Kamniška Bistrica ali Savinja, da ne bi s tem zmanjšali že sicer premajhnega dotoka v Savo. Edini pravi odvzem, ki je smiselen in tudi potreben za vzdrževanje vodnega režima, je zaenkrat prodni zadrževalnik Hrušica na Savi Dolinki, kjer je na razpolago v povprečju letno okoli 20.000 m^3 zelo kakovostnega gradbenega materiala.

Tako je na odseku Save pod HE Moste do HE Mavčiče treba prepovedati kakršnokoli odvzemanje plavin, drobnozrnatih ali grobozrnatih, in spoštovati tak ukrep. Tudi na odseku Save pod HE Medvode do HE Vrhovo je treba prepovedati kakršnokoli odvzemanje plavin, drobnozrnatih ali grobozrnatih, in spoštovati tak ukrep. Odvzemanje savskega proda pod Tacnom ni dovoljeno. Odvzemanje v separaciji Hotič se je izvajalo po letu 1974, da bi v tem prerezu še lahko ulovili neonesnažene plavine, preden pritečejo do Hrastnika in se onesnažijo s premogovimi primesmi in postanejo neuporabne za gradbene namene. Danes odvzem v Hotiču ni več smiselen, ker je reka Sava na tem odseku le delno zasičena s prodom.

4. SMERNICE ZA UPRAVLJANJE Z AKUMULACIJSKIMI JEZERI

4.1 OPREDELITEV HIDRAVLIČNIH RAZMER IN GIBANJE PLAVIN V AKUMULACIJSKIH JEZERIH

Predvidena veriga spodnjesavskih HE obsega šest vodnih elektrarn [IBE, 1995], predstavljenih v preglednici 2. Študija premeščanja rinjenih in lebdečih plavin skozi verigo HE na Spodnji Savi med in po gradnji [VGI, 1990] je še upoštevala graditev HE Brestanica in naslednje srednje vrednosti za hidrološke podatke v vodomerni postaji Ra-

HE	kota zajezbe	kota spodnje vode
HE Vrhovo	191.00	182.87
HE Boštanj	182.50	174.52
HE Blanca	174.00	164.61
HE Krško	164.00	154.40
HE Brežice	152.50	142.27
HE Mokrice	141.50	134.70

Preglednica 2. Načrtovane vodne elektrarne na Spodnji Savi.

deče: povprečna letna prodonosnost: 66.000 m^3/leto in povprečna letna kalnost : 1.050.000 t/leto. Avtor študije je pri obeh številkah navedel mnenje, da se bosta količini zmanjševali, in sicer letna prodonosnost zaradi ukrepov v zgornjem toku Save in njenih pritokov ter letna kalnost zaradi gradnje komunalnih in industrijskih čistilnih naprav. Matematični model je uporabil geodetske meritve Save iz leta 1981 (Geodetski zavod Maribor) in le deloma že obdelane meritve iz leta 1989 [VGI, 1990], in sicer samo na krajšem odseku akumulacijskega jezera HE Vrhovo.

Matematični model je napovedal dolvodno od HE Vrhovo pretočne razmere, ki so ugodnejše od pretočnih razmer v akumulacijskem jezeru HE Vrhovo. Posledica tega je izračun, da se bodo iz akumulacijskega jezera HE Vrhovo sprane usedline premeščale skozi celotno verigo vodnih elektrarn praktično brez posedanja ob pogoju, da je spiranje posameznih stopenj v tej verigi istočasno - ob istem poplavnem valu. Načinov spiranja verige je preveč, da bi vse matematično simulirali. Izbrani način spiranja se zdi realen. Glede na predpostavke, na katerih je slonel matematični račun [VGI, 1990], bi bilo smiselno opraviti novejše geodetske meritve struge, izmeriti zrnavosti rinjenih in lebdečih plavin in izboljšati matematični model z upoštevanjem lebdečih in rinjenih plavin ter interakcije med njimi. Pomemben element modela mora biti tudi realno vrednotenje resuspendiranja naplavin (ponovnega erodiranja odloženih in deloma sprijetih usedlin). V tem smislu se zdi pomembno opraviti neprekinjene meritve kalnosti v času praznjenja jezera ali nastopa višjih pretokov na HE Vrhovo, da bi tako pridobili potrebne meritve za validacijo in umerjanje matematičnega modela zasipavanja in zamuljevanja verige spodnjesavskih vodnih elektrarn.

4.2 PREDLOG OPAZOVANJ IN MERITEV JEZERSKE VODE IN PLAVIN

Opazovanje rinjenih plavin v pogojih delno zasičenih vodnih tokov je problematično. Možnosti direktnega merjenja prodonosnosti v pogojih tlakovane struge Save so minimalne. Možnost ocene dejanske prodonosnosti se zdi le v lovljenju proda v lovilne prodne jame, npr. pri vtoku v akumulacijsko jezero HE Vrhovo ali s pomočjo geodetskih meritev sprememb prostornine akumulacijskih jezer. Lovljenje proda v lovilnih prodnih jamah in njihovo praznjenje (odvzemanje proda in peska) bi dalo vpogled v količinske in zrnavostne razmere prodonosnosti Save. S postopno izgradnjo verige vodnih elektrarn na Srednji in Spodnji Savi bo problem prodonosnosti prešel v problem poglabljanja in stabilnosti tlakovanega dna struge Save pod izvedenimi pregradami na nezajezenih odsekih in v problem zasipavanja in zamuljevanja akumulacijskih jezer.

Drugače je z lebdečimi plavinami, ki po količini na reki Savi daleč presegajo rinjene plavine in so obenem nosilec onesnaževal. Pri kalnosti se odpira več vprašanj, npr.:

- izvor plavin (naravni izvor, človeški izvor)
- geografska lokacija naravnega izvora
- delež organskih in anorganskih snovi
- direktne meritve kalnosti ali posredno določanje kalnosti s pomočjo meritev motnosti
- neprekinjene meritve kalnosti in profilne meritve kalnosti.

Opraviti bi bilo potrebno simultane meritve kalnosti na raznih prerezih Save in njenih pritokov, da bi lahko ugotovili, koliko in od kod dotekajo v kakšnih padavinskih in odtočnih razmerah katere lebdeče snovi. Obstoječa mreža treh postaj (Medno, Hrastnik in Veliko Širje [Knific Porenta, 1998]) za ta namen ne zadošča. Opraviti bi bilo treba petrografsko-mineraloške analize tako odvzetih vzorcev kalnosti, ki bi mogočili vpogled v mesto spiranja lebdečih snovi.

Kalnost je možno direktno meriti točkovno z odvzemom vzorca vode in njenim filtriranjem ter določitvijo koncentracije kalnosti v mg/l. Možno je tudi izvajati neprekinjene meritve kalnosti s pomočjo različnih merilcev kalnosti. V poštev prihaja uporaba merilcev z absorpcijo vidne ali infra rdeče svetlobe. Meritve kalnosti podajo vrednosti v mg/l in so posebej primerne za določanje kratkotrajnega nihanja vrednosti kalnosti, ker se merski instrumenti hitro odzivajo na spremembe kalnosti.

Možna je tudi posredna meritev kalnosti s posebnimi merilci motnosti, ki lahko omogočajo neprekinjeno spremljanje ali pa določajo motnost odvzetega vzroca vode. Pri tem načinu določanja kalnosti je pomemben preračun meritev motnosti v kalnost. Meritve na HE Vrhovo [IHR, 1998a] kažejo na velik raztros povezave med meritvami kalnosti s pomočjo filtriranja odvzetih vzorcev vode in meritvami motnosti s pomočjo prenosnega merilca motnosti odvzetega vzroca vode. Pomemben element preračuna je poznavanje zrnavostne in mineraloške sestave lebdečih snovi. Brez podrobnejših vzporednih meritev motnosti in odvzemov kalnih vzorcev za določitev zrnavostne in mineraloške sestave lebdečih plavin ni možen kakovosten preračun motnosti v kalnost. Tem analizam smo v preteklosti posvetili premalo pozornosti. Opisani problem je možno torej obiti z direktnimi meritvami kalnosti, npr. s pomočjo infra rdečih merilcev kalnosti, ki omogočajo neposredne in neprekinjene meritve kalnosti. Izkušenj s temi instrumenti v Sloveniji še nimamo veliko. Problem, ki ostaja odprt, pa je preračun take točkovne neprekinjene meritve v profilno kalnost. V letu 1999 smo s pomočo neprekinjenih meritev motnosti na reki Reki, dopolnjenih z meritvami zrnavosti in mineraloške sestave lebdečih plavin, pridobili izkušnje, kako naprej.

Ko bo enkrat ugotovljena zanesljiva povezava med motnostjo in kalnostjo za posamezne prereze reke Save, upoštevajoč tedenske in sezonske vplive, bo možno za potrebe obratovalnega monitoringa verige vodnih elektrarn na Spodnji Savi vzpostaviti neprekinjeni monitoring motnosti, občasno dopolnjen s profilnimi meritvami kalnosti in obdelavo zrnavosti in mineraloške sestave lebdečih plavin. Tako bi pridobili potrebno podatkovno bazo za umerjanje matematičnega modela. Intenzivnejše

vzorčevanje in meritve motnosti in celo kalnosti bi bilo potrebno opraviti v času spiranja akumulacijskih jezer, kolikor bi bila izbrana ta možnost. Če bi se odločili za plovne bagre in črpanje odloženega mulja iz akumulacijskih jezer, bi bilo potrebno vseeno spremljati motnost ali kalnost nad in pod odvzemom mulja, da bi lahko ugotovili vpliv takega odvzemanja na okolico. Odvzemanje mulja bi se seveda opravilo kadarkoli, ne nujno ob povišanih pretokih. Nasprotno pa je spiranje akumulacijskih jezer vezano na nastop povišanih pretokov.

Obenem bo treba vzporedno z graditvijo posameznih stopenj predvideti geodetske meritve dna, ki bi rabile oceni poglabljanja reke Save v času graditve in kasneje, ko bo posamezno akumulacijsko jezero že polno zajezeno, in oceni hitrosti njihovega zasipavanja ali zamuljevanja. Tovrstni podatki so nujno potrebni za stalno umerjanje matematičnega modela verige vodnih elektrarn.

4.3 MEJNI PROFIL DOLVODNO IN OBVEZNOSTI SLOVENIJE

V mednarodnih odnosih velja princip nespreminjanja vodnega režima v mejnem prerezu. Druga možnost je seveda usklajeno in soglasno spreminjanje vodnega režima v mejnem prerezu z državo, v katero teče vodotok. Tak princip se je uporabil pri uporabi savske vode za hlajenje NE Krško, kjer je določeno, za največ koliko (2 °C) se lahko segreva savska voda nad naravno stanje.

Avtorju ni znan noben dokument, v katerem bi hrvaška stran že danes odprla vprašanje prihodnjega vodnega režima na mejnem (izstopnem) prerezu Save na slovensko-hrvaški meji zaradi graditve verige pretočnih vodnih elektrarn na Spodnji Savi.

Problema sta predvsem dva, možna zahteva hrvaške strani po nepremenjenem odtočnem režimu voda in plavin ter zahteva za minimalno kakovost voda in plavin. Problem je torej tako količinski kot tudi kakovosten. V sistemu pretočnih elektrarn mora zadnja stopnja v verigi obratovati tako, da čimmanj spreminja naravno hidrološko odtekanje voda in plavin pod verigo. Tak pristop k urejanju vodnega režima Spodnje Save bi se spremenil, če bi se hrvaška stran odločila za gradnjo svoje verige vodnih elektrarn, ki bi se smiselno navezale na slovensko verigo. V tem primeru bi se seveda obratovanje celotne slovensko-hrvaške verige zahtevalo usklajeno delovanje. V današnjih razmerah ni pričakovati takšne rešitve.

Torej mora slovenska stran računati z možnostjo, da hrvaška stran ne bo kmalu ali pa sploh "nikoli" po končani graditvi slovenske verige vodnih elektrarn na Spodnji Savi nadaljevala z graditvijo na svojem ozemlju. V tem primeru so zahteve, ki bi si jih morala postaviti slovenska stran v naprej, tiste o nepremenjenem hidrološkem režimu v mejnem prerezu. V tem strokovnem mnenju se omejujemo le na problem količinskega premeščanja plavin skozi mejni prerez, ne pa tudi na količinsko odtekanje voda, kar je stvar obratovanja verige in načina ustvarjanja električne energije. Pravtako ne obravnavamo problema kakovosti voda in plavin, ki se lahko rešuje v sklopu zaščite Save in njenih pritokov in katerega reševanje je morebiti zaradi načrtovane graditve verige vodnih elektrarn na Spodnji Savi že samo zase bolj pereče in nujno potrebno obravnave in reševanja. Možne rešitve so v graditvi komunalnih in industrijskih čistilnih naprav, ki ne bodo samo zmanjšale onesnaženje savske vode, ampak tudi vplivale na zmanjšanje njene kalnosti in s tem na letno kalnost Spodnje Save in mejni prerez.

V času postopne graditve vodnih elektrarn od HE Vrhovo v dolvodni smeri proti hrvaški meji (v obdobju nekako 10 let) se bo prekinjeni dotok rinjenih plavin, zaradi akumulacijskega jezera HE Vrhovo, razširjal vse bolj dolvodno. V tem času bo Spodnja Sava na odsekih, preden bodo potopljeni z novo stopnjo, razliko med premestitveno zmogljivostjo in praktično prekinjenim pretokom rinjenih plavin skozi zgrajene gorvodne stopnje erodirala iz podlage (dna struge in deloma neutrjenih brežin), kjer bo to možno (ne na odsekih s skalnatim dnom). To bo na eni strani v teh letih še omogočalo zmanjšano prodonosnost (pretok rinjenih plavin) skozi mejni prerez, ki pa bo praktično usahnil z dokončanjem graditve zadnje stopnje na koncu obdobja graditve vodnih elektrarn na Spodnji Savi.

Drugače bo s kalnostjo (pretokom lebdečih plavin) v času postopne graditve vodnih elektrarn. Kalnost se bo na Spodnji Savi zmanjševala le deloma in postopno z graditvijo posameznih stopenj, predvsem zaradi delnega zamuljevanja akumulacijskih jezer. Predvideni sistem pretočnih vodnih elektrarn ima predviden instaliran pretok skozi turbine 500 m^3/s. Enodimenzijski matematični model, ki ni upošteval prodonosnosti, je kot ustrezen način preprečevanja zamuljevanja in delno zaprojevanja akumulacijskih jezer predvidel neki način spiranja jezer ob pojavu visokih pretokov, predlagano je bilo vsaj enkratno letno spiranje. Matematični model je pokazal uspešnost takega spiranja, saj se tudi po 20 letih simulacije v akumulacijskih jezerih niso odložile pomembnejše količine lebdečih snovi. Poudariti je treba, da je matematična simulacija upoštevala nespremenjene hidrološke razmere izbranega hidrološkega leta v celotnem obdobju simulacije. Za mejni prerez pomeni enkratno in vsakoletno spiranje, da tak način obratovanja ne bi bistveno spremenil letne kalnosti. Seveda bi se spremenil časovni razpored te kalnosti, ki bi bila v letu osredotočena na višje pretoke, kakor je to normalno stanje, in na enkratno letno spiranje ob npr. letni visoki vodi.

Enodimenzijski model je kot osnovo privzel relativno stare geometrijske podatke o strugi reke Save, ni upošteval prodonosnosti in interakcije med rinjenimi in lebdečimi plavinami, ni zmogel imeti na razpolago zadosti kakovostnih meritev kalnosti, predvsem ob pretokih nad 500 m^3/s, in resuspendiranje odloženih drobno zrnatih usedlin je upošteval brez pravih meritev. Možne izboljšave takega modela smo že omenili v prispevku. Razvoj novega enodimenzijskega (po potrebi tudi dvodimenzijskega) matematičnega modela, ki bi potekal vzporedno

z graditvijo verige vodnih elektrarn, z njegovo stalno verifikacijo in ob uporabi meritve kalnosti ob višjih pretokih in ob spiranju akumulacijskih jezer ter meritev dna akumulacijskih jezer in še nezagrajene Save, bi omogočil že v času graditve pridobitev ustreznega orodja za optimizirano delovanje celotne verige, ki bi zagotavljalo izbrani hidrološki režim na mejnem prerezu z Republiko Hrvaško.

5. SKLEP

V zvezi z gradnjo vodnih elektrarn na Spodnji Savi bi morali izdelati nov matematični model gibanja plavin skozi načrtovana akumulacijska jezera vodnih elektrarn ob upoštevanju dinamike njihove izgradnje. Bistven rezultat modela bi moral biti časovni razvoj sedimentacije akumulacijskih jezer, predvsem pa hidrološki režim (pretoki voda, prodonosnost in kalnost), ki bo vzpostavljen na mejnem hidrološkem prerezu med Slovenijo in Hrvaško po končani gradnji vodnih elektrarn na Spodnji Savi.

ZAHVALA

V tem prispevku prikazana problematika zasipavanja akumulacijskih jezer na reki Savi je bila obravnavana v okviru dela za pripravo strokovnega mnenja Problematika rečnih plavin v zajezitvenih prostorih hidroelektrarn na reki Savi, ki ga je avtor leta 1999 izdelal po naročilu Savskih elektrarn Ljubljana kot del projektne naloge št. MR/5793 izvajalca IMOS Gea d.o.o. iz Ljubljane.

LITERATURA

HMZ, Poročilo o analizah Save ob praznitvi bazena HE Moste v času od 14.VIII.-31.X.1974, Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana, 23 str. in priloge, 1975.

HMZ, Meritve transporta suspendiranega materiala na reki Savi v vodomernem profilu Radeče v letu 1988 in 1989 - I.del, Hidrometeorološki zavod RS, Ljubljana, 20 str., 1989.

IBE, HE na spodnji Savi, projektna dokumentacija, Inženirski biro Elektroprojekt, Ljubljana, 1995.

IHR, Izmera bazena HE Moste za potrebe ekološke sanacije bazena, Inštitut za hidravlične raziskave, Ljubljana, Poročilo št.782, 7 str. in priloge, 1996.

IHR, Predhodna meritev transporta neraztopljenih trdnih snovi skozi akumulacijski bazen HE Vrhovo, Inštitut za hidravlične raziskave, Ljubljana, Poročilo št.794, 31 str., 1998a.

IHR, Izmera bazena HE Mavčiče, Inštitut za hidravlične raziskave, Ljubljana, Poročilo št.796, 11 str. in priloge, 1998b.

Knific Porenta, J., Monitoring suspendiranega materiala na slovenskih vodotokih, Zbornik referatov Mišičevega vodarskega dne 1998, str.16-22, 1998.

Mikoš, M., Prodna bilanca reke Save od Jesenic do Mokric, Gradbeni vestnik, letnik 49, (sprejeto v objavo), 2000.

VGI, Raziskave problematike v zvezi s transportom (zastajanjem in izpiranjem) proda in suspenzij na odseku Save med Zidanimi mostom in hrvaško mejo, med in po izgradnji verige HE - II.faza, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Poročilo

Vodogradbenega laboratorija št.731, 20 str. in priloge, 1990.

VGI, Analiza zmanjševanja volumnov slovenskih energetskih akumulacij, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Poročilo Vodogradbenega laboratorija št.774, 30 str., 1995.

EUROCODE 7 – EVROPSKI STANDARD ZA GEOTEHNIKO

EUROCODE 7 – EUROPEAN STANDARD FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING

STROKOVNI ČLANEK

UDK 006.85(4) EC7 : 624.13 /.15

JANKO LOGAR, BOJAN MAJES, BOŠTJAN PULKO

POVZETEK

V članku podajamo grob opis vsebine standarda Eurocode 7 – Geotehnično projektiranje in njegove bistvene značilnosti. Eurocode 7 je standard, ki dopošča različne načine projektiranja v geotehniki. Lahko rečemo, da je to standard, ki razume posebnosti geotehnike. Izkušenemu inženirju omogoča, da v celoti izkoristi svoje izkušnje, mladim geotehnikom pa s seznami vplivov, porušnih mehanizmov, projektnih kriterijev, priporočene vsebine poročil in podobnim pomaga, da ne spregledajo katerega od vidikov, ki je za projekt pomemben. V primerjavi z obstoječim Pravilnikom o temeljenju objektov, ki govori predvsem o temeljenju zgradb, Eurocode 7 pokriva praktično celotno področje geotehnike z izjemo gradnje predorov.

SUMMARY

The paper presents the content and the basic features of Eurocode 7 – Geotechnical design. Compared to our present national codes EUROCODE 7 enables different approaches in geotechnical design. It is the standard that understands the differences of geotechnical engineering with regard to other fileds of civil engineering. It leaves to the experienced engineer free hands to use his experiences and guides young geotechnicians through the design by providing lists of possible actions, failure mechanisms, design criteria, by suggesting the content of the design reports in order that they do not forget to consider all important features of the design. Unlike our present National code for the foundation of structures, Eurocode 7 covers nearly the entire field of geotechnical engineering except tunnelling.

Avtorji:

doc. dr. Janko Logar, univ. dipl. inž. gradb, Univerza v Ljubljani, jlogar@fgg.uni-lj.si
prof. dr. Bojan Majes, univ. dipl. inž. gradb, Univerza v Ljubljani, bmajes@fgg.uni-lj.si
asist. dr. Boštjan Pulko, univ. dipl. inž. gradb, Univerza v Ljubljani, bpulko@fgg.uni-lj.si
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za mehaniko tal z laboratorijem, Jamova 2, 1000 Ljubljana

1. UVOD

Zaradi specifičnosti geotehnike kot stroke so se v Evropi z leti izoblikovale različne šole oziroma pristopi h geotehničnemu projektiranju. To se močno odraža pri pripravi skupnega evropskega standarda za to področje, saj so usklajevanja zelo težavna in zato nekoliko zaostajajo za ostalimi področji. Predvsem se to kaže pri prvem od treh zvezkov, ki vsebuje splošna pravila geotehničnega projektiranja, manj pa pri drugih dveh zvezkih, ki govorita o projektiranju na podlagi laboratorijskih oziroma terenskih preiskav. Zaradi težav pri usklajevanju besedila smo se v Sloveniji, kljub veliki potrebi po sodobnem standardu v geotehniki, odločili, da predstandarda Eurocode 7, ki je bil v Evropski zvezi sprejet leta 1995, ne sprejmemo v vzporedno uporabo. Pravilnost te odločitve se je pokazala v besedilu končnega osnutka standarda, saj se od predstandarda znatno razlikuje.

Standardi Eurocode prinašajo v stroko deloma tudi novo izrazoslovje. Zato predstavljajo prevodi terminov v tem prispevku le smiselni prevod avtorjev. V uradnem slovenskem besedilu bodo prevodi lahko tudi drugačni.

Eurocode 7 s skupnim naslovom »Geotehnično projektiranje« (oznaka standarda EN 1997) sestavljajo trije dokumenti:

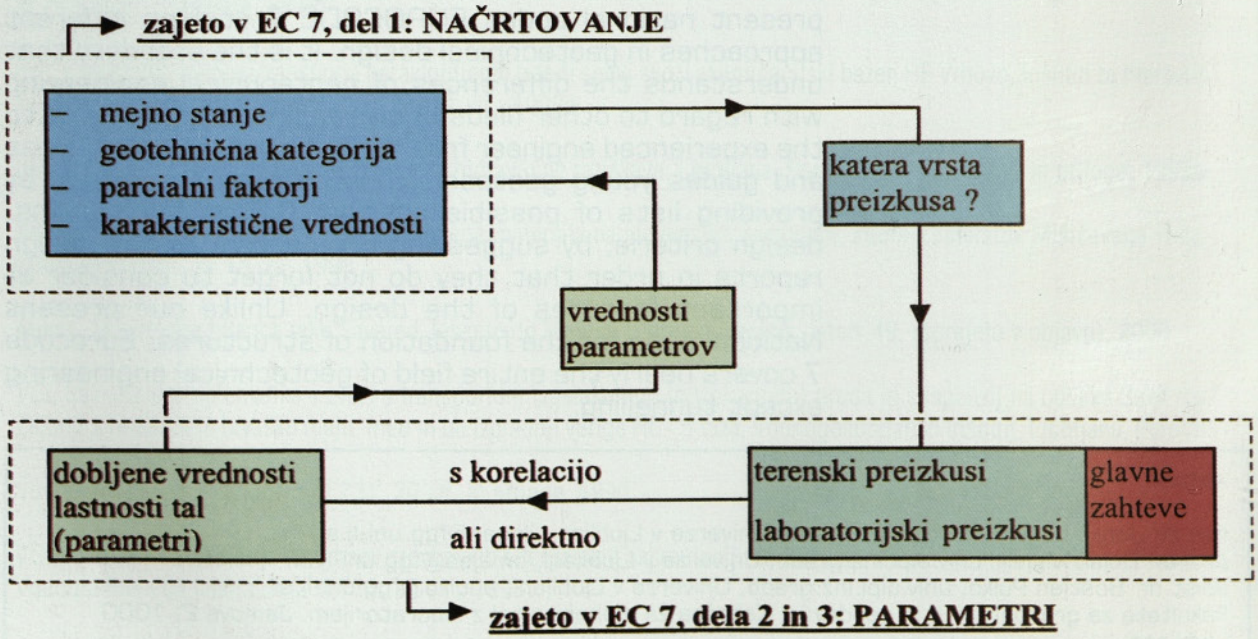
Eurocode 7-1 (EN1997-1):
Splošna pravila

Eurocode 7-2 (EN1997-2):
Projektiranje na podlagi laboratorijskih preiskav

Eurocode 7-3 (EN1997-3):
Projektiranje na podlagi terenskih preiskav

Vsebina prvega dela (Splošna pravila):
1. Splošno
2. Osnove geotehničnega projektiranja
3. Geotehnični podatki
4. Nadzor gradnje, tehnično opazovanje in vzdrževanje
5. Nasipavanje, odvodnjevanje, poboljšanje in ojačitev temeljnih tal
6. Plitvo temeljenje
7. Temeljenje na kolih
8. Sidranje
9. Podporne konstrukcije
10. Porušitve kot posledica strujanja talne vode
11. Stabilnost lokacije
12. Nasipi

Vsebina drugega dela (Projektiranje na podlagi laboratorijskih preiskav):
1. Splošno
2. Normativne reference
3. Definicije, oznake in okrajšave
4. Bistvene zahteve za vse laboratorijske preiskave
5. Kalibracija raziskovalne opreme
6. Priprava vzorcev za preiskave
7. Preiskave za klasifikacijo, identifikacijo in opis zemljin
8. Kemične preiskave zemljin in podtalnice
9. Preiskave stisljivosti zemljin
10. Preiskave trdnostnega indeksa zemljin
11. Preiskave trdnosti zemljin
12. Preiskave komprimacije zemljin
13. Preiskave prepustnosti zemljin
14. Priprava vzorcev kamnin



Slika 1: Odnos med posameznimi zvezki standarda Eurocode 7

15. Preiskave za klasifikacijo kamnin
16. Preiskave nabrekanja kamnin
17. Preiskave trdnosti kamnin

Vsebina tretjega dela (Projektiranje na podlagi terenskih preiskav):
1. Splošno
2. Načrtovanje terenskih raziskav
3. Statični penetracijski preizkus CPT(U)
4. Presiometer
5. Standardni penetracijski preizkus
6. Dinamično sondiranje
7. Težnostno sondiranje
8. Terenska krilna sonda
9. Ploskovni dilatometer
10. Kamninski dilatometer
11. Obremenilna preizkušnja s ploščo
12. Odvzem vzorcev zemljin
13. Odvzem vzorcev kamnin
14. Meritve podtalnice v zemljinah in kamninah

Eurocode 7-1 je bil kot predstandard v deželah Evropske zveze sprejet leta 1995 in mu je tako že poteklo triletno poskusno obdobje. Zato so na podlagi izkušenj poskusne uporabe v praksi v sredini leta 2000 že pripravili osnutek standarda, ki ga predstavljamo v tem prispevku.

Eurocode 7-2 in 7-3 sta se v procesu priprave malo spreminjala. V začetku je sicer vladala želja, da bi ta dva dokumenta vsebovala natančne standarde za izvedbo laboratorijskih in terenskih preiskav, vendar so pripravljavci hitro ugotovili, da bodo za to potrebni podrobnejši standardi za vsako posamezno preiskavo. Tako podajata standarda Eurocode 7-2 in 7-3 le bistvene zahteve za načrtovanje in izvedbo laboratorijskih in terenskih geotehničnih raziskav, posebej glede na uporabo rezultatov preiskav v geotehničnem projektiranju.

Slika 1 shematsko prikazuje tok geotehničnih podatkov med posameznimi deli standarda Eurocode 7. 2. in 3. del navedeta, kako pridemo do podatkov (dobljene vrednosti), v 1. delu pa izvemo kako pridemo do karakterističnih in projektnih vrednosti.

Čeprav ni del standarda Eurocode 7, je za geotehnike pomembna novost tudi 5. del standarda Eurocode 8, ki govori o geotehničnih vidikih potresno varne gradnje, saj do sedaj to področje pri nas ni bilo pokrito z ustreznim predpisom ali standardom. V njem najdemo priporočila za načrtovanje plitvih in globokih temeljev, podpornih konstrukcij in zemeljskih objektov (nasipi), ki nadgrajujejo zahteve standarda Eurocode 7.

2. EUROCODE 7-1: SPLOŠNA PRAVILA GEOTEHNIČNEGA PROJEKTIRANJA

2.1 UVOD

Eurocode 7 je v zasnovi drugačen standard, kot smo ga poznali v obliki jugoslovanskega Pravilnika o temeljenju objektov. Predvsem *ni samo pravilnik za temeljenje objektov*, temveč standard, ki pokriva celotno področje geotehnike.

Za razliko od jugoslovanskega pravilnika, ki je predpisoval, *je EC nekakšen opomnik*, ki predvsem poskrbi, da v projektu ne pozabimo upoštevati katerega od vplivnih parametrov, situacij ali porušnih mehanizmov. Tako je dober vodnik inženirju na začetku svoje poti in opora izkušenim geotehnikom. Prav izkušeni inženirji z izvirnimi rešitvami so dobili v tem standardu močno vspodbudo, saj standard pušča vse končne odločitve projektu. S tem je na drugi strani Eurocode 7 standard, ki od projektanta zahteva popolno odgovornost.

Za ponazoritev gornje trditve vzemimo primer: Dosedanji pravilnik je predpisoval še dopostne absolutne in relativne posedke posameznih podpor (temeljev) oziroma iz njih izhajajoče zasuke. Eurocode 7 samo opozarja na problematiko različnega posedanja temeljev in prepušča odločitev o še sprejemljivi meji absolutnih in relativnih posedkov projektantu objekta.

V standardu Eurocode 7 boste zaman iskali enačbe, po katerih se računajo zemeljski pritiski, nosilnosti plitvih ali globokih temeljev in podobno. Tudi tu pušča izbiro metod projektantu, nekateri postopki pa so vendarle predstavljeni v dodatkih, ki za uporabo niso obvezni, a jih bomo uporabniki radi pregledali.

2.2 OSNOVE PROJEKTIRANJA

Eurocode 7 je standard, ki »razume« posebnosti geotehnike v primerjavi z ostalimi inženirskimi strokami, ki se kažejo predvsem v nezanesljivosti vhodnih podatkov in raznolikosti in neponovljivosti projektnih situacij. Zato navaja različne možne načine projektiranja, ki so v geotehniki nujni in vsakdanje uporabni, pa jih do sedaj eksplicitno pravilnik ni navajal:
- projektiranje na podlagi računskih analiz,
- projektiranje s predpisovanjem ukrepov (za primere, kjer ne obstajajo računski modeli ali računske analize niso potrebne),
- projektiranje na podlagi obremenilnih preizkušenj in eksperimentalnih modelov,
- projektiranje po principu opazovalne metode (projekt sproti prilagajamo meritvam odziva konstrukcije glede na vnaprej pripravljene scenarije),
- kombinacijo navedenih metod.

Geotehnični praksi sledi tudi v tem, da *daje zelo veliko težo izkušnjam* in opozarja zlasti na upoštevanje izkušenj, pridobljenih pri podobnih gradnjah na bližnjih ali sorodnih lokacijah. Podobno priporoča korekcije analitično dobljenih rezultatov ali dovolj velike varnostne faktorje pri metodah, katerih rezultati priznano odstopajo od merjenih vrednosti.

Eurocode 7 uvaja pojem *geotehnične kategorije*. Preproste vsakdanje konstrukcije kot n.pr. manjši eno ali dvonadstropni objekti z majhnimi obremenitvami temeljev ali podporne konstrukcije do višine 2 m sodijo v prvo geotehnično kategorijo. Za te objekte običajno zadošča minimalen obseg preiskav in za projekt niso nujne računske analize. Geotehnična kategorija 2 zajema večino inženirskih objektov, medtem ko sodijo v tretjo geotehnično kategorijo izjemno zahtevne gradnje, gradnje, kjer nastopajo izjemno velike obtežbe ali objekti

velikega pomena oziroma taki, ki potencialno predstavljajo pomembno nevarnost za okolico.

V primerjavi z dosedanjim pravilnikom, ki je obravnaval kot temeljna tla pretežno zemljine, Eurocode 7 opozarja tudi na posebnosti geotehničnih gradenj *v kamninah*.

Standardi Eurocode v svojem osnovnem dokumentu prEN1990 (Osnove projektiranja) in prEN1991 (Vplivi na konstrukcije) definirajo več nizov vrednosti, ki jih seveda povzema tudi Eurocode 7. Pri materialnih karakteristikah ločimo naslednje nize vrednosti:

- *dobljene vrednosti*: vrednosti iz laboratorijskih ali terenskih preiskav,

- *karakteristične vrednosti* (X_k): izbrane vrednosti materialnih parametrov na podlagi statističnega vrednotenja, izkušenj, ..., ki predstavljajo neko značilno vrednost parametra za posamezen sloj tal,

- *projektne vrednosti* (X_d): karakteristične vrednosti, reducirane s faktorjem varnosti: $X_d=X_k/\gamma_m$.

Podobno so opredeljene karakteristične in projektne vrednosti vplivov:

- *karakteristične vrednosti* (F_k): določimo v skladu s prEN1990 in prEN1991,

- *reprezentativne vrednosti* (F_{rep}): določimo iz karakteristične vrednosti po enačbi $F_{rep}=\psi F_k$,

- *projektne vrednosti* (F_d): določimo iz reprezentativne vrednosti ob upoštevanju ustreznega delnega količnika varnosti: $F_d=\gamma_f F_{rep}$.

Eurocode 7 predvideva tudi možnost upoštevanja varnosti glede na nezanesljivost geometrijskih količin po enačbi $a_d=a_{nom}\pm\Delta a$, kjer je a_d projektna vrednost geometrijske količine, a_{nom} pa ustrezna nominalna vrednost.

Osnovna računska kontrola vsakega mejnega stanja je podana v obliki, skupni vsem Eurocodom:

$$E_d \leq R_d \qquad (1)$$

kjer je:

E_d *projektni učinek vplivov* v mejnem stanju,

R_d ustrezna *projektna vrednost* odpornosti.

Glede na že omenjene razlike v geotehnični praksi različnih evropskih držav se v podrobnostih uporaba gornje enačbe pomembno razlikuje in prav v poglavju o projektiranju na podlagi računskih analiz je prihajalo do največjih nesoglasij pri usklajevanju besedila standarda. Zato si oglejmo, kako se je poglavje o računskih kontrolah spremenilo od predstandarda do današnjega končnega osnutka standarda.

2.2.1 Projektiranje na podlagi računskih analiz po predstandardu Eurocode 7

Predstandard iz leta 1995 je predpisoval tri računske kontrole: A, B in C. Načelno je potrebno izvesti za vsako mejno stanje vse tri kontrole. Posamezno kontrolo lahko opustimo le, če je očitno, da ni kritična. S posamezno od navedenih kontrol preverjamo naslednje:

Primer A: izguba stabilnosti konstrukcije v primeru, ko trdnost temeljnih tal ali konstrukcije ni pomembna (npr. izguba stabilnosti zaradi vzgona),

Primer B: porušitev konstrukcije ali njenih elementov (pilotov, zagatnic, sider, itd.), ki je pogojena s trdnostjo konstrukcijskega materiala,

Primer C: porušitev temeljnih tal, ko trdnost konstrukcije ni pomembna in v izračunu ne nastopa. Izračun po primeru C je relevanten na primer pri stabilnostnih analizah, pri določitvi velikosti podpornega zidu ali pri določitvi potrebne globine vpetja pilotne stene v temeljna tla.

Za vsakega od naštetih primerov so v pred-

	Obtežba			Temeljna tla			
	Stalna obtežba		Občasna				
Primer		Ugoden vpliv	Neugoden vpliv	$\tan\varphi'$	c'	c_u	q_u
A	1,0	0,95	1,5	1,1	1,3	1,2	1,2
B	1,35	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,0	1,0	1,3	1,25	1,6	1,4	1,4

Preglednica 1: Delni količniki varnosti v predstandardu Eurocode 7

standardu določeni delni količniki varnosti γ, s katerimi določimo projektne vrednosti obtežb in materialnih parametrov (preglednica 1).

Če pregledamo delne količnike varnosti iz preglednice 1, vidimo, da v primeru B (dimenzioniranje konstrukcijskih elementov) uporabljamo povečane obtežbe, za materialne karakteristike tal pa uporabljamo karakteristične vrednosti ($\gamma_m = 1.0$). V primeru C (porušitev po zemljini) se uporablja geomehanska definicija varnosti, kjer reduciramo materialne karakteristike tal, za obtežbe pa uporabimo karakteristične vrednosti (izjema so neugodne občasne obtežbe).

Standard je v taki obliki zahteval vsaj dvojen račun vsake konstrukcije: po primeru B in C (primer A je redko odločujoč). Pri nekaterih konstrukcijah je to privedlo projektanta v dvoumno situacijo. Primer je dimenzioniranje sider pri sidranih pilotnih stenah, kjer enkrat sidrno silo in globino vpetja določimo po primeru C iz pogoja globalne stabilnosti, sidro pa po dikciji standarda dimenzioniramo po primeru B, iz katerega dobimo drugačno globino vpetja in sidrno silo.

Osnovni problem je v dejstvu, da zemljina pri nekaterih konstrukcijah istočasno predstavlja obremenitev (aktivni ali mirni zemeljski pritiski) in odpor (nosilnost, pasivni odpor). Pripombe večine članic CEN na ta dokument so dodobra prevetrile celoten projekt gradbenih standardov Eurocode.

2.2.2 Projektiranje na podlagi računskih analiz po končnem osnutku standarda Eurocode 7

V zadnjem osnutku standarda Eurocode 7, z datumom 27.6.2000 se odražajo spremembe celotnega sistema standardov Eurocode. Sedaj Eurocode poimenuje mejna stanja nosilnosti, ki jih je potrebno preverjati in za vsakega posebej navede računsko kontrolo. Navedena so naslednja mejna stanja:

STR: porušitev ali prekomerna deformacija konstrukcije ali konstrukcijskega elementa, kjer je odločujoča trdnost materiala konstrukcije,

GEO: porušitev ali prekomerna deformacija tal, kjer pri zagotavljanju odpora prevladuje trdnost zemljin ali kamnin,

STA: izguba globalne stabilnosti ali prekomerna deformacija večje gmote tal, kjer pri zagotavljanju odpora prevladuje trdnost zemljin ali kamnin,

UPL: porušitev zaradi neravnovesja vertikalnih sil, ki privede do dviga konstrukcije ali gmote tal, pri čemer ima trdnost tal le majhen vpliv,

HYD: porušitev tal kot posledica hidravličnega gradienta.

Mejni stanji STR in GEO se skladno z Eurocodom 7 lahko obravnavata po treh različnih pristopih. Nacionalnim standardizacijskim organom je prepuščena odločitev o izbiri pristopa za posamezen problem omenjenih mejnih stanj. Poglejmo si v grobem vse tri možne pristope v spodnji preglednici 2.

V preglednici 2 pomenijo oznake:

F_k karakteristična vrednost vpliva,

G_k karakteristična vrednost geotehničnega vpliva (n.pr. zemeljski pritisk),

X_k karakteristična vrednost materialne karakteristike,

γ_f delni količnik varnosti za vpliv,

γ_m delni količnik varnosti za materialno karakteristiko,

γ_R delni količnik varnosti za odpornost,

E učinek vplivov (n.pr. notranja sila),

R odpornost, ki jo nudi konstrukcija ali zemljina.

Količniki varnosti so za vsa določila Eurocode 7 zbrana v dodatku A. V preglednici 3 povzemamo le osnovne preglednice delnih količnikov varnosti.

Prvi pristop je v bistvu enak, kot ga je predvideval že predstandard. Zahtevani sta dve

Računski pristop	Niz delnih količnikov varnosti	Enačba
1	S1(B) in S1(C)	$E(\gamma_f F_{rep}, \gamma_f G_k, X_k/\gamma_m) \leq R(X_k/\gamma_m)$
2	S2	$E(\gamma_f F_{rep}, \gamma_f G_k) \leq R(X_k)/\gamma_R$
3	S3	$E(\gamma_f F_{rep}, X_k/\gamma_m) \leq R(X_k/\gamma_m)$

Preglednica 2: Računski pristopi za obravnavo mejnih stanj STR in GEO

kontroli (S1(B) in S1(C)). Osnutek standarda pa ponuja še dva pristopa: S2 in S3, od katerih je slednji še najbližji naši geotehnični praksi.

Pozoren bralec je opazil, da je bila v predstandardu priporočena varnost za kohezijo $\gamma_c = 1{,}60$, medtem ko je v zadnjem revidiranem tekstu ta varnost izenačena z varnostjo na strižni kot. Potrebno pa je opozoriti, da je večji raztros rezultatov za kohezijo potrebno upoštevati pri določitvi karakteristične vrednosti.

Mejno stanje STA se preverja podobno kot mejni stanji STR in GEO po treh različnih pristopih. Prvi pristop je povsem enak kot pri mejnih stanjih STR in GEO, medtem ko so pri preostalih dveh pristopih v podrob-

Parameter	Oznaka	S1(B)	S1(C)	S2	S3
Vplivi					
Stalni, neugodni	γ_G	1,35	1,00	1,35	1,35
Spremenljivi, neugodni	γ_Q	1,50	1,30	1,50	1,50
Stalni, ugodni	$\gamma_{G;fav}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Spremenljivi, ugodni	$\gamma_{Q;fav}$	0	0	0	0
Materialne karakteristike					
tg φ'	γ_φ	1,00	1,25	1,00	1,25
c'	γ_c	1,00	1,25	1,00	1,25
Nedrenirana strižna trdnost c_u	γ_{cu}	1,00	1,40	1,00	1,40
Enoosna tlačna trdnost q_u	γ_{qu}	1,00	1,40	1,00	1,40
prostorninska teža tal	γ_g	1,00	1,00	1,00	1,00
Odpori pri plitvem temeljenju					
Nosilnost tal	$\gamma_{R;v}$			1,40	
Zdrs	$\gamma_{R;h}$			1,10	
Pasivni odpor tal	$\gamma_{R;e}$			1,40	

Preglednica 3: Delni količniki varnosti za mejna stanja STR in GEO

nostih uporabe razlike glede na kontrole mejnih stanj STR in GEO, a presegajo namen te predstavitve.

Mejno stanje UPL se preverja po enačbi:

$$V_{d;dst} \leq G_{d;st} \quad (2)$$

kjer pomeni:

$V_{d;dst}$ projektna vrednost vertikalne komponente vplivov, ki negativno vplivajo na vertikalno stabilnost (npr. vodni tlaki pod objektom ali pod neprepustnim slojem),

$G_{d;st}$ projektna vrednost celotne teže objekta ali teža neprepustnega sloja, ki ugodno deluje na stabilnost.

Mejnemu stanju HYD je posvečeno celotno 10 poglavje standarda Eurocode 7-1. Dodatno je potrebno preveriti, da je:

$$I_d \leq I_{c;d} \quad \text{ali} \quad S_{d;dst} \leq G'_{d;st} \quad (3)$$

kjer pomeni:

I_d projektna vrednost hidravličnega gradienta,

$I_{c;d}$ projektna vrednost kritičnega hidravličnega gradienta,

$S_{d;dst}$ projektna vrednost vertikalne komponente strujne sile v tleh, ki neugodno deluje na stabilnost,

$G'_{d;st}$ projektna vrednost potopljene teže tal, ki ugodno deluje na stabilnost.

Posebej je potrebno preveriti še mejno stanje uporabnosti, kjer praviloma računamo z delnimi količniki varnosti, ki so enaki 1,0, mejne oziroma še sprejemljive vrednosti premikov in zasukov pa so prepuščene projektantu. V dodatku H so podane grobe smernice glede mejnih vrednosti zasukov.

Eurocode 7 postavlja tudi zahteve in predloge glede vsebine *poročila o geotehničnem projektu*, kar predstavlja pomemben korak k poenotenju projektne dokumentacije. V glavnem so zahteve Eurocode 7 na tem področju skladne z našo prakso. Dodatno pa zahteva *še program geotehničnega nadzora in tehničnega opazovanja*.

2.3 GEOTEHNIČNI PODATKI

Veliko pozornost namenja Eurocode 7 geotehničnim podatkom. Predvideva raziskave v treh fazah:

- *preliminarne raziskave*, s katerimi naj se ugotovi splošna primernost lokacije, izvede primerjalna študija med potencialnimi lokacijami, definira potreben obseg in lokacije raziskav za projekt,
- *raziskave za projekt*, ki morajo dati odgovore na vsa za projekt pomembna vprašanja,
- *kontrolne raziskave*.

Eurocode 7 zahteva, da so rezultati vseh izvedenih raziskovalnih del zbrani v *poročilu o raziskavah tal*. Pri tem podaja tudi priporočilo o vsebini in načinu vrednotenja raziskav in poročanja o izvedenih delih.

2.4 NADZOR GRADNJE, TEHNIČNO OPAZOVANJE IN VZDRŽEVANJE

Celo poglavje je namenjeno temam, ki v geotehniki do sedaj niso bile zadovoljivo regulirane. Za varnost in kakovost objekta morajo biti s projektom predvidene zahteve glede:

- nadzora kakovosti in primernosti uporabljenih materialov,
- nadzora procesa gradnje in kakovosti izvedbe del,
- opazovanja obnašanja objekta med in po gradnji,
- vzdrževanja objekta.

Standard podaja smernice za nadzor geotehničnih gradenj s poudarkom na razmerah v tleh, pogojih glede podtalnice, obremenitvah konstrukcije in vplivih okolice.

Tehnično opazovanje se je v zadnjih letih pri nas močno uveljavilo pri večjih gradnjah, četudi brez ustrezne podpore tehničnih predpisov. Eurocode 7 bo tudi na tem področju ponudil projektantom, izvajalcem in nadzornim organom potrebno podporo in osnovo za odločitev o obsegu in frekvenci meritev.

2.5 NASIPAVANJE, ODVODNJEVANJE, POBOLJŠANJE IN OJAČITEV TEMELJNIH TAL

Poglavje s tem naslovom je pomembno v primerih, ko temeljna tla pripravimo za prevzem obremenitev z nasipavanjem nosilne plasti, odvodnjevanjem, s katero od metod izboljšanja tal ali z uporabo ojačitev – armiranja tal.

Standard podaja napotke za izbiro kriterijev za nasipni material, za postopke vgradnje ter za kontrolo kakovosti vgrajenega materiala.

Glede odvodnje so podrobno našteti pogoji, ki jim mora zadoščati sistem odvodnje glede na svojo vlogo, poleg tega pa predpisuje ustrezno tehnično opazovanje učinkov črpanja ter pri dolgotrajnih črpanjih tudi analize kemijske sestave vode, da bi lahko korektno vzdrževali črpalni sistem (preprečili korozijo ali zasiganje naprav).

Pri izbiri metode izboljšanja temeljnih tal standard posebej opozarja na ustrezne predhodne raziskave ter našteje vse vplivne parametre, ki jih mora projektant upoštevati. Zahteva, da se učinki izbrane metode preverjajo z meritvami.

2.6 PLITVO TEMELJENJE

Projektanta Eurocode 7 v tem poglavju opozori na vsa možna mejna stanja, ki so za temelje pomembna: globalna stabilnost, prekoračitev nosilnosti, zdrs, kombinirana porušitev tal in objekta, porušitev objekta zaradi premika temelja, prekomerni posedki, prekomerni dvižki zaradi nabrekanja, zmrzali in drugih vzrokov, nedopustne vibracije.

Standard opozarja na potrebo po analizi sodelovanja med konstrukcijo in tlemi glede na razmerje togosti tal, temelja in objekta.

Eurocode 7 s spiskom pogojev, na katere lahko naletimo pri načrtovanju temeljev, izdatno pomaga projektantu pri zasnovi temeljenja (izbira globine in dimenzij temeljev).

Podrobno se standard ukvarja s posameznimi mejnimi stanji temelja s poudarkom na nosilnosti, zdrsu in posedkih temelja. Pri tem ne predpisuje metod za računske analize. Primeri računskih postopkov za nekatere običajne kontrole pri projektiranju temeljev so podane v dodatkih, ki niso obvezni za uporabo.

Podane so tudi posebnosti temeljenja na kamninah ter pogoji priprave temeljnih tal.

2.7 TEMELJENJE NA KOLIH

V tem poglavju Eurocode 7 obravnava izjemno raznoliko področje geotehnike, saj vključuje kole različnega tipa nosilnosti (pod konico, ob plašču), različnega načina vgradnje, vertikalno in horizontalno obremenjene kole.

Za izvedbo različnih vrst kolov so pripravljeni (ali so v pripravi) posebni evropski standardi:

EN 1536	Uvrtani koli,
EN 12063	Zagatne stene,
EN 12699	Vtisnjeni (zabiti) koli,

Tudi v tem poglavju je Eurocode 7 predvsem dobra opora projektantu, saj našteva vse bistvene vidike in probleme pri globokem temeljenju.

Zopet se pokaže sodobno obravnavanje nezanesljivosti, s katero imamo opraviti v geotehniki, saj daje pri analizah nosilnosti in posedkov primarno mesto *statični obremenilni preizkušnji*. Vse ostale metode za načrtovanje nosilnosti in posedkov se lahko uporabljajo, če imajo potrditev v statični obremenilni preizkušnji v primerljivih pogojih ali pa v obstoječem uspešno izvedenem globokem temeljenju v sorodnih pogojih. Obremenilna preizkušnja pa je eksplicitno zahtevana v naslednjih treh primerih:

- ko uporabimo vrsto kola ali način vgradnje kola, ki v sorodnih pogojih še ni bil uporabljen,
- ko načrtujemo kol za prevzem obremenitve, za katero teorija ali izkušnje ne zagotavljajo dovolj velike stopnje zaupanja,
- ko opažanja ali meritve med vgradnjo nakazujejo odstopanja od pričakovanega obnašanja v neugodnem smislu.

Testni koli pri statični obremenilni preizkušnji so lahko manjšega premera od načrtovanih kolov pod objektom, vendar mora premer testnega kola znašati vsaj 50% premera realnega kola, način vgradnje mora biti za oba enak in, kar je posebej pomembno, testni kol manjšega premera je potrebno opremiti z ustreznimi merilci, da lahko določimo delež nosilnosti konice in plašča.

Karakteristična vrednost mejne nosilnosti kola $R_{c;k}$ se na podlagi statične obremenilne preizkušnje določi po enačbi:

$$R_{c;k} = R_c / \xi \qquad (4)$$

kjer je R_c najmanjša ali povprečna izmerjena mejna vrednost na preizkusnih kolih, ξ pa ustrezni korelacijski faktor, ki ga podaja Eurocode 7 in je odvisen od števila preizkusnih kolov ter od tega, ali za R_c izberemo najmanjšo ali povprečno vrednost meritev. ξ zavzema vrednosti med 1.4 (pri enem samem preizkusu) do 1.0 pri štirih oziroma petih ali več testnih kolih.

Projektno vrednost nosilnosti dobimo iz karakteristične vrednosti po redukciji z ustreznim faktorjem, ki je odvisen od vrste kola, vrste odpora (plašč ali konica) in izbranega načina statične kontrole. Vrednosti faktorja varnosti so v mejah od 1.0 do 1.6.

Podrobno je obravnavana tudi problematika natezne nosilnosti kolov, posedkov kolov in nosilnosti horizontalno obremenjenih kolov.

Poseben razdelek govori o nadzoru izvedbe temeljenja na koleh. Ta zahteva kot osnovo za izvedbo vsakega globokega temeljenja *načrt vgradnje kolov*, med izvedbo pa je potrebno voditi *dokumentacijo o meritvah in opažanjih med vgradnjo kolov*, ki jo podpišeta predstavnika nadzornega organa in izvajalca. Eurocode 7 predlaga podrobno vsebino obeh dokumentov.

Po vgradnji je potrebno preveriti integriteto kolov.

2.8 SIDRANJE

Poglavje obravnava geotehnična sidra za zagotavljanje:
- varnosti podpornih konstrukcij,
- stabilnosti pobočij, vkopov in predorov,
- odpora navzgor delujočim silam na konstrukcijo.

Eurocode 7 opredeljuje kot *začasna* tista *sidra*, ki opravljajo svojo funkcijo največ dve leti. Vsa druga sidra so *trajna sidra*. V podrobnostih izvedbe in kontrole sider se Eurocode 7 sklicuje na ločen standard v zvezi s sidranjem, z oznako EN 1537.

Podobno kot v prejšnjih poglavjih Eurocode 7 našteva običajna in manj običajna mejna stanja, projektne situacije, vplive in konstrukcijske vidike glede geotehničnih sider, ki jih je potrebno imeti v mislih pri projektih, ki vključujejo sidranje.

Bistvena zahteva glede sider je njihova nosilnost, za katero Eurocode 7 zahteva, da je projektna nosilnost $R_{a;d}$:

$$R_{a;d} \geq P_d \qquad (5)$$

kjer je P_d projektna obremenitev sidra. *Projektno nosilnost* lahko določimo s preizkusi ali z računskimi analizami.
Poleg mejnega stanja nosilnosti je potrebno preveriti tudi mejno stanje uporabnosti sidrane konstrukcije.

Za geotehnična sidra Eurocode 7 predvideva dve vrsti preizkusov:

- *ustreznostni test*: za vsako vrsto sidra, konstrukcije oziroma geotehničnih pogojev se izvede vsaj en ustreznostni test,

- *test za prevzem sidra*: se izvede za vsako geotehnično sidro.

2.9 PODPORNE KONSTRUKCIJE

Eurocode 7 deli podporne konstrukcije na:
- težnostne,
- vkopane (upogibne) in
- raznovrstne kombinirane podporne konstrukcije.

Standard skrbno našteje vse možne vrste mejnih stanj ter obremenitev, na katere je potrebno računati pri podpornih konstrukcijah. Med vplivi so enakovredno upoštevani tudi vplivi vodnih valov, ledu, sile strujanja pod temeljem podporne konstrukcije, sile trka vozil in temperaturni vplivi. Mejna stanja, za katera je potrebno izkazati ustrezne varnosti, so nazorno grafično predstavljena. Med njimi so tudi mejna stanja v sami podporni konstrukciji.

Obsežen razdelek je posvečen računu zemeljskih pritiskov, pri čemer pa z izjemo mirnih zemeljskih pritiskov ne podaja enačb za račun, temveč le našteje vse faktorje, ki vplivajo na velikost zemeljskega pritiska. Podobno je obravnavan tudi vpliv talne vode v okolici podporne konstrukcije.

2.10 PORUŠITVE KOT POSLEDICA STRUJANJA TALNE VODE

Temu pomembnemu vidiku geotehnike dosedanji pravilnik ni posvečal potrebne pozornosti. Eurocode 7 našteva raznovrstne možne porušitve, ki so posledica strujanja talne vode:
- porušitev zaradi hidravličnega loma tal,
- porušitev zaradi izpiranja drobnih frakcij,
- porušitev zaradi nastajanja praznih prostorov na mejah med sloji ali ob konstrukciji.

Za vsako od možnih porušitev podaja način kontrole oziroma metode/pogoje za preprečevanje pojava.

2.11 GLOBALNA STABILNOST

Zasnova standarda ja tudi v tem poglavju podobna kot v prejšnjih. Poglejmo, na katera možna mejna stanja opozarja Eurocode 7 pri obravnavi stabilnosti lokacije:
- izguba globalne stabilnosti tal in okoliških objektov,
- prekomerni premiki tal kot posledica strižnih deformacij, posedkov, dvižkov ali vibracij,
- poškodbe ali izguba uporabnosti bližnjih zgradb, cest ali vodov zaradi premikov tal.

Vplivi, ki lahko povzročijo našteta mejna stanja, so:
- gradbeni posegi,
- vpliv novih brežin na objekte na lokaciji ali v bližini,
- vplivi predhodnih ali stalnih premikov tal zaradi različnih vzrokov,
- vplivi vibracij,
- vplivi klimatskih pogojev (zmrzal, tajanje, močna deževja),
- vplivi vegetacije oziroma odstranitve vegetacije,
- vplivi človeških ali živalskih dejavnosti,
- vplivi sprememb pornih tlakov, vlažnosti ter valov.

Eurocode 7 v nadaljevanju podaja zahteve in priporočila za zagotavljanje stabilnosti ter za ustrezne računske analize. Pri tem je poseben razdelek namenjen stabilnosti pobočij in vkopov v kamninah.

Pomembno težo tudi v tem segmentu Eurocode 7 pripisuje tehničnemu opazovanju pobočij.

2.12 NASIPI

Poglavje obravnava pogoje za projektiranje nasipov za pregrade ali prometnice. Samo nasipavanje in komprimacija nasipnega materiala sta obravnavana v 5. poglavju.

Tudi tu Eurocode 7 podaja mejna stanja in vplive, na katere je potrebno preveriti nasip in temeljna tla pod njim. Poudarja pomen predhodnih izkušenj glede temeljnih tal in glede uporabe istovrstnega nasipnega materiala. Opozarja na parametre, ki so pomembni za izbiro kote temeljenja nasipa, in svetuje tehnično opazovanje zahtevnejših nasipov.

3. EUROCODE 7-2: PROJEKTIRANJE NA OSNOVI LABORATORIJSKIH PREISKAV

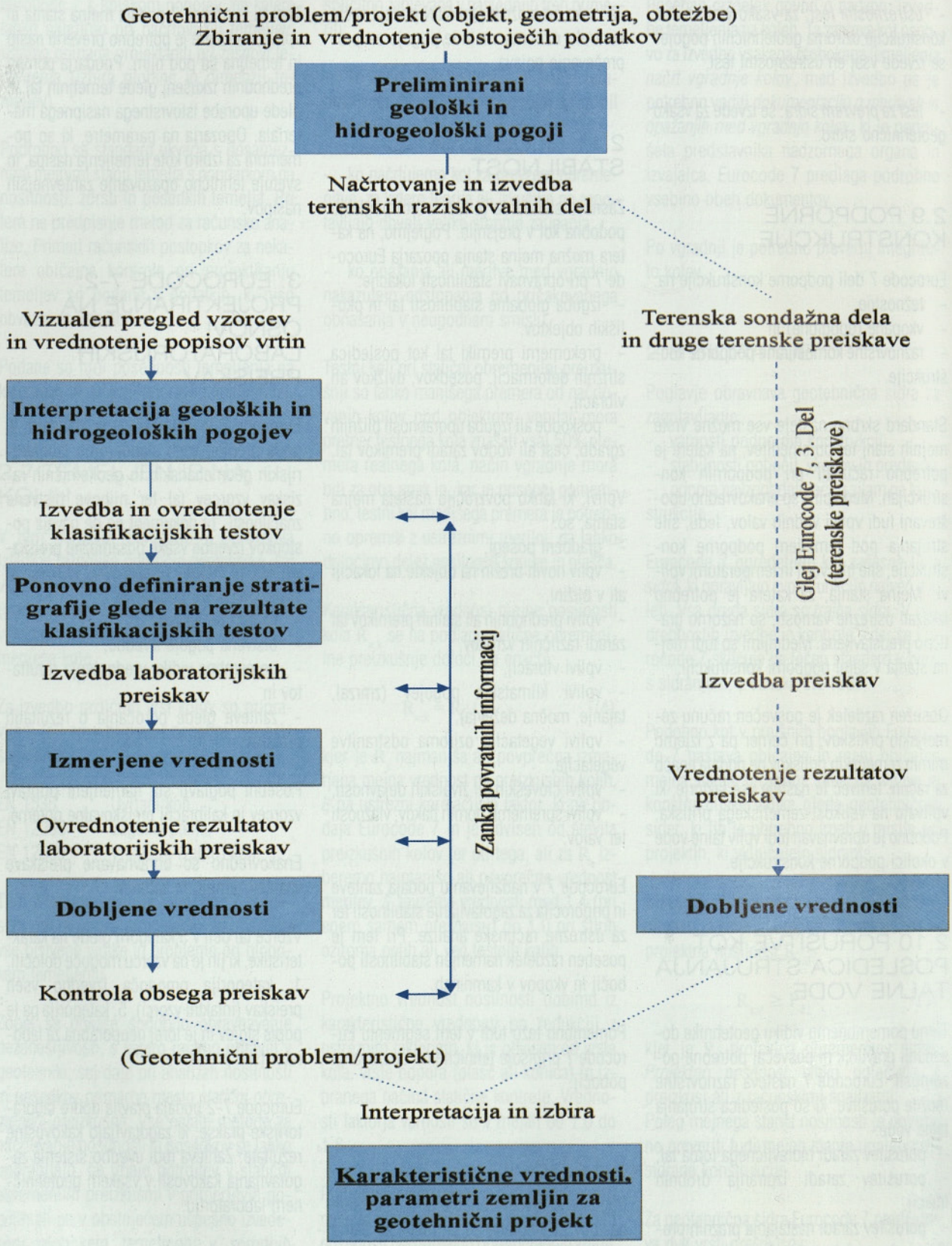
Eurocode 7-2 (EN1997-2) je standard, ki poda pregled vseh standardnih laboratorijskih geomehanskih in geokemičnih raziskav vzorcev tal ter njihove bistvene značilnosti. Ta dokument pa ne navaja postopkov izvedbe vsake posamezne preiskave, kot bi morda pričakovali, temveč za vsako preiskavo podaja le:
- namen preiskave,
- bistvene pogoje izvedbe,
- pomembne vidike vrednotenja rezultatov in
- zahteve glede poročanja o rezultatih preiskav.

Posebni poglavji sta namenjeni pripravi vzorcev in kalibraciji preiskovalne opreme.

Enakovredno so obravnavane preiskave vzorcev zemljin in kamnin.

Vzorce tal deli v 5 kategorij glede na karakteristike, ki jih je na vzorcu mogoče določiti. 1. kategorija omogoča izvedbo vseh preiskav (intaktni vzorci), 5. kategorija pa le popis slojev in je torej neuporabna za laboratorijske preiskave.

Eurocode 7-2 podaja pravila dobre laboratorijske prakse, ki zagotavljajo kakovostne rezultate. Zahteva tudi uvedbo sistema zagotavljanja kakovosti v vsakem geotehničnem laboratoriju.



Slika 2: Shematski prikaz pridobivanja geotehničnih podatkov skozi fazni proces raziskovalnih del

4. EUROCODE 7-3: PROJEKTIRANJE NA OSNOVI TERENSKIH PREISKAV

Eurocode 7-3 (EN 1997-3) predstavlja terenska raziskovalna dela v geotehniki. Za razliko od 2. dela, ki obravnava laboratorijske preiskave, natančneje opisuje vsako od standardnih terenskih preiskav (obravnavane preiskave so naštete v uvodu tega prispevka kot naslovi poglavij standarda Eurocode 7-3).

Eurocode 7-3 dopolnjuje Eurocode 7-1 v segmentu faznosti raziskav. Tu je natančneje opredeljen namen in obseg ter raznovrstnost aktivnosti v posamezni fazi raziskav. Celo poglavje je namreč namenjeno načrtovanju geotehničnih raziskav. Slika 2 shematsko prikazuje proces pridobivanja materialnih karakteristik med predvidenimi fazami raziskovalnih del, ki na koncu pripelje do projektnih geotehničnih karakteristik.

Zelo velik poudarek je na poročanju o izvedbi in rezultatih preiskav. Za identifikacijo in možnosti ponovnega vrednotenja zahteva Eurocode 7-3 za vsako preiskavo naslednje podatke:
- ime podjetja, ki izvaja preiskavo,
- naziv lokacije preiskave,
- identifikacijska številka posla,
- oznaka vrtine,
- vrsto preiskave,
- datum preiskave,
- koto terena,
- način vrtanja in premer vrtine,
- podpis izvajalca preiskave,
- metodo izvedbe preiskave z referenco na ustrezen standard,
- podatki o kalibraciji opreme,
- vsakršno odstopanje od bistvenih zahtev privzetega standarda.

Večino naštetih podatkov tudi v naši praksi vestno beležimo, zadnje tri alineje pa vsebujejo zahteve, ki so nam razmeroma tuje, a jih bomo morali kmalu prevzeti.

Eurocode 7-3 za vsako od terenskih preiskav podrobno popisuje naslednje segmente:
- namen preiskave,
- definicije specifičnih pojmov v zvezi s preiskavo,
- opremo,
- podroben postopek preiskave,
- interpretacijo preiskave,
- poročanje o preiskavi,
- dobljene vrednosti geotehničnih parametrov, ki jih lahko dobimo s preiskavo.

Za primer si poglejmo, kaj zahteva Eurocode 7-3 v poročilu vsake standardne penetracijske preiskave poleg zgoraj naštetih osnovnih podatkov:
- penetracija konusa pod lastno težo,
- število udarcev za penetracijo vsakih 150 mm (vključno s predstopnjo),
- če ni dosežena penetracija 30 cm, zapis o doseženi globini po 50 udarcih,
- izmerjeno število udarcev N, ustrezen interval globine ter opis zemljine,
- uporabljene korekcije in korigirano število udarcev,
- metoda vrtanja in premer vrtine,
- kota talne vode in/ali vrtalne izplake med izvedbo preiskave,
- dimenzije in teža drogovja, uporabljenega pri preiskavi,
- vrsta nabijala in sprožilnega mehanizma ter masa glave drogovja,
- energijsko razmerje ER_i, ki je mera za prenos energije iz uteži v drogovje,
- vrednosti N morajo biti vpisane v popis vrtine in tam tudi grafično predstavljene.

Pri nas je do sedaj v navadi, da se o tej preiskavi poroča izključno s številom udarcev za penetracijo 30 cm oziroma s penetracijo po 60 udarcih.

V dodatkih 3. dela Eurocode 7 so zbrani nekateri priznani postopki za vrednotenje mehanskih karakteristik zemljin, račune nosilnosti, posedkov, modula reakcije tal, ... na podlagi opisanih terenskih preiskav. Dodatki niso obvezni za uporabo, so pa koristno dopolnilo za geotehnične projektante.

5. SKLEP

Članek je le kratka predstavitev standarda Eurocode za področje geotehnike. Besedilo še ni dokončno, a se pričakujejo le še spremembe v podrobnostih. Zato je primerno, da se z besedilom podrobneje seznanimo in ga pričnemo poskusno uporabljati.

LITERATURA

EN 1997-1, Geotechnical design, Part 1, General rules, Draft, 27.6.2000, European Committee for Standardization.

prENV 1997-2, Geotechnical design, Part 2, Design assisted by laboratory testing, Final draft, April 1997, European Committee for Standardization.

prENV 1997-3, Geotechnical design, Part 3, Design assisted by field testing, Final draft, April 1997, European Committee for Standardization.

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA ZAŠČITO VODA

SLOVENIAN WATER POLLUTION CONTROL ASSOCIATION
SLOWENISCHE VEREINIGUNG FUR GEWASSWESCHUTZ

HAJDRIHOVA 19, p.p. 3430, 1001 LJUBLJANA, SLOVENIJA

TEL.:(01) 476-02-00; FAX: (01) 425-92-44; Žiro račun: 50101-678-000-0708177;
Spletna stran: http://www.sdzv-drustvo.si/index.html

DEJAVNOST DRUŠTVA

SDZV je Slovensko društvo za zaščito voda, ki je bilo ustanovljeno leta 1991.

Društvo ima 198 članov, število članov pa iz leta v leto niha, glede na to, kako redno posamezniki plačujejo letno članarino.

SDZV je prostovoljno, samostojno in nepridobitno združenje, katerega namen je razvijanje varstva voda in tehnik čiščenja voda.

Društvo deluje na območju Republike Slovenije in se povezuje s sorodnimi društvi in združenji v Sloveniji in po svetu. SDZV je član IWA (International Water Association), EWA (European Water Association) ATV (Abwassertechnische Vereinigung).

Namen društva je:
- združevanje pravnih in fizičnih oseb, ki se ukvarjajo z zaščito voda;
- razvijanje zavesti o pomenu zaščite voda;
- spremljanje, preučevanje in delovanje na področju zaščite in izkoriščanja voda, preskrbe s pitno vodo in ravnanja z uporabljenimi vodami in odpadki;
- informiranje in izobraževanje strokovne, znanstvene in ostale javnosti s publikacijami, predavanji, srečanji, z izmenjavo izkušenj, ekskurzijami, s tečaji in podobnimi aktivnostmi o stanju in dosežkih s področja zaščite voda;
- sodelovanje s podobnimi domačimi, tujimi in mednarodnimi društvi in organizacijami.

V ta namen se lahko društvo včlani v sorodno tuje ali mednarodno združenje ali organizacijo.

SDZV izvaja naslednje:
- prireja strokovna posvetovanja.
- prireja strokovne ekskurzije,
- organizira strokovne seminarje oziroma tečaje (izobraževanje članov),
- se povezuje s sorodnimi strokovnimi institucijami doma in po svetu.

Strokovno delo SDZV poteka v sekcijah:
- sekcija za pitno vodo,
- sekcija za industrijsko ekologijo,
- sekcija za komunalno ekologijo,
- sekcija za mineralne vode itd.

Organi društva so:
- skupščina;
- upravni odbor;
- nadzorni odbor;
- častno razsodišče.

Za izvrševanje namena in nalog društva sme skupščina društva ustanoviti posebne odbore. Sestava, način delovanja in mandatna doba teh odborov se določijo v sklepu, s katerim se odloči o ustanovitvi takšnega odbora. Za svoje delo so odbori odgovorni skupščini.

Slovensko društvo za zaščito voda je izdalo vrsto publikacij in organiziralo oziroma so-organiziralo vrsto strokovnih posvetovanj. Dejavnost društva je prikazana v naslednji preglednici.

Preglednica 1. Reference Slovenskega društva za zaščito voda

	IME NALOGE	ČAS IZVAJANJA	KLJUČNE OSEBE	ORGANIZATOR	VODJA PROJEKTA	KRATEK OPIS
1.	Posvet Društva za zaščito voda Slovenije	Bled, 26. - 27. 9. 1991	Euegen Petrešin	Društvo za zaščito voda Slovenije (DZVS)	Euegen Petrešin	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
2.	2. posvetovanje DZVS: Problematika kakovosti pitne vode v Sloveniji	Portorož, 14. - 16-10. 1992	Euegen Petrešin	Društvo za zaščito voda Slovenije	Euegen Petrešin	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
3.	3. posvetovanje DZVS: Ob 90. obletnici vodovoda Novo mesto	Otočec ob Krki, 11. - 12. 11. 1993	Euegen Petrešin	Društvo za zaščito voda Slovenije	Euegen Petrešin	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
4.	Voda in čiščenje odpadnih voda	Portorož, 21. - 23. 6. 1993	Milica Komac, Milenko Roš	Zavod za tehnično izobraževanje in DZVS	Milica Komac	Organizacija meddržavnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
5.	Problematika dušikovih spojin v vodah	Ljubljana, 7. 6. 1994	Milenko Roš	DZVS, Kemijski inštitut, Ljubljana in FNT, Oddelek za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana	Milenko Roš	Strokovno srečanje in priprava zbornika referatov
6.	Mednarodno posvetovanje: Problematika kakovosti pitne vode	Rogaška Slatina, 27. - 28. 10. 1994	Euegen Petrešin	DZVS, HDZVM in ÖVGW	Euegen Petrešin	Strokovno posvetovanje in priprava zbornika referatov
7.	Dejavnost društva	Ljubljana, 1995	Milenko Roš	Slovensko društvo za zaščito voda (SDZV)	Milenko Roš	Knjižica s statutom, namenjena članom SDZV
8.	Publikacija: Oznake in poimenovanja na področju biološkega čiščenja odpadnih vod	Ljubljana, 1995	Milenko Roš	SDZV	Milenko Roš	Priprava publikacije in izdaja v letu 1995
9.	Strokovno posvetovanje: VODNI DNEVI '95	Ptuj, 12. - 13. 10. 1995	Milenko Roš, Milan Dular, Jana Zagorc-Končan	SDZV	Milenko Roš	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
10.	Strokovno posvetovanje: Koncesije v vodnem in komunalnem gospodarstvu	Bled, 28. - 29. 3. 1996	Jože Panjan, Mitja Rismal, Albin Rakar, Boris Kompare, Bernarda Podlipnik, Rudolf Rome	FGG, SDZV in Društvo vodarjev Slovenije	Jože Panjan	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
11.	Strokovno posvetovanje: VODNI DNEVI '96	Bled, 10. - 11. 10. 1996	M. Dular, M. Roš, E. Petrešin, J. Zagorc-Končan	SDZV	Milan Dular	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
12.	Publikacija: V produkcijo integrirana zaščita okolja v kemijski industriji	Ljubljana, 1997	Marko Zlokarnik	SDZV	Milenko Roš (urednik)	Priprava publikacije in izdaja v letu 1997
13.	Publikacija: Izrazje s področja voda	Ljubljana, 1997	M. Dular, M. Roš, A. Trontelj, B. Kompare, T. Tišler	SDZV	Milenko Roš	Priprava publikacije in izdaja v letu 1997
14.	1st International Conference on Environmental Restoration	Ljubljana, 6. - 9. julij 1997	M. Gosh, M. Roš	IAWQ, SDZV, EWPCA	Milenko Roš	Organizacija mednarodne specializirane konference in priprava publikacije "Proceedings"
15.	Strokovno posvetovanje: VODNI DNEVI '97	Portorož,13. in 14. 10. 1997	M. Roš, M. Dular, E. Petrešin, J. Zagorc-Končan	SDZV	Milenko Roš	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
16.	Strokovno posvetovanje: VODNI DNEVI '98	Ljubljana, 12. in 13. 10. 1998	M. Roš, T. Dolenc, M. Dular, I. Eržen, M. Leskošek, M. Medved, E. Petrešin, J. Zagorc-Končan	SDZV	Milenko Roš	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
17.	Publikacija: Merjenje pretoka	Ljubljana, 1998	Evgen Petrešin, M. Roš (urednik)	SDZV	Evgen Petrešin	Priprava publikacije in izdaja v letu 1997
18.	Strokovno posvetovanje: VODNI DNEVI '99	Portorož, 4. in 5. 10. 1999	M. Roš, T. Dolenc, M. Dupar, S. Lapajne, M. Leskošek, E. Petrešin, J. Zagorc-Končan	SDZV	Milenko Roš	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov
19.	Dejavnost društva/Activity of the Association	Ljubljana, 1999	Milenko Roš	SDZV	Milenko Roš	Knjižica s statutom, namenjena članom SDZV
20.	Strokovno posvetovanje: VODNI DNEVI 2000	Portorož, 2. in 3. 10. 2000	M. Roš, M. Dupar, , J. Zagorc-Končan, E. Petrešin, J. Panjan, M. Leskošek, S. Lapajne	SDZV	Milenko Roš	Organizacija strokovnega posvetovanja in priprava zbornika referatov

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA ZAŠČITO VODA

SLOVENIAN WATER POLLUTION CONTROL ASSOCIATION
SLOWENISCHE VEREINIGUNG FUR GEWASSWESCHUTZ

HAJDRIHOVA 19, p.p. 3430, 1001 LJUBLJANA, SLOVENIJA
TEL.:(01) 476-02-00; FAX: (01) 425-92-44; Žiro račun: 50101-678-000-0708177;
Spletna stran: http://www.sdzv-drustvo.si/index.html

Na strokovnih srečanjih je bilo prisotno okoli 100 ljudi, medtem ko je bila prisotnost na VODNIH DNEVIH med 230 in 280 ljudi.

V letošnjem letu smo na letni skupščini izvolili novo vodstvo društva, ki bo naslednjih 5 let delovalo v naslednji sestavi:

Preglednica 2. Vodstvo Slovenskega društva za zaščito voda

Organ SDZV	*Ime in priimek*	*Funkcija*
UPRAVNI ODBOR	**Milenko Roš**	**predsednik**
	Jana Zagorc-Končan	**tajnik**
	Tatjana Tišler	**blagajnik**
	Jože Panjan	**član**
	Jože Duhovnik	**član**
	Evgen Petrešin	**namestnik člana**
	Bernarda Podlipnik	**namestnik člana**
NADZORNI ODBOR	**Milka Leskošek**	**predsednica**
	Andreja Drolc	**član**
	Magda Cotman	**član**
	Jernej Šoemen	**namestnik člana**
ČASTNO RAZSODIŠČE	**Mihael J. Toman**	**predsednik**
	Milan Dular	**član**
	Boris Kompare	**član**
	Tanja Dolenc	**namestnik člana**

prof. dr. Milenko Roš, predsednik SDZV

NAROČILNICA ZA "GRADBENI VESTNIK"

Do preklica naročam(o) ..... izvod(ov) revije GRADBENI VESTNIK in se obvezujem(o), da bom(o) naročnino poravnal(i) v zakonitem roku po prejemu računa ali položnice.

Naročnik:

Ime in priimek: .....

Podjetje, ustanova: .....

Naselje, ulica, hišna št. .....

Poštna številka .....

Ime pošte .....

Davčna številka naročnika: .....

Status (velja samo za individualne naročnike), obkroži:

- zaposlen -upokojenec - študent

....

Kraj in datum Podpis

Naročilnico izrežite in pošljite v kuverti na naslov:

GRADBENI VESTNIK,
Karlovška 3
1000 Ljubljana

PRIPRAVLJALNI SEMINARJI TER IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2000

MESEC	SEMINAR	IZPITI		
		GRADBENIKI	ARHITEKTI	KRAJINARJI
September	18. - 22.			
Oktober	23. - 27.	pisni: 21.10.	pisni: 21.10.	pisni: 21.10.
November	20. - 24.	ustni: 6. - 9.11. pisni: 18.11.	ustni: 6. - 9.11.	ustni: 6. - 9.11.
December	18. - 22.	ustni: 4. - 7.12.		

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovška 3, 1000 Ljubljana (telefon/fax: 01 / 422-46-22). Arhitekti in krajinarji so vabljeni na predavanja iz splošnega dela izpitnega programa (prvi trije dnevi) in plačajo 33.000,00 SIT. Cena 5-dnevnega seminarja za gradbenike znaša 65.000,00 SIT. V ceno je vštet DDV.
Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeležca prijavi k seminarju plačnik. Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju najkasneje 20 dni pred pričetkom določenega seminarja. Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), in naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu.
Žiro račun ZDGITS je 50101-678-47602; davčna številka 79748767.

B. STROKOVNI IZPITI potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Dunajska 104, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti pri ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 568-52-76!

tiskarna
tone tomšič d.d.

1000 LJUBLJANA, GREGORČIČEVA 25A
TEL.: 01/42 63 219 • FAX: 01/25 18 646

Cenjeni poslovni partnerji!

Nudimo vam kvalitetne in hitre usluge stavljenja, preloma, ofsetnega tiska, knjigotiska in različne vezave.

Obiščite nas in se prepričajte!

Nudimo kvalitetne izdelke po konkurenčnih cenah.

PRIPRAVLJALNI SEMINARJI TER IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2001

MESEC	SEMINAR	IZPITI	
		GRADBENIKI	ARHITEKTI KRAJINARJI
Januar		pisni: 13.1. ustni: 22. - 25.1.	pisni 17.1. ustni: 29. - 31.1.
Februar	12. - 16.		
Marec	12. - 16.	pisni: 24.3.	
April	9. - 13.	ustni: 2. - 6.4.	
Maj	14. - 18.	pisni: 26.5.	pisni: 9.5. ustni: 21. - 23.5.
Junij		ustni: 4. - 7.6.	
September	17. - 21.		
Oktober	8. - 12.	pisni: 27.10.	
November	12. - 16.	ustni: 5. - 8.11. pisni: 24.11.	pisni: 7.11. ustni: 19. - 21.11.
December	17. - 21.	ustni: 3. - 7.12.	

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE

organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovška 3, 1000 Ljubljana (telefon/fax: 01 / 422-46-22), E-mail: gradb.zveza@siol.net

Seminar za GRADBENIKE poteka 5 dni (46 ur) in pripravlja kandidate za splošni in posebni del strokovnega izpita, Cena seminarja znaša 65.000,00 SIT z DDV.

Seminar za ARHITEKTE IN KRAJINSKE ARHITEKTE poteka (prve) 3 dni in jih pripravlja za splošni del strokovnega izpita. Cena seminarja je 33.000,00 SIT z DDV.

Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeležca prijavi k seminarju plačnik (podjetje, družba, ustanova, sam udeleženec ...). Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju najkasneje 20 dni pred pričetkom določenega seminarja. Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), in naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu.
Žiro račun ZDGITS je 50101-678-47602; davčna številka 79748767.

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Dunajska 104, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti pri Ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 568-52-76.