





## Izdajatelj:

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

## Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**  
izr. prof. dr. **Matjaž Mikoš**  
**Jakob Presečnik**

MSG IZS: **Gorazd Humar**  
**mag. Črtomir Remec**  
**doc. dr. Branko Zadnik**

FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**  
FG Maribor: **Milan Kuhta**  
ZAG: **prof. dr. Miha Tomažević**

## Glavni in odgovorni urednik:

**prof. dr. Janez Duhovnik**

## Sodelavec pri MSG IZS:

**Jan Kristjan Juteršek**

## Lektorica:

**Alenka Raič Blažič**

## Lektorica angleških povzetkov:

**Darja Okorn**

## Tajnica:

**Anka Holobar**

## Oblikovalska zasnova:

**Mateja Goršič**

## Tehnično urejanje, prelom in tisk:

**Kočevski tisk**

## Naklada:

**2800 izvodov**

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na <http://www.zveza-dgits.si>.

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5500 SIT; za študente in upokojnence 2200 SIT; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 40.687,50 SIT za en izvod revije; za naročnike iz tujine 100 USD. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:  
02017-0015398955

# Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN

TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH  
INŽENIRJEV INŽENIRSKÉ ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774

Ljubljana, september 2004, letnik 53, str. 205-232

## Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

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

Uredništvo



# PROJEKTIRANJE IN IZVEDBA SIDRANIH ZIDOV IN PILOTNIH STEN

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF ANCHORED RETAINING AND PILE WALLS

**Ljubo Korpar, univ. dipl. inž. grad.,**  
GRADIS, Biro za projektiranje Maribor, d.o.o.

**Strokovni članek** UDK 625.731: 624.136

**Povzetek** | Med izgradnjo zahtevnih odsekov v okviru nacionalnega programa izgradnje avtocest se pogosto uporabljajo oporne in podporne konstrukcije v obliki pilotnih sten in sidranih zidov za varovanje nasipnih ali vkopnih brežin. Pri Tehničnem odboru za pripravo specifikacij za javne ceste (TO 07) sta v fazi sprejemanja tehnični specifikaciji TSC 07.204 Sidrani zidovi in TSC 07.205 Pilotne stene. Specifikaciji bosta v pomoč vsem udeležencem v procesih planiranja, projektiranja, gradnje in vzdrževanja novih sidranih zidov in pilotnih sten, pri obnovah in rekonstrukcijah že obstoječih, pri sanaciji plazišč, gradnjah hidrotehničnih in komunalnih objektov.

**Summary** | During the construction of several difficult sections within the framework of the national programme of the motorway construction, different retaining structures, such as pile walls and anchored walls, have been executed to protect fill or cut slopes. The Technical Committee for Preparation of Specifications for Public Roads (TO 07) is adopting the following technical specifications: TSC 07.204 Anchored walls and TSC 07.205 Pile walls. Both technical specifications will assist all the parties involved in planning, designing, the construction and maintenance of new anchored walls and pile walls, renewing and reconstructing the existing ones, repairing of landslides as well as constructing of hydro-technical and communal structures.

### 1 • UVOD

Ob pospešeni izgradnji avtocestnega sistema se v okviru nacionalnega programa v Sloveniji na zahtevnih odsekih (predvsem čez Trojane) pogosto uporablja oporne in podporne konstrukcije v obliki pilotnih sten in sidranih zidov za varovanje nasipnih ali vkopnih brežin. V okviru Tehničnega odbora za pripravo specifikacij za javne ceste (TO 07) se izdelujejo teh-

nične specifikacije za sidrane zidove (TSC 07.204) in za pilotne stene (TSC 07.205). Specifikaciji sta namenjeni vsem udeležencem v procesih planiranja, projektiranja, gradnje in vzdrževanja novih sidranih zidov in pilotnih sten, vendar sta hkrati zasnovani dovolj splošno, da sta uporabni tudi pri obnovah, rekonstrukcijah in sanacijah obstoječih sidranih

zidov in pilotnih sten. Obravnavali in analizirali bosta splošna geomehanska, konstruktorska, tehnološka in organizacijska spoznanja, ki bistveno vplivajo na potek investicijskega procesa, zasnovano, konstruiranje, gradnjo in vzdrževanje sidranih zidov in pilotnih sten. Vsebina tehničnih specifikacij zagotavlja povezovanje poglobljenih teoretičnih in strokovnih znanj ter podatkov iz literature, tehničnih predpisov in standardov s praktičnimi izkušnjami v stroki.

### 2 • TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSC 07.204 SIDRANI ZIDOVI

Sidrani zidovi so vse oporne armiranobetonske konstrukcije, pri katerih je zagotovljena stabilnost in nosilnost objekta z natezno vezjo – geotehničnim sidrom (TSC 07.202), sidranim v nosilno osnovo. Sidrani zidovi so izključno oporne konstrukcije, ki se uporabljajo v vkopih, globljih od 6 m. Uporaba je odvisna od karakteristik zemljine, ki dovoljujejo kam-

padne izkope višine do 4 m brez dodatnih ukrepov varovanja pri izkopu. Obravnavani so tipi sidranih zidov, ki so se pokazali kot najustreznejši ter so v naši in tuji praksi največkrat uporabljeni. S tem ni omejena uporaba drugih vrst sidranih zidov, ki so pogojeni z morfologijo terena in geološko sestavo tal.

#### 2.1. Izbira in zasnove sidranih zidov

Sidrani zidovi so oporne konstrukcije, ki jih sestavljajo betonski elementi in geotehnična sidra. Sidra prevzamejo celotno ali del sile za zagotavljanje varnosti in stabilnosti v vseh fazah gradnje in v fazi uporabe. Betonski del (bloki, slopi, grede, brana, zid) je potreben, da se sila iz sider prenese v tla in lokalno varuje brežino.

Projektant na podlagi predhodno pridobljenih geomehanskih in drugih karakteristik terena

zasnuje konstrukcijo sidranega zidu. Pri zasnovi konstrukcije mora upoštevati:

- zanesljivost,
- uporabnost,
- pogoje izvedbe,
- ekonomičnost,
- estetski videz oziroma krajinske značilnosti lokacije.

V tehničnem poročilu za zasnovani sidrani zid je treba podati ustrezno obrazložitev danih podlog, izbire konstrukcije, dokazov stabilnosti in možne postopke izvedbe.

Izbira, zasnova in konstruktorska rešitev sidranih zidov sledi hidrogeološkim karakteristikam zemljine, obliki in velikosti vkopa ter razpoložljivi mehanizaciji in opremi izvajalca.

Gradnja sidranih zidov je mogoča na dva načina:

- v primeru kakovostne zemljine se zidovi izdelujejo direktno na izkopano brežino,
- v primeru slabih tal se zid gradi od zgoraj navzdol, pri čemer je višina etape izkopa odvisna od karakteristik tal in izbire konstrukcije. Zasnova in izbira konstruktorske rešitve sidranih zidov je v neposredni povezavi s kakovostjo oziroma karakteristikami zemljine na lokaciji objekta. Glede na to delimo sidrane zidove na naslednje skupine:

- sidrani bloki (slika 1),
- sidrani slopi (slika 2),
- sidrani slopi z vmesnimi polnili (slika 3),
- sidrane grede (slika 4),
- sidrani slopi in grede - branasta konstrukcija (slika 5),
- sidrani slopi in grede - branasta konstrukcija z vmesnim polnilom (slika 6),
- sidrani zidovi (sliki 7),
- posebni sidrani zidovi, grajeni od zgoraj navzdol (slika 8),
- sidrane pilotne stene (sliki 10 in 11).

Vrstni red naštetih zidov ustreza padanju geomehanskih karakteristik zemljine, kar narekuje uporabo zahtevnejših ukrepov pri varovanju vkopov. Vse našete skupine so lahko izdelane v monolitni ali v montažno-monolitni izvedbi.

Faza, ki sledi izbiri konstrukcije, je preverjanje, ali je izbrano konstrukcijo realno možno izvesti na predvideni lokaciji. Projektant mora poleg ustreznih stabilnostnih analiz in načrtov izdelati in ustrezno preveriti okvirna tehnološka izhodišča za gradnjo zidu. Pri tehnoloških izhodiščih je potrebna analiza vseh postopkov, ki so potrebni za gradnjo določenega sidranega zidu. Predvideti je treba:

- možne pristopne poti,
- delovne platoje za gradnjo,
- tehnologijo izvajanja zemeljskih del z ustreznim varovanjem,

- zaščito pred dejavniki, ki ovirajo in otežujejo gradnjo (dotoki zaledne vode, sipke plasti brežine, ...),
- zagotovitev odvijanja prometa in funkcioniranja ostalih infrastrukturnih tokov,
- faznost gradnje v smislu definicije pristopne točke in smeri napredovanja del,
- obvezne tehnološke postopke pri posameznih fazah gradnje,
- definicijo ustreznih detajlov in rešitve v zvezi z njimi,
- zahteve v zvezi s tekočim spremljanjem kakovosti materialov in vgradnje,
- zahteve za geodetske meritve.

### Sidrani bloki

Sidrani armiranobetonski bloki različnih oblik, preko katerih se sidrna sila prenaša v tla, se uporabljajo v primeru razmeroma kvalitetnih hribin in polhribin.

Namen uporabe je zmanjšanje naklona brežine med bloki in zagotavljanje globalne stabilnosti brežine.

Vmesni prostor med bloki je zaščiten z vegetacijo.

### Sidrani slopi

Sidrani armiranobetonski, približno v vertikalni smeri na teren "položeni" slopi različnih prerezov, preko katerih se sidrna sila prenaša v

tla, se uporabljajo v primeru razpokanih skalnih brežin, kjer z zaščitnimi mrežami ni možno zagotoviti varnosti. S temi ukrepi se zagotovi globalna stabilnost in varnost. Lokalno varnost pa zagotovimo z zaščitnimi mrežami ali z brziganim betonom. To je odvisno od erozijskih karakteristik hribine in lokalne stabilnosti.

### Sidrani slopi z vmesnimi polnili

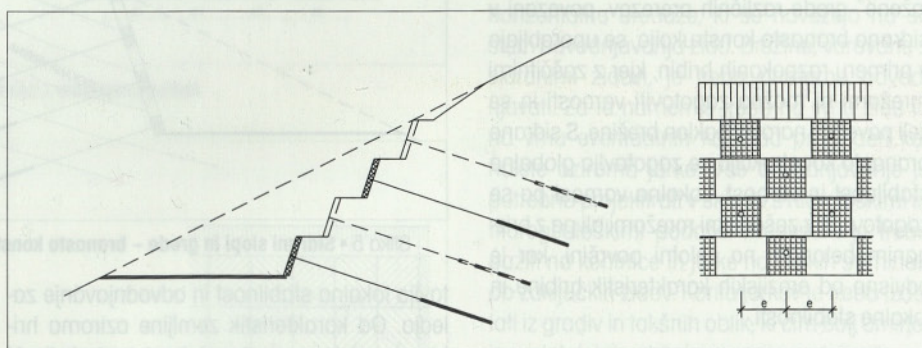
Sidrani armiranobetonski, v vertikalni smeri na brežino "položeni" slopi različnih prerezov z vmesnimi prostori, zapolnjenimi s polnili iz armiranobetonskih elementov, se uporabljajo v primeru razpokanih hribin, kjer z zaščitnimi mrežami ni možno zagotoviti varnosti in se želi zvečati naravni naklon brežine.

S sidranimi slopi se zagotavlja nosilnost, globalna stabilnost in varnost. Lokalna varnost in zaščita pred erozijo brežine pa se zagotavlja z montažnimi armiranobetonskimi horizontalnimi elementi med slopi ali pa s kamnito zložbo med njimi.

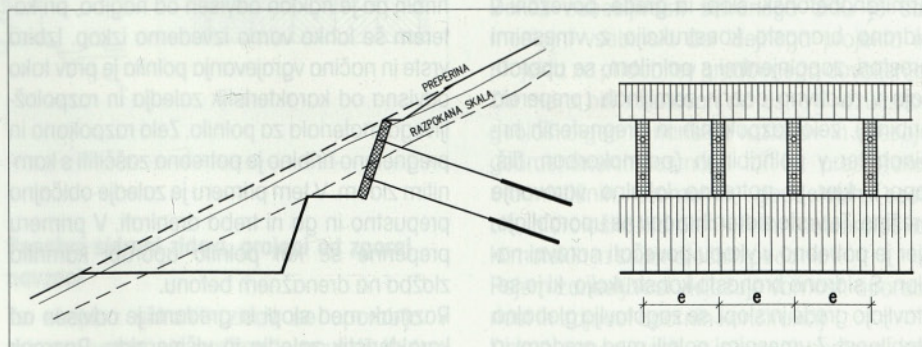
Višina sidranih slopov je do 10 m.

### Sidrane grede

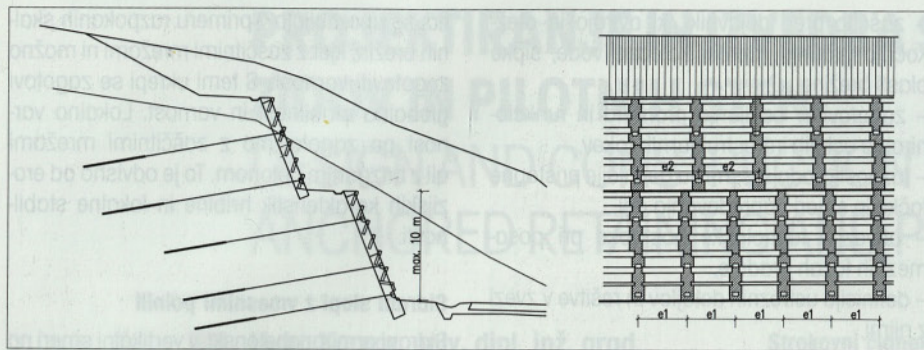
Sidrane armiranobetonske, približno v horizontalni smeri na teren "položene" grede različnih prerezov, preko katerih se sidrna sila



Slika 1 • Sidrani bloki



Slika 2 • Sidrani slopi

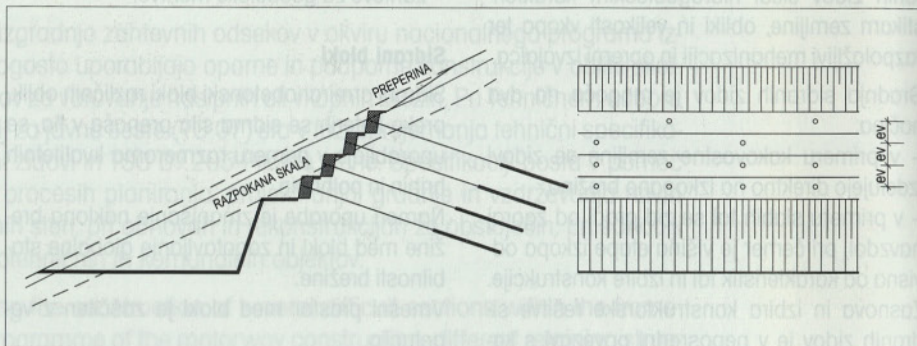


Slika 3 • Sidrani slopi z vmesnimi polnili

prenaša v tla, se uporabljajo v primeru bolj razpokanih skalnih brežin, kjer z zaščitnimi mrežami ni možno zagotoviti varnosti.

Glede na sidrane slope se sidrane grede uporabljajo v primerih, ko bi sidrani slopi postali pregosti in neučinkoviti. Uporabijo se v manj kakovostni hribini, kjer zagotavljajo kontinuiran vnos sidrne sile.

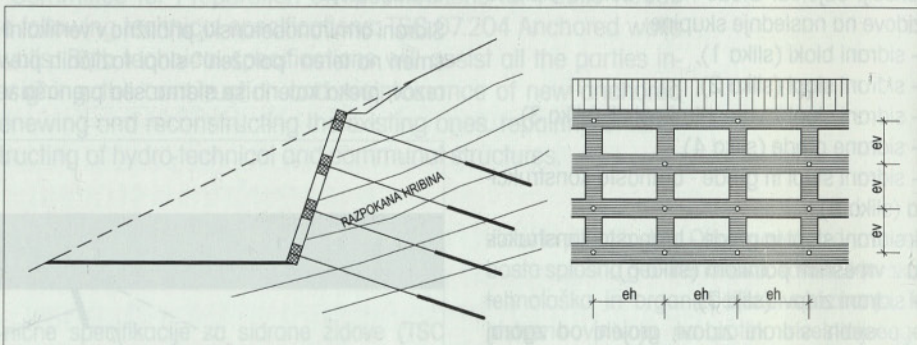
Grede so visoke od 0,80 m do 1,50 m in brez temeljev. Služijo varovanju celotne brežine ali samo labilnega dela zaseka ali brežine (npr. portali predorov).



Slika 4 • Sidrane grede

### Sidrani slopi in grede branasta konstrukcija

Armiranobetonski, približno v vertikalni smeri na teren "položeni" slopi in armiranbetonske, približno v horizontalni smeri na teren "položene" grede različnih prerezov, povezani v sidrano branasto konstrukcijo, se uporabljajo v primeru razpokanih hribin, kjer z zaščitnimi mrežami ni možno zagotoviti varnosti in se želi povečati naravni naklon brežine. S sidrano branasto konstrukcijo se zagotavlja globalna stabilnost in varnost. Lokalna varnost pa se zagotovi ali z zaščitnimi mrežami ali pa z brizganim betonom na celotni površini, kar je odvisno od erozijskih karakteristik hribine in lokalne stabilnosti.



Slika 5 • Sidrani slopi in grede - branasta konstrukcija

### Sidrani slopi in grede - branasta konstrukcija z vmesnimi polnili

Armiranobetonski slopi in grede, povezani v sidrano branasto konstrukcijo z vmesnimi prostori, zapolnjenimi s polnilom, se uporabljajo v relativno dobrih zemljinah (preperela hribina), zelo razpokanih in pregnetenih hribinah ter v polhribinah (permokarbon, fliš, lapor), kjer je potrebno lokalno varovanje brežine. Te vrste sidranih zidov se uporabljajo, kjer je potrebno v vkopu povečati naravni naklon. S sidrano branasto konstrukcijo, ki jo sestavljajo grede in slopi, se zagotavlja globalna stabilnost. Z vmesnimi polnili med gredami in slopi pa se preprečuje erozija brežine, zago-

tavlja lokalna stabilnost in odvodnjavanje zaledja. Od karakteristik zemljine oziroma hribine je odvisen nagib celotne konstrukcije. V primeru preperine naj ta ne presega  $45^\circ$ , v primeru razpokanih, pregnetenih hribin in polhribin pa je naklon odvisen od nagiba, pri katerem še lahko varno izvedemo izkop. Izbira vrste in načina vgrajevanja polnila je prav tako odvisna od karakteristik zaledja in razpoložljivega materiala za polnilo. Zelo razpokano in pregneteno hribino je potrebno zaščititi s kamnitim zidom. V tem primeru je zaledje običajno prepustno in ga ni treba drenirati. V primeru preperine se kot polnilo uporabi kamnita zložba na drenažnem betonu.

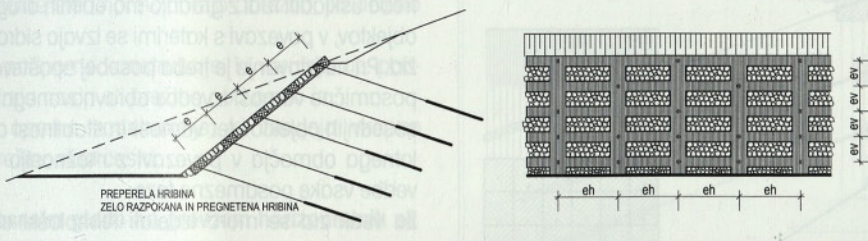
Razmak med slopi in gredami je odvisen od karakteristik zaledja in višine zidu. Razmak med slopi naj ne bo večji od 6 m, med greda-

mi pa ne več kot 4 m. Največja višina posameznega zidu je lahko 10–12 m, odvisno od nagiba zidu. Če je za varovanje vkopa potrebna višja konstrukcija, jo je treba izvesti v dveh delih z vmesno bermo zaradi pravilnega odvodnjavanja in vzdrževanja objekta. Širina berme naj bo vsaj 3 m.

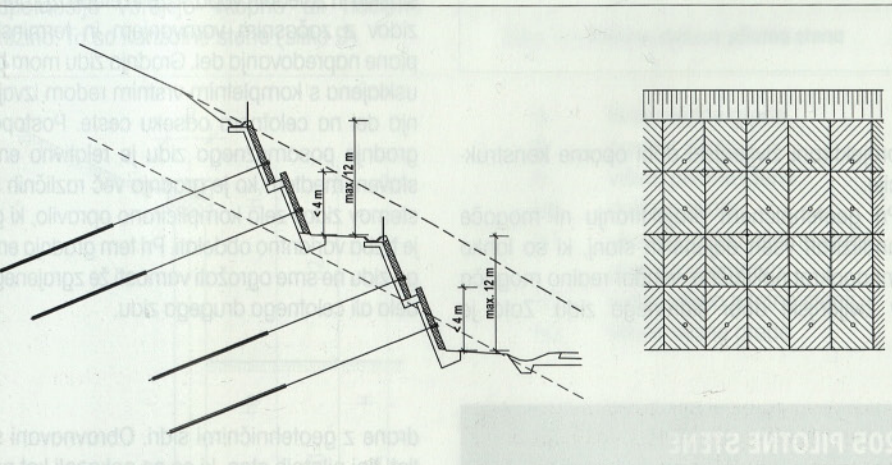
### Sidrani zidovi

Sidrani monolitni in/ali montažno-monolitni armiranobetonski zidovi se uporabijo v pri-

meru nevezljivih (nekoherentnih) in vezljivih (koherentnih) zemljin. Zid je lahko po višini sestavljen iz več etap. Če je potrebna višina zidu do 6 m, se izvajajo v eni etapi. Zidovi, visoki več kot 6 m, se izvajajo v dveh ali treh etapah. Posamezna etapa je lahko višine največ 4 m, skupna največja višina dela zidu pa je lahko največ 10 do 12 m. Skupna višina zidu je odvisna od višine potrebnega varovanja brežine. Med posameznimi etapami se predvidijo stopnice širine do 1 m. Te služijo gradnji, odvodnjavanju in vzdrževanju konstrukcije. Če je višina brežine večja kot 10 do 12 m, se med posameznimi deli zidu predvidi berma širine 3 m. Berma služi gradnji, odvodnjavanju in vzdrževanju konstrukcije. Debelina teh zidov je najmanj 40 cm zaradi vnosa sidrskih sil, in največ 60 cm. V primeru uporabe sidranih



Slika 6 • Sidrani slopi in grede – branasta konstrukcija z vmesnimi polnili



Slika 7 • Sidran zid

montažnih plošč je treba upoštevati njihovo težo, saj jih je potrebno pripeljati na mesto vgradnje in montirati. Zaradi transporta so omejene tudi dimenzije. Temelj pri tej vrsti sidranih zidov služi le za montažo v fazi gradnje.

### Posebni sidrani zidovi, grajeni od zgoraj navzdol

Ta skupina sidranih zidov se uporablja v primeru varovanja brežine iz nevezljivih (nekoherentnih) in vezljivih (koherentnih) zemljin

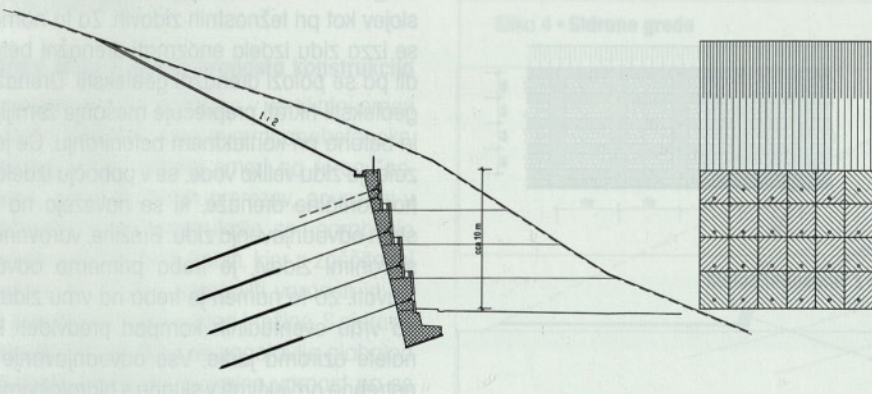
srednje kakovosti. Osnovna značilnost te skupine je, da je višina etape omejena na največ 3 m zaradi slabših karakteristik zemljine kot v primeru sidranih zidov in da se začnejo graditi na vrhu zidu, končajo pa s temeljem. Že glede na običajen postopek obrnjen vrstni red gradnje govori o tem, da je izvedba takšnih zidov zelo zahtevna. Zidovi se izvajajo po etapah višine največ 3 m in odsekih največje dolžine 6 do 7 m. V eni kampadi se lahko izvajajo dela na več odsekih po šahovskem sistemu. Višina teh zidov je zaradi estetskega videza in funkcionalnosti omejena na okoli 10 m. Če je potrebna večja višina zidu za varovanje vkopa, je potrebno izvesti vmesno bermo in nadaljevati s kakšnim od prej omenjenih vrst zidov.

### 2.2. Konstruiranje sidranih zidov

Konstruktorska zasnova sidranih zidov izhaja iz dejstva, da geotehnična sidra prevzamejo horizontalno silo, armiranobetonska konstrukcija pa služi za razporeditev sil. Ena od značilnosti sidranih zidov je, da se betonirajo neposredno na hribino. Zaradi tega za njimi ni mogoče izdelati običajne drenaže iz filtrskih slojev kot pri težnostnih zidovih. Za ta namen se izza zidu izdelata enozrnatna drenažna beton ali pa se položi drenažni geotekstil. Drenažni geotekstil hkrati preprečuje mešanje zemljine in betona pri kontaktnem betoniranju. Če je v zaledju zidu veliko vode, se v pobočju izdelajo horizontalne drenaže, ki se navežejo na sistem odvodnjavanja zidu. Brežine, varovane s sidranimi zidovi, je treba primerno odvodnjavati. Za ta namen je treba na vrhu zidu in na vrhu eventualnih kampad predvideti kanalete oziroma jarke. Vse odvodnjavanje je potrebno projektirati v skladu s hidrološkimi in hidrogeološkimi podatki. Predvsem je treba paziti na koritnice in jarke na velikih strminah ob zaključkih zidov. Korita jarkov je treba izdelati iz gradiv in takšnih oblik, ki čim bolj umirjajo vodotok in razbijajo energijo vodne sile.

### 2.3. Geostatična analiza sidranih zidov

Dokaz zanesljivosti sidranega zidu je samostojni vsebinski del idejnega projekta in projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja. Zid mora biti zasnovan na osnovi rezultatov geološko-geomehanskih raziskav in presoje geomehanskih lastnosti tal ter prostorsko-urbanističnih, prometnih, geodetskih, cestnih, hidrološko-hidrotehničnih, meteorološko-klimatskih in seizmoloških podatkov. Pojem zanesljivost vključuje varnost, uporabnost in trajnost opornih konstrukcij. Dokaz zanesljivosti je obvezni sestavni del projekta sidranega zidu in lahko v odvisnosti



Slika 8 • Zid, grajen od zgoraj navzdol

od geotekničnih pogojev obsega dokaze mejnih stanj nosilnosti in uporabnosti.

Potrebna zanesljivost sidranih zidov mora biti dokazana za trajna, začasna in nezgodna projektna stanja, ki se pojavijo ob gradnji, uporabi, vzdrževanju ter v izrednih razmerah v

projektirani življenjski dobi oporne konstrukcije.

Pri geotekničnem projektiranju ni mogoče analizirati vseh dejanskih stanj, ki so lahko mnogokrat naključna, vendar realno mogoča v življenjski dobi sidranega zidu. Zato je

potrebno za vsako fazo gradnje in uporabe določiti kritična projektna stanja.

Pri vsaki geoteknični analizi sidranega zidu je potrebno obravnavati vsaj naslednja projektna stanja:

- stanje pobočja, obstoječih objektov in infrastrukture v vplivnem območju pred izvedbo gradbenih del;
- stanja med gradnjo, ki lahko obsegajo izgradnjo dostopnih poti in delovnih platojev, izkope gradbenih jam in delovne faze izvajanja sidranega zidu;
- stanja med uporabo objekta v predvideni življenjski dobi;
- stanja ob nezgodah in med potresom.

#### 2.4. Izvedba sidranih zidov

Projektant konstrukcije v tehničnem poročilu in geolog v geološko-geotekničnem poročilu morata opozoriti na posebnosti, na katere lahko naletijo izvajalci pri izvedbi (lokacije plazišč, dotoki talne vode, največji lokalni nakloni začasnih vkopov). Izvedba sidranih zidov sestoji iz več faz, ki so med seboj povezane in si morajo slediti v pravilnem zaporedju. Izvedbo faz je treba uskladiti tudi z gradnjo morebitnih drugih objektov, v povezavi s katerimi se izvaja sidrani zid. Pri načrtovanju je treba posebej upoštevati posamično varnost izvedbe obravnavanega in sosednjih objektov ter varnost in stabilnost celotnega območja v povezavi z možnostjo izvedbe vsake posamezne faze.

Za vsak zid se mora izdelati tehnološki elaborat, ki vsebuje definirane pristopne ceste, delovne platoje, način in potek odvajanja površinskih in zalednih voda, faze in etape izgradnje zidov z začasnim varovanjem in terminske plane napredovanja del. Gradnja zidu mora biti usklajena s kompletnim vrstnim redom izvajanja del na celotnem odseku ceste. Postopek gradnje posameznega zidu je relativno enostaven, medtem ko je gradnja več različnih sistemov zidov zelo komplicirano opravilo, ki ga je treba variantno obdelati. Pri tem gradnja enega zidu ne sme ogroziti varnosti že zgrajenega dela ali celotnega drugega zidu.

### 3 • TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSC 07.205 PILOTNE STENE

Pilotna stena je upogibna podorna konstrukcija iz armiranobetonskih pilotov okroglega prereza od  $\varnothing 80$  do  $\varnothing 150$  cm. Povezana je z gredami z geotekničnimi sidri ali brez njih. Pilotne stene spadajo v skupino konstrukcij, ki z upogibno odpornostjo in vpetostjo v tla izpol-

njujejo svoj namen – varovanje nasipnih ali vkopnih brežin. V ta sklop konstrukcij spadajo tudi diafragme, zagatne stene in berlinske stene. Vse te konstrukcije so lahko, če ne morejo izključno z vpetostjo v tla in upogibno odpornostjo opravljati svoje funkcije, tudi si-

drane z geotekničnimi sidri. Obravnavani so fisti tipi pilotnih sten, ki so se pokazali kot najustreznejši in so v naši in tuji praksi največkrat uporabljeni. Seveda pa se s tem ne omejujejo drugi tipi pilotnih sten, ki so pogojeni z morfologijo terena in geološko sestavo tal. V ta sklop konstrukcij med drugim spadajo tudi pilotne stene s podpornim zidom nad vezno gredo, ki podpirajo nasip.



### 3.1. Izbira in zasnove pilotnih sten

Pilotne stene se uporabljajo za varovanje vkopnih in nasipnih brežin, globokih gradbenih jam in v primerih, ko je zaradi potencialne nestabilnosti terena potrebno v tla najprej vgraditi podporno konstrukcijo in šele nato izvršiti izkop. Pilotne stene so pogosto sidrane. Pilotne stene so drage konstrukcije, zahtevne pri izvajanju in pri vzdrževanju zaradi omejene trajnosti geotehničnih sider. Zato mora biti odločitev o njihovi uporabi za varovanje nasipne ali vkopne brežine utemeljena in upravičena v prvih fazah projekta ceste in cestnih objektov. Izbira in utemeljitev uporabe pilotne stene morata nastati s sodelovanjem projektanta ceste, geomehanika in projektanta konstrukcije. Izbira mora temeljiti na podlogah z zanesljivimi podatki o cesti in geomorfološki podatki, na podlagi katerih se izdelata najmanj dve variantni rešitvi.

### 3.2. Zasnove pilotnih sten

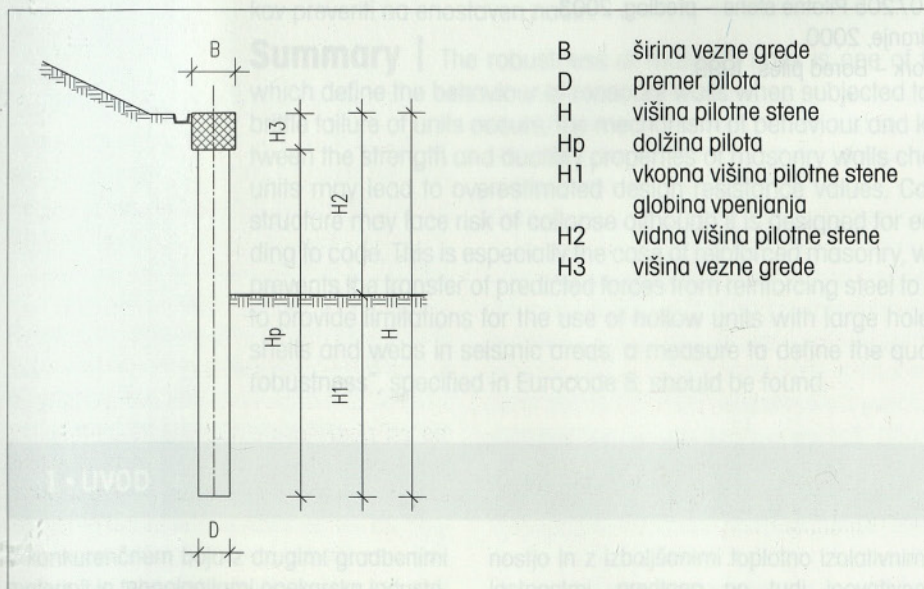
#### Zasnova glede na lego

Glede na lego oziroma na to, na kakšen način pilotne stene prevzamejo obtežbo, jih delimo na:

- podporne konstrukcije, ki varujejo oz. podpirajo nasip ali brežino pod cesto in
- oporne konstrukcije, ki varujejo vkopno brežino nad cesto.

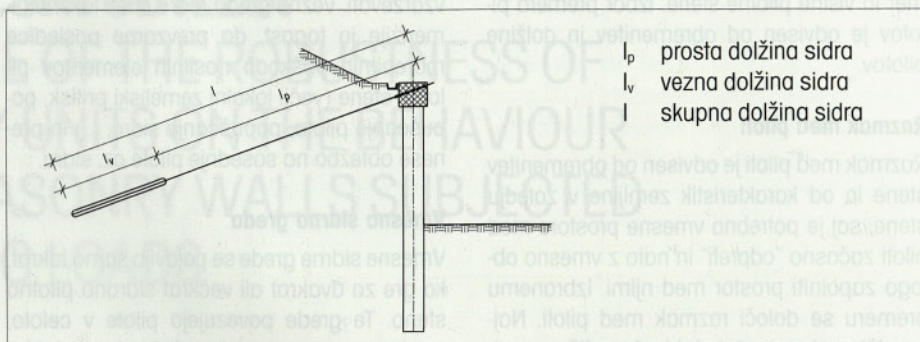
#### Zasnova glede na prevzem horizontalnih sil

- pilotne stene brez sidranja so konstrukcije, ki samo s svojo vpetostjo v tla in upogibno odpornostjo varujejo vkopno ali nasipno brežino. To so konzolne stene (slika 9).



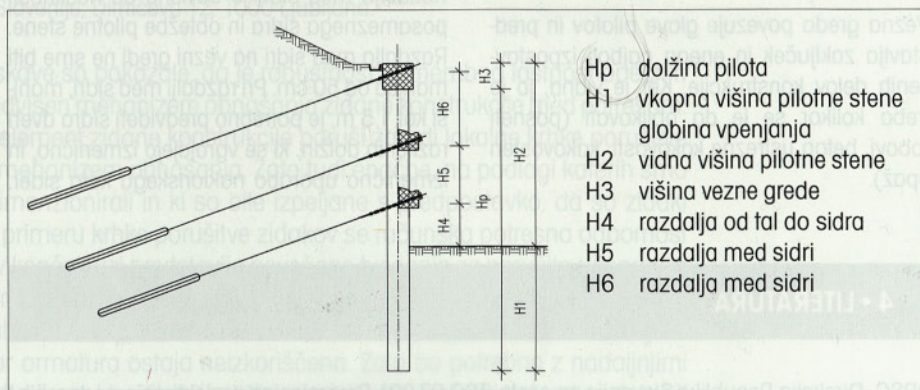
Slika 9 • Konzolna pilotna stena

- pilotne stene s sidri na vrhu so konstrukcije, ki z vpetostjo v tla, z upogibno odpornostjo in z geotehničnimi sidri, sidranimi na vrhu pilotne stene, varujejo vkopno ali nasipno brežino (slika 10).



Slika 10 • Pilotna stena s sidrom na vrhu

- večkrat sidrana pilotna stena (slika 11) je konstrukcija, ki z vpetostjo v tla, z upogibno odpornostjo in z geotehničnimi sidri v več vrstah varuje vkopno ali nasipno brežino.



Slika 11 • Večkrat sidrana pilotna stena

### 3.3. Konstruiranje pilotnih sten

Stabilnost in varnost pilotnih sten morata biti zagotovljeni z odporom zemljin, z geotehničnimi sidri v primeru sidranja in z upogibno togostjo, ki igra najpomembnejšo vlogo pri za-

gotavljanju zanesljivosti take konstrukcije. Le s primernimi izkušnjami in znanjem je mogoče zagotoviti, da so vsi elementi pilotne stene ob upoštevanju geološko-geotehničnih

pogojev optimalno uporabljeni v konstrukciji. Pilotne stene so konstrukcijski objekti, ki so s svojo velikostjo in obliko tujek v okolju. Predstavljajo samostojne podporne konstrukcije in zato je prav, da poleg poudarjenega statičnega pomena vsebujejo tudi elemente arhitekturnega oblikovanja. Priporočljivo je, da se konstruktor pilotne stene kot nosilec projekta pri svojem delu posvetuje s strokovnjaki s področja krajinskega in arhitekturnega oblikovanja.

#### Premer pilotov

Za pilotne stene, pa naj bodo konzolne ali sidrane, je najbolje uporabljati pilote od  $\varnothing 100$  do  $\varnothing 150$  cm. Okrogel prerez pilotov v statičnem pogledu ni najustreznejši za upogibne obremenitve, saj je armatura v prerezu slabo izkoriščena. Zaradi izvedbe in morebitnih kasejših dodatnih sider se priporoča simet-



# VPLIV ROBUSTNOSTI OPEČNIH VOTLAKOV NA OBNAŠANJE ZIDOV PRI POTRESNI OBTEŽBI

## INFLUENCE OF THE ROBUSTNESS OF MASONRY UNITS ON THE BEHAVIOUR OF THE MASONRY WALLS SUBJECTED TO SEISMIC LOADS

prof. dr. Miha Tomažević, univ. dipl. inž. grad.,

miha.tomazevic@zag.si,

dr. Vlatko Bosiljkov, univ. dipl. inž. grad.,

vlatko.bosiljkov@zag.si, mag.

Marjana Lutman, univ. dipl. inž. grad.,

marjana.lutman@zag.si,

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana.

Znanstveni članek

UDK 624.042: 691.421: 699.841

**Povzetek** | Raziskave so pokazale, da je robustnost pomembna lastnost opečnih votlakov, od katere je odvisen mehanizem obnašanja zidane konstrukcije med potresom. Če se zid kot osnovni element zidane konstrukcije poruši zaradi lokalne krhke porušitve zidakov, se spremeni mehanizem obnašanja. Zato tudi enačbe, na podlagi katerih smo zidano konstrukcijo dimenzionirali in ki so bile izpeljane s predpostavko, da so zidaki trdni, ne veljajo več. V primeru krhke porušitve zidakov se računsko potresna odpornost navadno preceni, kar v končni fazi predstavlja povečano tveganje za porušitev, čeprav je konstrukcija dimenzionirana v skladu s predpisi. To še posebej velja za armirane zidane konstrukcije, kjer lokalna krhka porušitev zidakov onemogoča prenos sil iz zidovja v armaturo, zaradi česar armatura ostaja neizkoriščena. Zato bo potrebno z nadaljnjimi raziskavami določiti kriterije za klasifikacijo votlakov glede robustnosti v skladu z določili Eurocode 8 ter zasnovati eksperimentalno metodo, s katero bo mogoče robustnost zidakov preveriti na enostaven način.

**Summary** | The robustness of masonry units is one of the decisive properties which define the behaviour of masonry walls when subjected to seismic loads. If local brittle failure of units occurs, the mechanism of behaviour and known relationships between the strength and ductility properties of masonry walls change. The brittleness of units may lead to overestimated design resistance values. Consequently, the actual structure may face risk of collapse although it is designed for earthquake loads according to code. This is especially the case of reinforced masonry, where brittle local failure prevents the transfer of predicted forces from reinforcing steel to masonry units. In order to provide limitations for the use of hollow units with large hole volume ratio and thin shells and webs in seismic areas, a measure to define the qualitative term "sufficient robustness", specified in Eurocode 8, should be found.

### 1 • UVOD

V konkurenčnem boju z drugimi gradbenimi materiali in tehnologijami opekarska industrija razvija nove oblike zidakov s povečano trd-

nostjo in z izboljšanimi toplotno izolativnimi lastnostmi, predlaga pa tudi inovativne, hitrejšje in s tem cenejše tehnologije zidanja.

Tako danes na trgu najdemo opečne votlake, ki imajo zaradi velike votlavosti zelo tanke stene in rebra, uvajajo pa se načini zidanja, pri katerih se klasični način zidanja z navadno malto, kjer malta v celoti zapolnjuje tudi navpične rege, nadomešča s tankoslojnimi

maltami oziroma z načini zidanja, pri katerih so navpične rege le deloma zapolnjene, ali pa ostajajo celo nezapolnjene oziroma se zidaki stikujejo s suhim stikom na pero in utor.

Tako votlaki kot tudi predlogi za nove načine zidanja so bili razviti v deželah, ki jih potresi ne ogrožajo. Kar se tiče nosilnosti in obnašanja pri navpični obežbi niti zidaki niti novi načini zidanja načelno niso problematični. Izkazalo pa se je, da tovrstne inovacije negativno vplivajo na obnašanje zidanih konstrukcij pri potresni obežbi. Zidaki so zaradi tankih sten in reber ter velikega odstotka votlavosti izredno krhki, zidovje, pri katerem zidaki med seboj niso ustrezno zlepljeni, pa se pri potresni obežbi obnaša nehomogeno. Prav zato nacionalni predpisi za gradnjo zidanih konstrukcij na potresnih območjih ne dopuščajo uporabe zidakov z veliko stopnjo votlavosti in omejujejo tako odstotek votlavosti kot tudi debelino sten in reber. Ti predpisi tudi zahtevajo, da se med zidanjem navpične rege v celoti zapolnijo z malto.

Razmeroma stroge zahteve je imela tudi ENV verzija standarda Eurodoce 8 (EC 8) iz leta 1995, ki je bila leta 2000 v slovenskem prevodu izdana tudi kot slovenski predstandard (SIST, 2000). ENV verzija EC 8 je namreč omejevala odstotek votlavosti zidakov na največ 50 %, debelino sten pa na vsaj 15 mm. Te omejitve za opekarstvo industrijo niso bile sprejemljive, saj oblika večine zidakov, ki so danes na trgu in so sicer skladni z evropskimi standardi, omejitvam ne ustreza. ENV verzija

EC 8 je tudi zahtevala, da so navpične rege na potresnih območjih polno zapolnjene z malto. Zato v nasprotju z ENV verzijo novi standard iz leta 2003 (CEN, 2003b) pušča možnosti za uporabo različnih vrst votlakov in načinov zidanja na potresnih območjih bolj odprte. Zajema jih le s splošnimi določili, medtem ko morebitne omejitve prepušča nacionalnim dodatkom.

Novi prEN-1998-1 glede lastnosti zidakov za zidanje na potresnih območjih zelo na splošno določa (točka 9.2.1), "da morajo biti zidaki dovolj robustni (angl. "robustness"), da se prepreči lokalna krhka porušitev." V nacionalnem dodatku se lahko izbere tip zidaka po preglednici 3.1 iz EN 1996-1, ki ustreza tej zahtevi.

V novem predstandardu prEN 1998-1 je torej izbira ustreznih zidakov glede na klasifikacijo po Eurocode 6: Projektiranje zidanih konstrukcij (CEN, 2003a) prepuščena nacionalnim dodatkom. Pri tem je treba vedeti, da opečne zidake skupine 1 po preglednici 3.1 v EC 6 predstavljajo polni zidaki oziroma zidaki, katerih votlavost ni večja od 25 %, medtem ko se pri opečnih zidakah skupine 2 votlavost (prostornina lukenj) lahko giblje od 25 % do 55 % celotne prostornine, debelina sten oziroma reber pa mora biti vsaj 8 mm oziroma 5 mm. Glede možnih zidarskih zvez pa prEN-1998-1 pravi (točka 9.2.4), da "obstajajo trije alternativni razredi navpičnih reg:

- a) rege, polno zapolnjene z malto,
- b) nezapolnjene rege,

c) nezapolnjene rege z mehanskim spojem med zidaki."

V nacionalnem dodatku se izbere, kateri od treh navedenih razredov bo dopusten za uporabo v državi ali na posameznem območju.

Po definiciji, ki jo navaja EC 6, so navpične rege polno zapolnjene takrat, ko je malta v njih razporejena po celotni višini, vendar po najmanj 40 % debeline zidaka. Že to je manj, kot so zahtevali klasični nacionalni predpisi, v katerih je veljalo, da je stik polno zapolnjen, če je malta razporejena po celotni širini in višini zidakov.

Glede na to, da se oblika zidakov v skupini 2, v katero se uvršča večina zidakov, ki se danes uporablja za zidanje nosilnih zidov, spreminja od skoraj polne opeke pa vse do votlakov s tankimi rebri in stenami ter z visoko stopnjo luknjičavosti, je kakršnakoli izbira brez sistematičnih eksperimentalnih raziskav oziroma navodila, kako določiti ustrezno robustnost, nemogoča. Prav tako se brez eksperimentalnih raziskav ne da izbrati dopustnega načina izvedbe navpičnih reg.

Sistematičnih raziskav, na podlagi katerih bi lahko v nacionalnem dodatku natančneje opredelili omejitve, ki jih osnovni standard podaja le v splošni obliki, še ni bilo. Zato bomo v prispevku predstavili rezultate dveh raziskav, ki sta bili vsaka zase zasnovani z drugačnimi cilji, vendar so rezultati pri obeh opozorili, da je robustnost opečnih votlakov eden od ključnih parametrov za zagotavljanje ustreznega obnašanja zidov pri potresni obežbi.

## 2 • ROBUSTNOST VOTLAKOV IN ARMIRANO ZIDOVJE

Zidovje je kompozitni material, v osnovni obliki sestavljen iz zidakov in malte. Čeprav lahko prevzema razmeroma velike obremenitve v tlaku, je njegova sposobnost prevzema strižnih in natezних obremenitev, ki nastanejo med potresom, razmeroma majhna. Če želimo izboljšati nosilnost in duktilnost zidovja, ga armiramo z jekleno armaturo, ki jo v zidovje lahko vgradimo na različne načine. Pri tem poskrbimo tudi za ustrezno sprjemnost med armaturo in malto oziroma sidranje. Predpostavimo, da armatura, ki se lahko izkoristi vse do meje tečenja, prevzame natezne obremenitve, tlačne in strižne obremenitve pa prevzame zidovje.

Nedavno so bili razviti opečni votlaki, namenjeni za izboljšanje nosilnosti in duktilnosti zidovja z armiranjem z jekleno armaturo. Tehnološka prednost zidanja z votlaki v obliki črke U je, da zidamo lahko že potem, ko je postavljene

na navpična armatura, saj jih polagamo v enem skladu z ene, v naslednjem pa z druge strani armature. Votlino se sproti ali pa kasneje v celoti zalije z betonom, stikovanje zidakov pa se izvaja s klasično zidarsko zvezo z zamknjenimi navpičnim regami v posameznih skladih. Vodoravna armatura se polaga v malto v vodoravnih regah, saj zidaki na zgornji strani nimajo posebnih utorov za njeno namestitev. Če ni navpične armature, se votlina zapolni s posebnim čepom, izdelanim iz enakega materiala in perforiranim na enak način kot osnovni votlak. V nadaljevanju bomo na kratko predstavili najvažnejše rezultate eksperimentalnih raziskav, ki smo jih izvedli, da bi ovrednotili učinkovitost armiranja (Tomažević, 1997).

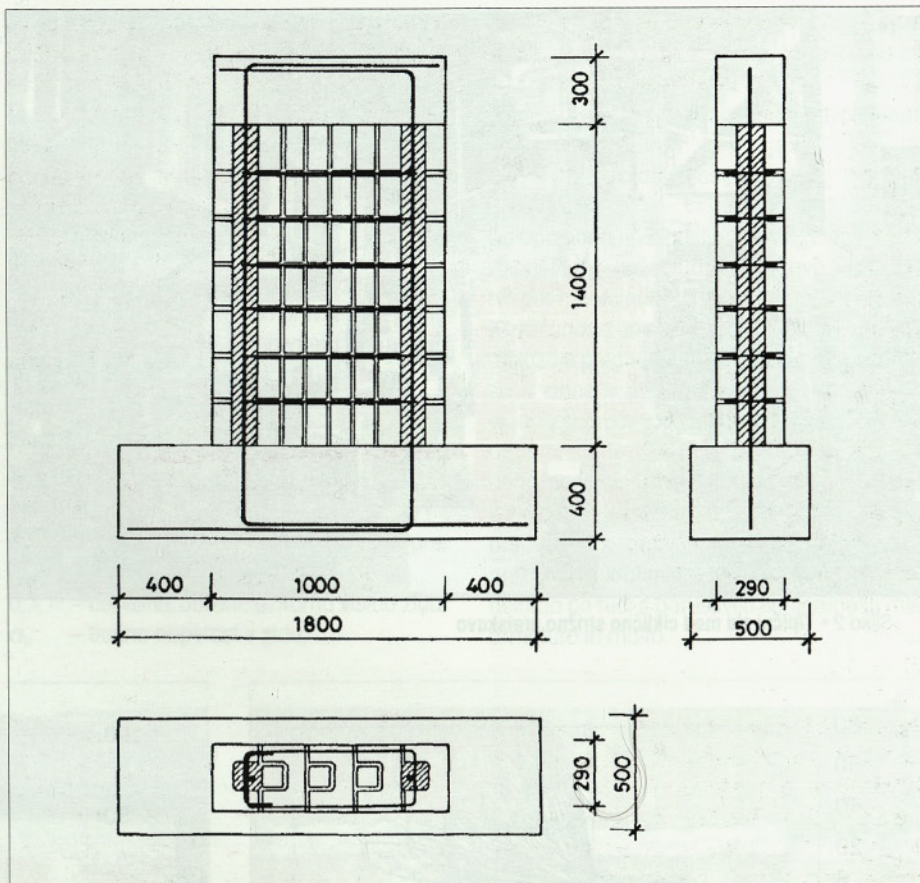
Po obliki in votlavosti za zidanje uporabljeni zidaki zunanjih dimenzij 175/290/190 mm

(dolžina/širina/višina) spadajo v skupino 2 po klasifikaciji EC 6. Prostornina lukenj, 44 % celotne prostornine zidaka, sicer ni bila prevelika in je v skladu tudi z zahtevo ENV verzije EC 8, medtem ko je debelina sten in reber znašala le 12 mm oziroma 8 mm (ENV verzija je zahtevala vsaj 15 mm). Razmerje med skupno debelino sten in reber v prerezu in dimenzijo zidaka v istem prerezu je znašalo 28 %, kar je tudi ustrezalo pogoju za razvrstitev zidaka v skupino 2 (več kot ali najmanj enako 16 %).

Zaradi dveh različnih trdnosti dobavljenih zidakov smo v laboratoriju sezidali in preiskali dve seriji zidov. Ker je bila oblika zidakov razvita predvsem zato, da se omogoči enostavno armiranje zidovja z navpično armaturo, smo se odločili, da preizkusne zidove dimenzioniramo tako, da se bodo porušili zaradi upogiba. Pri tem smo količino navpične armature, vložene v luknje na zunanjih robovih zidov, izbrali, kot je razvidno v preglednici 1. V primerih, ko so bili zidovi armirani z navpično arma-

turo, smo v vodoravne rege vložili tudi armaturo v obliki stremen, pri čemer je bila količina vodoravne armature v vseh primerih enaka. Preiskali smo po dva enaka vzorca vsakega tipa, da bi pa lahko ugotovili učinkovitost armiranja, smo za vsako trdnost zidaka dodatno preiskali tudi po dva referenčna, nearmirana zidova. S standardnimi preiskavami smo za vsako serijo preizkušancev določili tudi mehanske lastnosti osnovnih materialov, zidakov, malte, zalivnega betona in armature.

Zidovi so bili dolgi 96 cm, visoki 140 cm in debeli 29 cm, za zidanje pa smo uporabili navadno malto razreda M2,5. Zaradi prenašanja in načina preiskave smo preizkušance sezidali na armiranobetonskih temeljnih blokih. V primeru armiranih zidov smo za navpično armaturo uporabili palice premerov 14 mm, 20 mm oziroma 28 mm iz rebrastega betonskega jekla razreda M400. Armaturo je bila na spodnji strani sidrana v temeljni blok, na zgornji pa v zaključno armiranobetonsko vez na zgornjem robu zidu. Zalita je bila z betonom MB20. Vodoravna armatura v obliki stremen, položenih okrog navpične armature za boljše sidranje, je bila položena v malto vodoravnih reg. Za stremena premera 6 mm smo uporabili gladko betonsko jeklo razreda M250. Način zidanja in polaganja armature je prikazan na sliki 1.



Slika 1 • Oblika preizkusnih zidov, dimenzije in tipična razporeditev armature

Oznaka zidu	Tlačna trdnost zidaka	Navpična armatura	Procent armiranja: navpično	Vodoravna armatura	Procent armiranja: vodoravno
H1-0	6,2 MPa	-	-	-	-
H1-14	6,2 MPa	∅ 14	2 × 0,056 %	2 ∅ 6/20 cm	0,099 %
H1-20	6,2 MPa	∅ 20	2 × 0,115 %	2 ∅ 6/20 cm	0,099 %
H2-0	9 MPa	-	-	-	-
H2-20	9 MPa	∅ 20	2 × 0,115 %	2 ∅ 6/20 cm	0,099 %
H2-28	9 MPa	∅ 28	2 × 0,225 %	2 ∅ 6/20 cm	0,099 %

Preglednica 1 • Označe zidov in količina armature v preizkusnih zidovih (premer v mm)

Zidove smo preiskali kot navpične konzole, pri čemer smo temeljne bloke, na katerih so bili zidovi sezidani, z vijaki sidrali v preizkuševalno ploščad (slika 2). Preizkuševalno napravo je predstavljal jeklen okvir, na katerega sta bila pritrjena hidravlična bata za nanašanje navpične in vodoravne potresne obtežbe. Med batom za vnos navpične sile in zidno vezjo na vrhu zidu je bilo vstavljeno valjčno ležišče, ki je omogočalo neovirane deformacije in zasuke zgornjega roba zidu med cikličnim delovanjem vodoravne obtežbe. Ker so predhodne raziskave pokazale, da velikost tlačnih obremenitev v zidovju ne vpliva samo na odpornost zidu, pač pa tudi na mehanizem porušitve, smo preiskave izvedli pri nivoju tlačnih obremenitev, ki

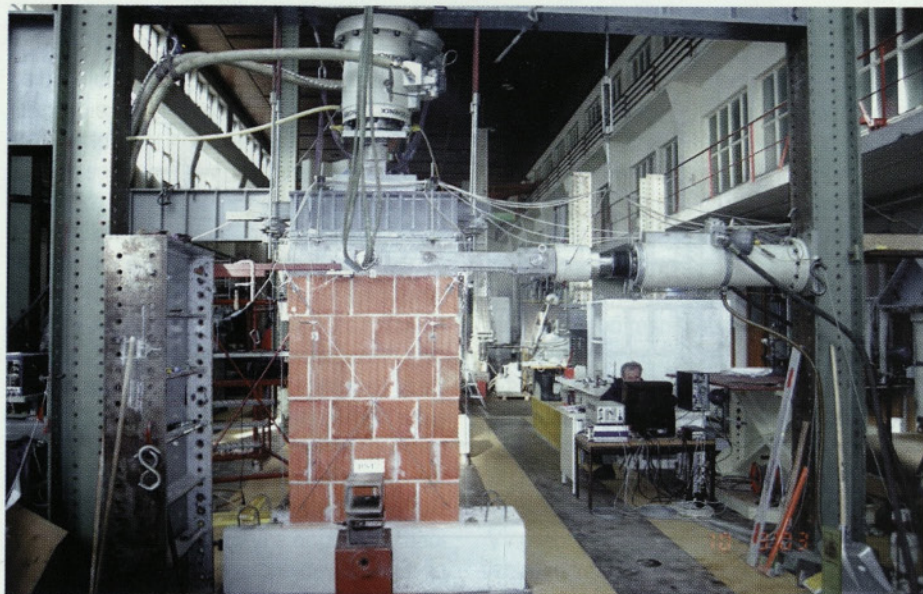
jih pričakujemo v realni konstrukciji. Zidovi so bili zato med preiskavo obremenjeni s konstantno osno silo, ki je povročala tlačne napeitosti v velikost 20 % tlačne trdnosti zidovja.

Vodoravno strižno obtežbo, s katero smo ponazorili delovanje potresnih sil, smo nanašali v obliki ciklično spreminjajočih se vsiljenih pomikov po posebnem programu, pri čemer smo obremenitve pri vsaki amplitudi pomika trikrat ponovili. Pomike je povzročal programski hidravlični bat, ki je bil v višini zaključne zidne vezi pritrjen na preizkuševalni okvir, z zidom pa povezan preko dinamometra in členkasto pritrjene gredi.

Tipične histerezne zanke, ki prikazujejo odvisnost med preiskavo izmerjenih vodoravnih sil

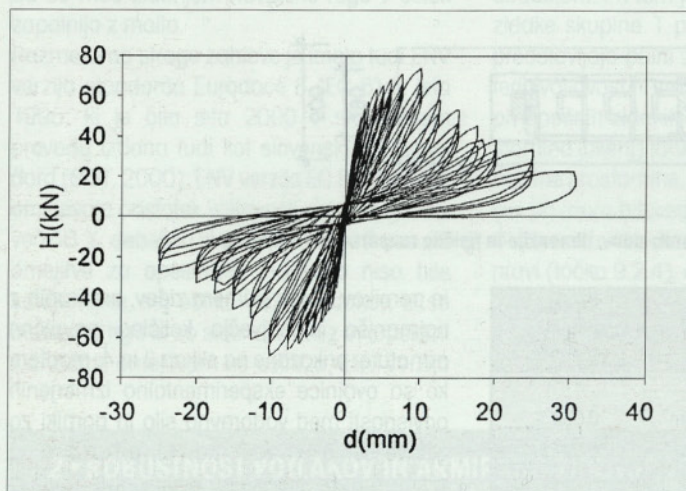
in pomikov, so za primera zidov, armiranih z najmanjšo in največjo količino navpične armature, prikazane na slikah 3 in 4, medtem ko so ovojnice eksperimentalno izmerjenih odvisnosti med vodoravno silo in pomiki za zidove serije H1 oziroma H2, prikazane na slikah 4 in 5. Številke pri ovojnicah pomenijo premer palice navpične armature v mm, z oznako "0" pa je označen referenčni nearmirani zid.

Kot kažejo histerezne zanke, se je kljub vloženi armaturi že takoj po doseženi maksimalni vrednosti nosilnost zidu bistveno zmanjšala. Ugotovimo lahko tudi močno upadanje nosilnosti pri ponavljajočih se obremenitvah. Če med seboj primerjamo obnašanje armiranih zidov, lahko ugotovimo, da niti v glede nosilnosti niti glede deformabilnosti med zidovi iste serije ni razlik, ki bi jih lahko pripisali večji oziroma manjši količini navpične armature, čeprav so bila računski predvidevanja drugačna. Po pričakovanjih pa primerjava obnašanja referenčnih nearmiranih in armiranih zidov pokaže, da je imelo armiranje pozitivni učinek glede nosilnosti, zidovi pa so pred porušitvijo lahko prenesli tudi večje deformacije.

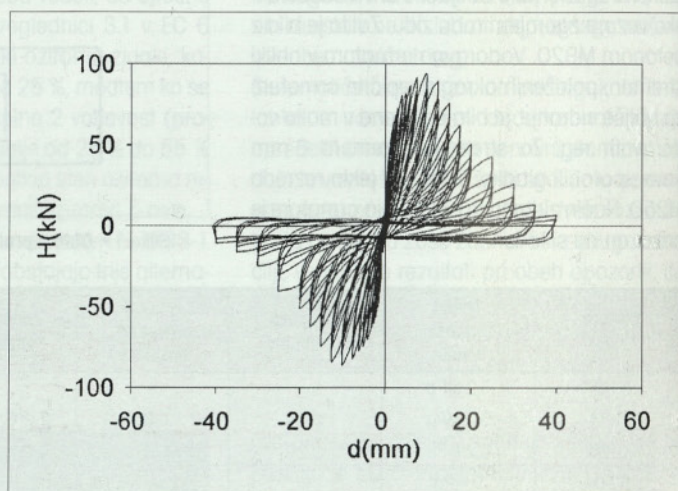


Slika 2 • Tipični zid med ciklično strižno preiskavo

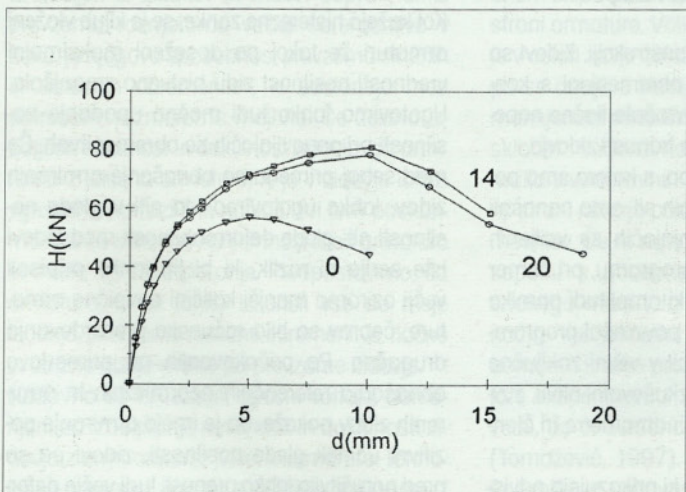
Razloge, zakaj je prišlo do velikega upadaja nosilnosti in zakaj v posamezni seriji ni bilo razlik med nosilnostjo različno armiranih zidov, lahko razložimo na podlagi analize rezultatov meritev deformacij armature in nastajanja razpok ter drugih poškodb v zidovih. Na slikah 6 in 7, ki prikazujeta tipično sliko poškodb pred porušitvijo zidov, se razločno vidi, da je v nasprotju s pričakovanim drobljenjem zidakov v tlačnem območju upogibno najbolj obremenjenega prereza, prišlo tudi do lokalnega izbočenja sten in reber votlakov v srednjem območju zidu, kjer se pri nearmiranem zidu pričakuje nastanek diagonalnih strižnih razpok. Stanje poškodb nakazuje, meritve deformacij v armaturi, ki so ostale še daleč pod mejo plastičnosti, pa potrjujejo, da votlaki niso bili sposobni prevzeti obremenitev, ki bi jih morali, če bi želeli izkoristiti kapaciteto vložene armature.



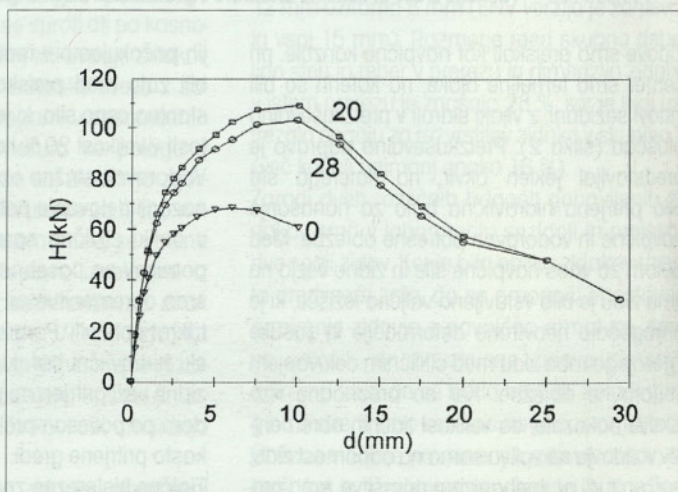
Slika 3 • Histerezne zanke vodoravna sila-pomik, izmerjene med strižno preiskavo zidu H1-14/1



Slika 4 • Histerezne zanke vodoravna sila-pomik, izmerjene med strižno preiskavo zidu H2-28/2



Slika 5 • Ovojnice vodoravna sila - pomik za zidove serije H1



Slika 6 • Ovojnice vodoravna sila - pomik za zidove serije H2

Zaradi lokalne krhke porušitve zidakov se ni mogel do konca razviti upogibni mehanizem, ki smo ga predpostavili pri dimenzioniranju zidov, prav tako pa je drobljenje zidakov imelo za posledico hitro upadanje nosilnosti pri povečevanju oziroma ponavljanju vsiljenih deformacij. Porušni mehanizem je bil na začetku preiskave kombinacija upogibnega in strižnega mehanizma, pred poružitvijo zidov pa je v večini primerov prevladal strig. V zidovih so vidne razpoke v obeh diagonalnih smereh, oziroma bolje rečeno, lokalno drobljenje sten in reber zidakov, ki je bilo izrazito tako v območju tlačne cone v spodnjem prerezu zidu kot tudi v osrednjem delu zidu vzdolž obeh diagonalnih smeri.

Da bi ocenili, koliko bi morala po pričakovanjih oziroma teoretičnih predpostavkah različna količina navpične armature ob robovih zidov spremeniti (povečati) potresno odpornost, smo upogibno nosilnost spodnjega prereza

zidu  $M_u$  izračunali po enačbi (Tomažević, 1999):

$$M_u = 0,5 \sigma_o d l^2 \left( 1 - \frac{\sigma_o}{f_c} \right) + I_{av} A_{av} \sigma_{av,y} \quad (1)$$

Prvi del izraza v enačbi (1) predstavlja prispevek zidu, drugi del pa prispevek navpično položene armature. Na podlagi poznane nosilnosti prereza smo izračunali tudi odpornost zidu, t.j. vodoravno silo, ki jo prevzame zid. Če zid deluje kot konzola, polno vpeta v temelj, je upogibna odpornost enaka:

$$H_{u,rač} = \frac{M_u}{h} \quad (2)$$

V enačbah pomeni:

$M_u$  – upogibno nosilnost armiranega prereza zidu,

$d, l, h$  – debelino, dolžino oziroma višino zidu,

$\sigma_o$  – tlačno napetost v zidu,

$f_c$  – tlačno trdnost zidovja,

$I_{av}$  – razdaljo med palicama navpične armature,

$A_{av}$  – površina prereza palice navpične armature,

$\sigma_{av,y}$  – mejo plastičnosti armature.

Da upogibna nosilnost armiranih zidov ni bila izkoriščena, kaže tudi primerjava vrednosti eksperimentalno ugotovljene odpornosti  $H_{u,eksp}$  z izračunano upogibno odpornostjo  $H_{u,rač}$ , ki jo prikazuje preglednica 2. Kot lahko ugotovimo, so v danem primeru računsko predvidene vrednosti precej večje od dejansko dosežene odpornosti. Razlike med dejansko in predvideno nosilnostjo se povečujejo z večanjem količine navpične armature, kar se da razložiti predvsem z omejeno nosilnostjo oziroma prezgodnjo krhko lokalno poružitvijo zidakov, deloma pa tudi s poružitvijo sprijemnosti med armaturo in malto.



Slika 7 • Poškodbe votlakov v osrednjem delu armiranega zidu pri poružitvi



Slika 8 • Lokalno drobljenje sten in reber votlakov v osrednjem delu armiranega zidu

Oznaka zidu	h (m)	Eksperimentalno		Izračunano		eksp/rač
		$H_{\text{eksp}}$ (kN)	$M_{\text{eksp}}$ (kNm)	$H_{\text{u,rač}}$ (kN)	$M_{\text{u,rač}}$ (kNm)	
H1-14	1,60	80,9	129,5	87,6	140,2	0,92
H1-20	1,60	78,2	125,2	118,3	189,3	0,66
H2-20	1,58	109,1	172,4	136,6	215,9	0,80
H2-28	1,58	103,2	163,0	173,3	273,8	0,60

Preglednica 2 • Primerjava med eksperimentalno ugotovljenimi  $H_{\text{eksp}}$  in izračunanimi vrednostmi upogibne nosilnosti  $H_{\text{u,rač}}$  preiskanih armiranih zidov

Na podlagi analize rezultatov preiskav lahko ugotovimo, da v primeru lokalne krhke porušitve zidakov pri potresni obtežbi zahteve predpisov v zvezi z armiranim zidovjem (minimalna količina armature, račun nosilnosti prereza) niso smiselne. V primeru krhke lokalne porušitve votlakov obstaja nevarnost, da z računom močno precenimo nosilnost armiranega zidu. To pa pomeni, da

bomo v takem primeru precenili tudi potresno odpornost zidane konstrukcije. Čeprav bomo dosledno upoštevali zahteve in priporočila predpisov, bo dejanska odpornost zidu in s tem celotne konstrukcije lahko le nekaj večja kot v primeru, če zidovje sploh ne bi bilo armirano. Do neke mere bomo izboljšali duktilnost, pa še to samo zaradi v rege vložene vodoravne armature, saj na izbolj-

šanje duktilnosti navpična armatura sama ne vpliva.

Zavedati se moramo, da z enačbami, ki so bile razvite s predpostavko ustrezne sprjemnosti in sidranja med armaturo in/ali zalivnim betonom ter s predpostavko, da zidaki prevzamejo dodatne tlačne in strižne obremenitve, nastale zaradi izkoriščene natezne nosilnosti vložene armature, dobimo realne rezultate samo pri pogoju, da so te predpostavke res izpolnjene. V izračunu mejne nosilnosti armiranega zidovja namreč predpostavimo, da armatura doseže mejo tečenja. Če pride v resnici prej do porušitve sprjemnosti med armaturo in malto oziroma do lokalne krhke porušitve zidakov, bo dejanska stopnja potresne varnosti zidane konstrukcije lahko bistveno manjša, kot dokazujemo z računom. Ne glede na to, da smo dosledno upoštevali predpise.

### 3 • ROBUSTNOST VOTLAKOV IN NAČIN ZIDANJA

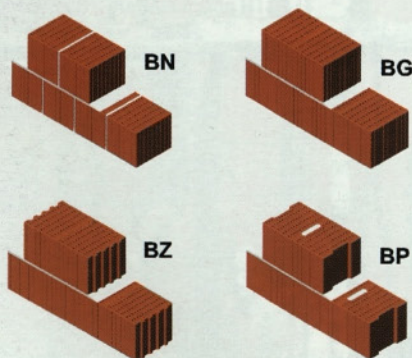
Da bi raziskali, kako na obnašanje zidov pri potresni obtežbi vplivajo različni načini izvedbe navpičnih reg, smo nedavno preiskali večje število zidov (Bosiljkov, 2004), pri katerih so bile navpične rege izvedene na štiri različne načine (slika 9):

- kot polno zapolnjene z malto (zidovi tipa BN – referenčni zidovi)
- kot suhe, nezapolnjene (zidovi tipa BG)
- kot deloma zapolnjene z malto v žepih (zidovi tipa BP)
- kot suhe, s stikom zidakov na pero in utor (zidovi tipa BZ)

in debeli 30 cm. Za zidanje smo uporabili opečne votlake razreda M10 z zunanji dimenzijami 245/300/240 mm (dolžina/širina/višina), ki so po geometrijskih lastnostih prav tako kot v primeru armiranih zidov spadali v skupino 2 po klasifikaciji EC 6. Prostornina lukenj je bila 50 % celotne prostornine zidaka, debelina sten oziroma reber pa 12 mm oziroma 8 mm. Zidaki so bili v osnovni obliki enaki pri vseh serijah zidov, z izjemo navpične stranice, ki je bila prilagojena načinu zidanja, tj. izvedbi navpične rege (slika 10). Za zidanje

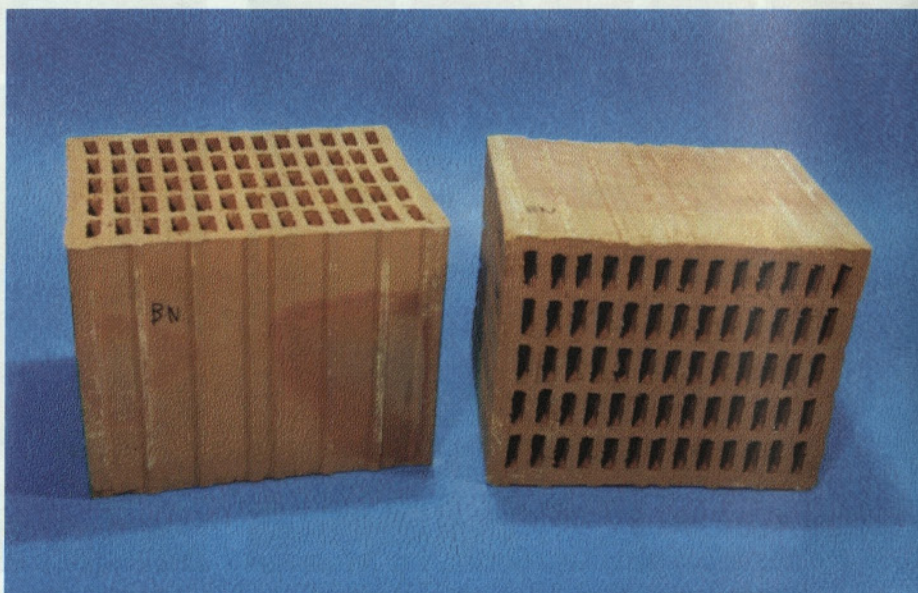
preizkusnih zidov smo uporabili navadno malto razreda M5, zidovi pa so bili sezidani na enakih armiranobetonskih betonskih blokkih kot v primeru armiranih zidov. Mehanske lastnosti osnovnih materialov, zidakov in malte, smo za vsak tip zidov posebej določili s standardnimi preiskavami.

Da bi raziskali, če in v kolikšni meri različni načini izvedbe navpičnih reg vplivajo na mehanske lastnosti zidovja (tlačno  $f$  in natezno trdnost  $f_t$ , modul elastičnosti  $E$  in strižni modul  $G$ ), in vrednosti parametrov, ki določajo obnašanje zidov pri potresni obtežbi, kot so upadanje togosti in nosilnosti pri ponavljanju obremenitev, kapaciteto pomikov (duktilnost)



Slika 9 • Shematski prikaz tipičnih izvedb navpičnih reg

Zidovi, katerih oblika (geometrijsko razmerje med višino in dolžino) je bila namenoma izbrana tako, da smo lahko pričakovali strižno porušitev, so bili dolgi 100 cm, visoki 150 cm



Slika 10 • Opečni votlaki za zidanje zidov tipa BN in BG



Tip	Tlačne preiskave		Strižne preiskave	
	Oznaka	Število	Oznaka	Število
preizkušancev			preizkušancev	
BN	BNC	3	BNL	6
BG	BGC	3	BDL	3
BP	BPC	3	BPL	3
BZ	BZC	3	BZL	3

Preglednica 3 • Način preiskave učinka izvedbe navpičnih reg in oznake zidov

in disipacije energije (dušenje), smo polovico zidov preiskali na tlak, polovico pa s ciklično delujočo strižno obtežbo v obliki programiranih pomikov. Te preiskave smo izvedli na enak način kot v primeru armiranih zidov, s to razliko, da so tlačne napetosti, pri katerih so bili zidovi preiskani s ciklično strižno obtežbo, v večini primerov znašale 1/3 tlačne trdnosti zidovja.

Sezidali in preiskali smo po šest enakih preizkušancev vsakega tipa, tri dodatne preizkušance pa smo sezidali v primeru referenčnih zidov tipa BN. Način preiskave in oznake posameznih zidov navajamo v preglednici 3.

Tlačne preiskave smo izvedli v 5000 kN stiskalnici na dva različna načina. Pri prvem (po 2 preizkušanca od vsake serije) smo preiskavo izvedli na način, ki ga predpisuje standard EN 1052-1. V tem primeru smo navpično delujočo silo z enakomerno hitrostjo povečevali vse do porušitve zidu, ki smo jo dosegli po 15–30 minutah od začetka obremenjevanja. V drugem primeru (1 preizkušanec vsake serije) pa smo uporabili nestandardizirani postopek, ki ga na ZAG uporabljamo že več desetletij, in pri katerem silo, delujočo na zid, povečujemo po stopnjah v velikosti 25 % pričakovane odpornosti, pri čemer pa pred

vsako stopnjo povečanja sile zid razbremenimo. Tlačne preiskave niso pokazale nobenih razlik, ki bi lahko bile posledica različnih načinov izvedbe navpičnih reg v posameznih serijah. Razlike med vrednostmi, dobljenimi na posameznih tipih zidov so posledica različnih trdnosti posameznih tipov zidakov in malte za zidanje. Primerjava obeh načinov izvedbe tlačne preiskave pa je pokazala, da se pri postopku, kjer tlačno silo povečujemo stopnjema z vmesnimi razbremenitvami, dobijo okrog 10 % manjše vrednosti kot s preiskavo po standardu EN.

Preiskave s ciklično delujočo vodoravno (strižno) obremenitvijo smo izvedli na način, ki ga prikazuje slika 2. Po pričakovanju so se vsi zidovi porušili strižno. Zaradi vrste zidovja (nearmirano zidovje), geometrije preizkušancev (razmerje višine proti dolžini  $h/l = 1.45$ ), razmeroma nizkega nivoja predobremenitve ( $\sigma_0/f = 0.14-0.29$ ) in robnih pogojev (navpična konzola), smo na začetku preiskave lahko ugotovili tudi vrtenje zidov kot togega telesa (rocking). Praviloma so na začetku pre-



Slika 11 • Krhka lokalna porušitev votlakov pri strižni porušitvi zidov tipa BN



Slika 12 • Krhka lokalna porušitev votlakov pri strižni porušitvi zidov tipa BG

iskave nastale vodoravne razpoke na natezni strani zidu na stiku s temeljnim blokom, v redkih primerih pa je bila malta nad prvim slojem zidakom šibkejša ter so vodoravne razpoke nastale na tem mestu. Pri povečanih vsiljenih pomikih so na tlačnih vogalih zidov nastale razpoke v zidakih, v nadaljevanju, ko odpornost zidu še ni bila izkoriščena, pa so nastale tudi značilne diagonalno usmerjene, strižne razpoke na sredini površine zidu. Strižne razpoke so potekale bodisi po zidakih bodisi po regah, nastanku strižnih razpok pa je kmalu sledilo tudi lokalno izbočenje sten ter drobljenje zidakov v njihovi okolici. V nekaj primerih je ob enem z nastankom strižnih razpok in drobljenem zidakov v srednjem območju zidu prišlo tudi do drobljenja zidakov na tlačnih vogalih. Do porušitve zidu je prišlo, ko so se združili posamezni zidaki vzdolž razširjenih strižnih razpok. Tipično stanje zidu pri porušitvi prikazujeta sliki 11 in 12. Proti pričakovanjem lahko ugotovimo, da so pri referenčnih zidovih tipa BN, kjer so bile navpične rege polno zapolnjene z malto, strižne razpoke v zgornjem delu zidu potekale po regah, medtem ko so pri zidovih tipa BG s suhimi navpičnimi stiki razpoke potekale po zidakih. Povprečne vrednosti mehanskih lastnosti vseh preiskanih tipov zidov, ki smo jih ovrednotili na podlagi rezultatov tlačnih in strižnih preiskav (tlačna  $f$  in natezna trdnost  $f_t$ , modul elastičnosti  $E$  in strižni modul  $G$ ), so navedene v preglednici 4.

Lahko ugotovimo, da je razmerje med natezno in tlačno trdnostjo zidovja  $f_t/f$  pri vseh preiskanih načinih izvedbe navpičnih reg majhno, saj natezna trdnost ni presegla 4 % vrednosti tlačne trdnosti. Običajno se to razmerje giblje med 6 % pri zidovju slabše do približno 10 % pri zidovju boljše kakovosti. Tudi razmer-

Tip	$f$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	$E$ (MPa)	$G$ (MPa)	$f_t/f$	$G/E$
BN	4,13	0,17	3088	330	0,041	0,107
BG	4,31	0,19	3302	354	0,044	0,107
BP	6,28	0,22	4815	320	0,035	0,066
BZ	6,24	0,20	5548	367	0,033	0,066

Preglednica 4 • Mehanske lastnosti preiskanih tipov zidov

je med vrednostmi strižnega modula zidovja  $G$ , ki so bile ovrednotene na podlagi med strižno preiskavo izmerjene efektivne togosti zidu, pri čemer so bile upoštevane vrednosti modula elastičnosti  $E$ , ki so bile ugotovljene s tlačno preiskavo, ni preseglo 0,11. Razmerje  $G/E$  je bilo manjše pri zidovih z večjo tlačno trdnostjo.

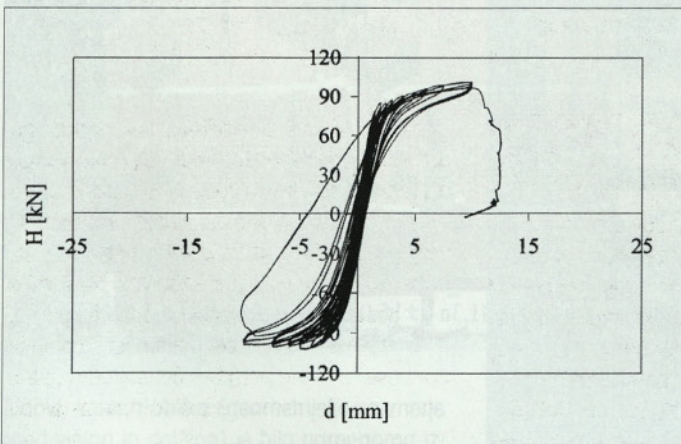
Tipične histerezne zanke vodoravna sila – pomik so za tipa zidov, ki ju prikazujeta sliki 11 in 12, prikazane na slikah 13 in 14. V obeh primerih se lepo vidi, da je bila porušitev krhka in je nastala kmalu po doseženi maksimalni odpornosti.

Na podlagi med preiskavo izmerjenih odvisnosti med vodoravno silo in pomikom smo za vse preiskane tipe zidov ovrednotili nekaj indikatorjev kapacitete nosilnosti in deformabilnosti, ki smo jih definirali kot razmerja med vrednostmi nosilnosti in pomikov pri različnih mejnih stanjih. Tipična mejna stanja, s katerimi definiramo nelinearno obnašanje zidu, so meja nastanka razpok ( $d_{cr}$ ,  $H_{cr}$ ), maksimalna odpornost ( $d_{H_{max}}$ ,  $H_{max}$ ), in meja porušitve ( $d_u$ ,  $H_u$ ), vrednosti indikatorjev pri teh mejnih stanjih pa podajamo v preglednici 5.

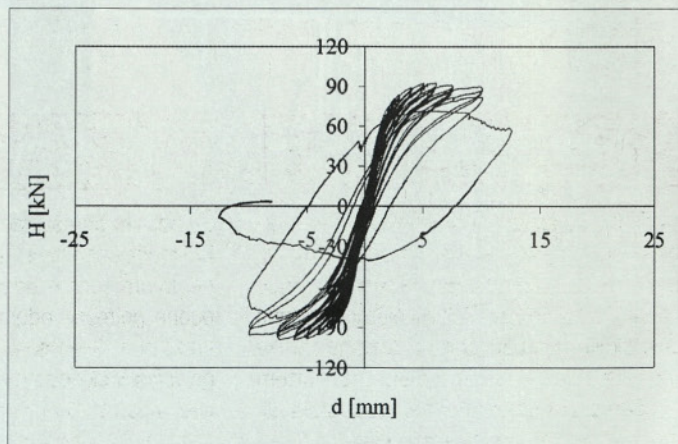
Če analiziramo vrednosti, ki jih navaja preglednica 5, lahko ugotovimo, da je razmerje med vodoravno silo, ki je delovala na zidove pri nastanku strižnih razpok, in maksimalno

odpornostjo  $H_{cr}/H_{max}$  blizu vrednosti 1,00. To praktično pomeni, da so preiskani zidovi dosegli svojo nosilnost v trenutku, ko so v njih nastale prve poševne strižne razpoke. Na podlagi rezultatov v preteklosti izvedenih raziskav velja splošno priznana ugotovitev, da se pri nastanku prvih strižnih razpok razmerje  $H_{cr}/H_{max}$  giblje med 0,7 in 0,8, oziroma da je izkoriščenih šele 70 %–80 % nosilnosti zidu (Tomažević, 1999). Običajno je treba med preiskavo po nastanku prvih strižnih razpok vsiljene pomike povečati, da bi dosegli odpornost zidu. V danem primeru pa je pri povečanih amplitudah vsiljenih pomikov odpornost zidov že začela upadati. Kapaciteta deformacij preiskanih zidov, izražena z indikatorjem kapacitete deformacij glede na pomik zidov pri doseženi odpornosti in mejnemu stanju porušitve  $d_u/d_{H_{max}}$ , je majhna, manjša, kot so pričakovane vrednosti za običajno nearmirano zidovje. Čeprav so bili pomiki pri porušitvi razmeroma majhni, smo v vseh primerih ugotovili razmeroma veliko upadanje odpornosti, tj. majhne vrednosti razmerja  $H_{du}/H_{max}$ .

Vse navedene ugotovitve v zvezi z mehanskimi in deformabilnostnimi lastnostmi preiskanih tipov zidov kažejo, da različni načini izvedbe navpičnih reg nanje niso imeli vpliva. Porušni mehanizem pri cikličnih strižnih obremenitvah je bil v vseh primerih odvisen od



Slika 13 • Histerezne zanke vodoravna sila-pomik, izmerjene med strižno preiskavo zidu tipa BN



Slika 14 • Histerezne zanke vodoravna sila-pomik, izmerjene med strižno preiskavo zidu tipa BG

Tip	$H_{cr}/H_{max}$	$H_{dg}/H_{max}$	$d_{cr}/d_{Hmax}$	$d_u/d_{Hmax}$	$d_u/d_{cr}$
BN	0,98	0,44	1,00	2,15	2,15
BG	1,00	0,66	1,00	1,13	1,13
BP	0,97	0,45	0,84	1,73	2,06
BZ	0,93	0,34	0,68	1,75	2,57

Preglednica 5 • Indikatorji kapacitete nosilnosti in deformabilnosti preiskanih tipov zidov

lokalne krhke porušitev zidakov, ki je do porušitve zidov kot celote privedla prej, preden je način zapolnitve navpičnih reg sploh lahko vplival na obnašanje. Zaradi tega raziskave niso dale odgovora na osnovno vprašanje, kateri izmed načinov izvedbe navpičnih reg je primeren za gradnjo nearmiranega zidovja na potresnih območjih.

Da bi lahko ugotovili morebitne razlike v obnašanju zidov, ki bi jih lahko pripisali zidanju z različno izvedbo navpičnih reg, smo na podlagi izmerjenih histerezni odvisnosti med vodoravno silo in vsiljenim pomikom za vsak posamezen zid ocenili tudi kapaciteto disipacije energije. V analizi smo najprej izračunali kumulativno vhodno energijo  $E_{inpr}$ , potrebno, da se je zid po programiranem poteku pomikov deformiral do amplitude, pri kateri nas zanima razmerje med vloženo in disipirano energijo. Kumulativno energijo smo definirali kot kumulativno delo hidravličnega bata, potrebno, da se je zid deformiral do izbrane amplitude pomika, medtem ko smo disipirano energijo ovrednotili na podlagi izmerjenih histerezni odvisnosti med vodoravno silo in po-

miki. Količina disipirane energije v enem ciklu obremenjevanja je bila definirana kot površina histerezne zanke med dvema zaporednima pomikoma enake amplitude, kumulativna disipirana energija  $E_{nys}$  pa kot vsota disipirane histerezne energije od začetka preiskave do konca cikla pri izbrani amplitudi pomika. Kot indikator kapacitete disipacije energije smo uporabili tudi koeficient ekvivalentnega viskoznega dušenja  $\xi$ , ki je definiran kot razmerje med energijo, disipirano v enem ciklu obremenjevanja (površino histerezne zanke  $A_{nys}$ ), in vhodno potencialno energijo, ki jo določata amplituda pomika  $d$  in vodoravna sila  $H$ . Povprečne vrednosti indikatorja disipacije energije  $I_{E,dis} = E_{nys}/E_{inpr}$ , t.j. razmerja med disipirano histerezno in vhodno energijo (delom hidravličnega bata) in vrednosti koeficienta ekvivalentnega viskoznega dušenja  $\xi$  pri karakterističnih mejnih stanjih so med seboj primerjane v preglednici 6.

Analiza vrednosti, navedenih v preglednici 6, daje podobne ugotovitve glede kapacitete disipacije energije kot analiza kapacitete deformacij (glej preglednico 5). Izračunane vred-

nosti namreč ne kažejo nobene pomembne razlike, ki bi jo lahko pripisali vplivu različne izvedbe navpičnih reg. Tudi glede kapacitete disipacije energije so se vsi preiskani zidovi obnašali podobno, ne glede na to, kako so bile izvedene navpične rege.

Kapaciteta disipacije energije pri nearmiranem zidovju še ni bila sistematično raziskana, zato podatkov, ki bi lahko služili za primerjavo in oceno kapacitete disipacije energije pri preiskani vrsti zidovja, ni. Na podlagi razpoložljivih podatkov (Tomažević, 1999) pa lahko ugotovimo, da so bile v danem primeru vrednosti indikatorjev disipacije energije (brezdimenzijska razmerja) za skoraj 100 % manjše, kot so bile pred časom dobljene vrednosti indikatorjev med preiskavo zidov podobnih dimenzij. Takrat so bili zidovi prav tako sezidani z opečnimi votlaki, pa tudi način preiskave s cikličnimi programiranimi pomiki je bil enak. V primeru, na katerega se sklicujemo, so bile pri maksimalni odpornosti dobljene vrednosti indikatorja disipacije energije  $I_{E,dis} = 0,3$ , pri mejnem stanju porušitve pa  $I_{E,dis} = 0,4-0,5$ .

To ponovno kaže na dejstvo, da je v danem primeru mehanizem obnašanja in porušni mehanizem zidov pri potresni obtežbi določala krhka lokalna porušitev opečnih votlakov. Tako kot poprej lahko tudi po analizi kapacitete disipacije energije ugotovimo, da so se zidovi zaradi krhkih zidakov porušili prej, preden je na njihovo obnašanje sploh lahko vplival način izvedbe navpičnih reg.

Tip	Meja nastanka strižnih razpok		Maksimalna odpornost		Mejno stanje porušitve		$(I_{E,dis})_{du}/(I_{E,dis})_{cr}$	$\xi_{du}/\xi_{cr}$
	$(I_{E,dis})_{cr}$	$\xi_{cr}$ (%)	$(I_{E,dis})_{Hmax}$	$\xi_{Hmax}$ (%)	$(I_{E,dis})_{du}$	$\xi_{du}$ (%)		
BNL	0,15	2,5	0,15	2,6	0,24	14,6	1,60	5,8
BGL	0,18	3,4	0,18	3,4	0,23	11,0	1,28	3,2
BPL	0,15	2,5	0,15	3,0	0,25	12,5	1,67	5,0
BZL	0,17	2,8	0,18	3,9	0,32	14,1	1,88	5,0

Preglednica 6 • Primerjava vrednosti indikatorja disipacije energije in koeficienta ekvivalentnega viskoznega dušenja pri mejnih stanjih

#### 4 • SKLEPI IN PREDLOG ZA NADALJNJE RAZISKAVE

Raziskave so pokazale, da je robustnost zidaka pomembna lastnost, ki določa mehanizem obnašanja zidanih konstrukcij med potresi. Če se zid kot osnovni element zidane konstrukcije poruši zaradi lokalne krhke porušitve zidakov, se spremeni mehanizem obnašanja. Zato tudi enačbe, na podlagi katerih smo zidano konstrukcijo dimenzionirali in ki so bile izpeljane s predpostavko, da so zidaki trdni, ne veljajo več.

Še bolj kot pri nearmiranem zidovju so glede robustnosti ustrezne lastnosti zidakov pomembne pri armiranem zidovju. Nevarnost napačne ocene potresne odpornosti je zaradi lokalne krhke porušitve zidakov v tem primeru še mnogo večja. V skladu z možnostjo, ki nam jo ponujajo predpisi (tudi Evrokodi), namreč lahko v primeru, ko z nearmirano zidano konstrukcijo na danem seizmičnem območju presežemo omejitve glede višine stavbe in količine zidov,

zidovje sezidamo z enakimi zidaki, vendar ga armiramo z jekleno armaturo. To nam v skladu s predpisi daje večjo računsko nosilnost, na račun navidezno večje duktilnosti pa možnost večjega zmanjšanja računskih potresnih sil. Potresno odpornost zidane konstrukcije z računom precenimo, zaradi česar lahko tvegamo, da se bo med močnim potresom težko poškodovala ali pa celo porušila, čeprav smo jo zasnovali in računsko analizirali v skladu z določili predpisov.

Podobno velja za način stikovanja zidov. Čeprav Eurocode 8 daje možnost, da se v skladu

z nacionalnimi zahtevami – v nasprotju z dosedanjimi praksami, ki kot primerne dopuščajo le polno zapolnjene navpične rege, – dopusti možnost zidanja na način, ko navpični stiki niso polno zapolnjeni z malto, je premalo podatkov eksperimentalnih raziskav, na podlagi katerih bi lahko sprejeli odločitev, ki bi lahko, podobno kot uporaba krhkih zidakov, bistveno spremenila poznano razmerja in kriterije. Eksperimentalne raziskave so tudi v tem primeru edini možni način, s katerim se lahko ugotovijo za-

nesljivi podatki. Seveda pa morajo biti eksperimenti izvedeni na zidovih, sezidanih z zidaki, ki se med preiskavo ne bodo krhko porušili. Eurocode 8 ne daje nobenih kvantificiranih zahtev v zvezi z zahtevo po "ustrezni robustnosti", pač pa odločitev o tem prepušča nacionalnim dodatkom. Zato že poteka raziskovalni projekt, v okviru katerega bomo v sodelovanju z Univerzo v Padovi določili kriterije za klasifikacijo zidakov glede robustnosti ter zasnovali eksperimentalno metodo, s kate-

ro bo mogoče robustnost zidakov preveriti na enostaven način. Ponovili bomo tudi raziskave vpliva načina zapolnitve navpičnih reg (polno zapolnjeni, nezapolnjeni stik, stik na pero in utor) na obnašanje zidov pri potresni obežbi, vendar bomo za zidavo preizkušancev uporabili zidake, ki bodo ustrezali kriterijem zadostne robustnosti. Na podlagi primerjave obnašanja zidov pri ciklični potresni obežbi bomo predlagali ustrezna priporočila oziroma omejitve za uporabo.

## 5 • ZAHVALA

Opisane raziskave so bile izvedene v okviru dveh raziskovalnih projektov, ki so jih financirali Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport,

Gospodarska zbornica Slovenije, ter združenja opekarjev iz Slovenije (Wienerberger Opekarna Ormož in Goriške opekarne), Avstri-

je (Verband Österreichischer Ziegelwerke), Nemčije (Deutsche Gesellschaft für Mauerwerksbau), Italije (Associazione Nazionale Degli Industriali dei Laterizi) in Švice (Verband Schweizerische Ziegelindustrie).

## 6 • LITERATURA

- Bosiljkov, V., Tomažević, M., Lutman, M., Optimizacija oblike zidakov in tehnologije zidanja na potresnih območjih, Poročilo ZAG, Ljubljana, 2004.
- CEN, prEN 1996-1-1, Eurocode 6: Design of masonry structures, Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures, Brussels, 2003a.
- CEN, prEN 1998-1, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, Brussels, 2003b.
- SIST, SIST ENV 1998-1-3, Eurocode 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – Del 1-3: Splošna pravila za različne materiale in elemente, Ljubljana, 2000.
- Tomažević, M., Earthquake resistant design of masonry buildings. Imperial College Press, London, 1999.
- Tomažević, M., Klemenc, I., Lutman, M., Damage as a measure for seismic resistance of masonry buildings. Proc., Earthquake Engineering, Eighth Canadian Conference, Vancouver, str. 119–124, 1999.
- Tomažević, M., Lutman, M., Influence of reinforcement and block strength on seismic behavior of reinforced masonry walls. Proc., 11th IBMaC, Vol.1, Shanghai, str. 217–226, 1997.

# REZULTATI RAZISKAVE prodAEC O RABI INFORMACIJSKIH IN KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ V ARHITEKTURI, INŽENIRSTVU IN GRADBENIŠTVU V SLOVENIJI

## THE prodAEC BENCHMARKING SERVICE RESULTS ON THE IMPLEMENTATION OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION IN SLOVENIA

**Tomaž Pazlar, univ. dipl. inž. grad.,**

tpazlar@ikpir.fgg.uni-lj.si,

**asist. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. grad.,**

mdolenc@ikpir.fgg.uni-lj.si,

**prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad.,**

janez.duhovnik@ikpir.fgg.uni-lj.si,

vsi IKPIR, FGG, Jamova 2, Ljubljana

**Znanstveni članek**

UDK 007.52:(72+624):681.324(4)

**Povzetek** | Splošno pogovorno ali celo pregovorno mnenje o uporabi novih tehnologij v industriji, ki oblikuje grajeno okolje (AEC sektor), je izrazito negativno. Za realen in temeljit pregled nad informacijskimi in komunikacijskimi tehnologijami (ICT), uporabljenimi v obravnavanem sektorju, takšna ocena ni zadostna. Realen pregled mora temeljiti na bolj natančnih in verodostojnih podatkih. Zato so bili pri analizi obstoječega stanja ter pri določitvi smernic razvoja uporabljeni podatki, zbrani s pomočjo spletne ankete, pripravljene v okviru dveletnega evropskega projekta prodAEC. V članku predstavljena strukturirana analiza je pokazala skromno osveščenost in skromno uporabo informacijskih in komunikacijskih tehnologij v AEC sektorju v Sloveniji.

**Summary** | The general discussion or even proverbial opinion about AEC sector (Architecture, Engineering, and Construction) is distinctly negative referring to the new technology implementation. Much more exact and credible data are essential for the thorough sector ICT (Information and Communication Technologies) implementation and development in the AEC sector. The state-of-the-art and further projections are therefore based on the Benchmarking service provided by prodAEC, a two-year pan European program. This paper presents the comprehensive ICT implementation analysis with structuring the results in different subareas. The analysis reviled low awareness and usage of the ICT in the AEC sector in Slovenia.

## 1 • UVOD

Cilj dela gradbenih informatikov je ne glede na termine, uporabljene pri opisu njihovega dela, enak: nuditi podporo vsem vpletenim v proces načrtovanja, gradnje, vzdrževanja ter odstranitve objektov, in sicer pri individualnih in skupinskih nalogah. Prispevek gradbene informatike v obliki produktnih in procesnih modelov lahko pomembno prispeva k časovni in stroškovni optimizaciji procesov. Žal pa vse

posplošene ocene o uporabi gradbene informatike poudarjajo velik razkorak med akademsko – raziskovalno sfero in prakso in nekako potrjujejo že omenjeno pogovorno oz. pregovorno mnenje o nizki stopnji uporabe. Z raziskavo podkrepjena analiza uporabe ICT v slovenskem AEC sektorju še ni bila opravljena. Nasprotno pa v zadnjem desetletju v svetovnem merilu lahko zasledimo kar nekaj so-

rodnih raziskav (Doherty, 1997), (Howard, 1998), (Rivard, 2000), (SIENE, 2000), (Samuelson, 2002), ki pa jih lahko označimo za časovno in geografsko omejene. Poizvedbe se namreč z izjemo IT barometra (Samuelson, 2002) nanašajo na le eno državo, rezultati pa zaradi neperiodičnosti ne omogočajo spremljanja razvoja osveščenosti in rabe ICT v AEC sektorju. Aktualnost obravnavane tematike se posledično izraža v potrebi po novi mednarodni spletni raziskavi, ki bi odpravila opisani pomanjkljivosti.

## 2 • PROJEKT PRODAEC

ProdAEC, dveletni mednarodni projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih, za e-delo ter e-poslovanje v AEC sektorju, je bil v Gradbenem vestniku podrobneje že predstavljen (Pazlar, 2003). Projekt združuje štirinajst raziskovalnih ustanov in podjetij iz prakse, finančno pa ga je v okviru Petega evropskega projekta (FP5, 2000) uvajanja uporabniško prijazne e-tehnologije (Information Society Technologies) (IST, 2000) podprla Evropska skupnost.

### Poglavitni cilji projekta so:

- postati glavni vir informacij o standardih za izmenjavo podatkov, e-delo ter e-poslovanje v AEC sektorju;
- povečati konkurenčnost majhnih in srednje velikih podjetij s pomočjo uporabe standardov;
- podpirati in združevati nacionalne, lokalne in industrijske pobude za promocijo in razvoj standardov;

- spodbujati progresivno harmonizacijo prekrivajočih se standardov;
- nuditi obsežen procesno orientiran pregled standardov za projektno modeliranje;
- stimulirati prenos tehnologije in znanja v prakso;
- izboljšati metode dela z uporabo standardov. Končni rezultati projekta so zbrani v štirih spletnih aplikacijah:
- Spletna AEC-IT projektna baza

Podatkovna baza z natančnim iskalnikom in ustreznimi filtri bo pokrivala celotni AEC sektor na nacionalni in evropski ravni.

– Procesna matrika (Standard-to-Process matrix)

Procesna matrika odpravlja očitne pomanjkljivosti obstoječih metod za opisovanje procesov, predvsem razumevanju opisov procesov in možnostih zajetja dodatnih informacij.

– Spletna anketa (Benchmarking service)

Sodelujoči v spletni anketi bodo lahko primerjali svojo osveščenost in položaj v uporabi e-tehnologij.

– Informacije o e-poslovanju za AEC/FM sektor

Spletni servis bo glede na pogoje e-trga zagotavljal ažurne informacije o e-poslovanju, o programski opremi ter javni e-upravi.

Zasnova vseh razvitih orodij brez ali z minimalnimi stroški vzdrževanja omogoča njihov obstoj tudi po uradnem zaključku projekta maja 2004.

Član	Država	e-naslov
AIDICO*	Španija	www.adico.es
UNINOVA	Portugalska	www.uninova.pt
VTT	Finska	www.vtt.fi
CSTB	Francija	www.cstb.fr
Hass+Partner	Nemčija	www.dr-hass-partner.de
Taylor Woodrow	Velika Britanija	www.taywood.co.uk
STABAU	Nizozemska	www.stabau.nl
TUD	Nemčija	www.tu-dresden.de
UCBL	Francija	www.univ-lyon1.fr
UL – FGG	Slovenija	www.ikpir.fgg.uni-lj.si
Cervenka	Češka	www.cervenka.cz
BIC	Italija	www.bicnet.it
ANTARA	Španija	www.antara.net
AEC3	Velika Britanija	www.aec3.com

\* Koordinator projekta

Preglednica 1 • Sodelujoči pri projektu ProDAEC

## 3 • PRODAEC SPLETNA ANKETA

### 3.1. Koncept spletne ankete

Spletna anketa (ang. Benchmarking service) v splošnem predstavlja proces identifikacije, spoznavanja ter učenja iz izkušenj oziroma praks sorodnih podjetij kjerkoli v svetu z namenom, da se izboljša učinek dela.

ProdAEC spletna anketa je precej bolj specifična:

- Ciljno skupino predstavljajo vsi, ki so kakorkoli povezani z evropskim AEC sektorjem (zaposleni v gradbenih podjetjih, vladnih organizacijah, raziskovalnih in izobraževal-

nih ustanovah, dobavitelji programske opreme, ...).

– Poglavitni namen ankete je primerjati stopnjo osveščenosti in rabe ICT s podjetji podobnega profila ter

- zbrati ocene uporabe ICT po posameznih interesnih skupinah v obravnavanem sektorju,
- nuditi pomoč pri določanju prioritarnih investicij v ICT in

– omogočiti izdelavo projekcij in slediti razvoju sektorja.

Anketa je na voljo na spletni strani [www.prodaec.com](http://www.prodaec.com). Pred izpolnjevanjem vprašalnika je potrebno vnesti osnovne podatke o udeležencu, servis pa nato preko elektronske pošte posreduje uporabniško ime ter geslo. Uporaba enotnega vprašalnika za vse sodelujoče omogoča enostavno avtomatsko obdelavo podatkov. Takoj po izpolnitvi ankete je na voljo grafični prikaz primerjav s podjetji sorodnega profila. Sodelovanje v anketi in ogled rezultatov je na podlagi pridobljenega uporabniškega imena in gesla možno kjerkoli (anketa je na voljo na spletni strani projekta) in kadarkoli (proces anketiranja in prikaza rezultatov je povsem avtomatiziran). Po preteku določenega časovnega obdobja je potrebno vprašalnik ponovno izpolniti. Periodično izpolnjevanje vprašalnika je sicer za uporabnike lahko nadležno, vendar pa predstavlja edini način za zagotavljanje ažurnosti baze podatkov in hkrati za spremljanje razvoja podjetij. Anketiranci se bodo k spletni anketi redno vračali in s tem ažurirali podatke samo v primeru realnih koristi, ki jih lahko nudi opisan servis. Le-te so obojestranske: skrbniku sistema je omogočeno spremljanje osveščenosti in uporabe ICT v celotnem AEC sektorju, individualnemu udeležencu pa s pomočjo neposrednih primerjav s podjetji sorodnega profila pregled nad stanjem poznavanja in rabe ICT v konkurenčnih podjetjih. Vloženi trud v izpolnjevanje ankete je primerjavi s pridobljenimi podatki o konkurenci res minimalen.

Uporabniki servisa iz industrijskega dela AEC sektorja lahko ponujene primerjave uporabijo pri načrtovanju investicij v sodobno tehnologijo ter v izobraževanje zaposlenih. Spekter uporabe je za vse ostale potencialne uporabnike (javna uprava, interesna združenja, raziskovalne in svetovalne organizacije) še mnogo širši:

- identifikacija pomanjkljivosti in osveščenosti in uporabi ICT v AEC sektorju z ažurnimi podatki o napredku oz. razvoju,
- identifikacija potreb po dodatnem usposabljanju,
- zbiranje podatkov, potrebnih pri razvoju programske opreme.

Opisani servis ne potrebuje posebnega vzdrževanja. Vsi procesi so popolnoma avtomatizirani v skladu z načelom, ohraniti prodAEC mrežo in njene servise žive tudi po uradnem zaključku projekta. Vzdrževanje in dodatni stroški bi se pojavili le ob spremembah oz. ob postavitvi novih vprašalnikov.

### 3.2. Vprašalnik

Pri sestavi vprašalnika so aktivno sodelovali vsi člani projekta, kar zagotavlja njegovo aktualnost v celotnem evropskem prostoru. ICT, modeliranje in e-poslovanje so le nekatera izmed področij, vključenih v raziskavo. Pomenko je vprašalnik razdeljen v štiri dele:

- Prvi del: opis podjetja in uporabnika (profil, velikost, prihodek, individualni podatki o anketirancu – delovno mesto, položaj v podjetju, ...).
- Drugi del: informacijska infrastruktura (splošna uporaba računalništva, modeliranja,

e-poslovanja, EDMS (Electronic Data Management Systems)).

- Tretji del: klasifikacije, standardi za izmenjavo podatkov, referenčne baze podatkov.
- Četrti del: socialni, izobraževalni in organizacijski vidiki.

Vprašalnik je trenutno na voljo v angleškem, nizozemskem, francoskem, portugalskem, češkem, slovenskem, španskem, italijanskem ter nemškem jeziku. Uporabljena tehnologija omogoča enostaven prevod v poljubno število jezikov. Anketiranelec, ki odgovori na vsa vprašanja, za izpolnjevanje praviloma ne porabi več kot 20 minut.

### 3.3. Promocija servisa

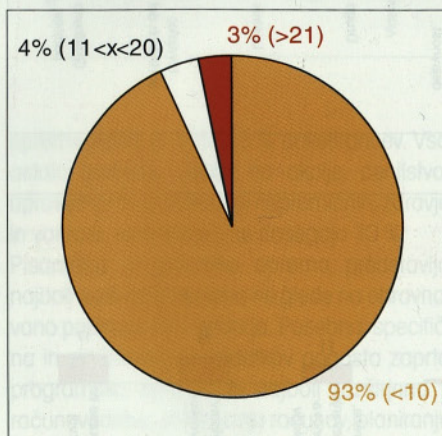
Katedra za gradbeno informatiko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo je v promocijo projekta in posredno servisa spletne ankete vložila veliko truda. Pomembnejše aktivnosti pri promociji spletne ankete (jesen 2003):

- Predstavitve projekta v Gradbenem vestniku (Pazlar, 2003).
  - Preko elektronske pošte so bili z anketo seznanjeni vsi člani Inženirske zbornice Slovenije.
  - Povabilo k sodelovanju je bilo posredovano vsem zaposlenim na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Fakultete za gradbeništvo univerze v Mariboru.
  - Predstavitve projekta na delavnici Gradbenega grozda.
- Intenzivna promocija projekta nam je zagotovila dokaj pestro, a številčno ne povsem zadovoljivo bazo podatkov.

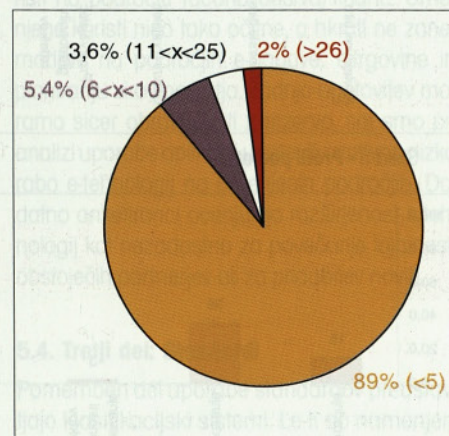
## 4 • SPLOŠNI PODATKI O AEC SEKTORJU

V evropskem AEC sektorju je v 2,6 milijona podjetij vpletenih preko 26 milijonov delavcev kar predstavlja 28,1 % vseh zaposlenih v industriji. Zelo izrazita značilnost panoge je razdrobljenost, saj ima kar 97 % podjetij manj kot 20 oz. 93 % manj kot 10 zaposlenih. Dodatno razdrobljenost povzroča relativno kratkotrajno poslovno sodelovanje (običajno vezano na en sam projekt). Posledično tržni delež največjih evropskih gradbenih podjetij ne preseže 5 % kar ne zadošča za prevzem vodilne vloge na trgu.

Slovenski AEC sektor se ne razlikuje bistveno od evropskega. Delež podjetij je sicer nekoliko nižji (25,8 %), vendar pa je z obravnavano panogo posredno ali neposredno povezanih



Slika 1 • Velikost podjetij glede na število zaposlenih v evropskem AEC sektorju



Slika 2 • Velikost podjetij glede na število zaposlenih v slovenskem AEC sektorju

Leto	Št. podjetij*	Št. zaposlenih	Vrednost**
1993	1532	31722	452 mio evrov
2000	2608	40841	1680 mio evrov

\* Število podjetij in drugih organizacij

\*\* Vrednost opravljenih del

Preglednica 2 • Pregled razvoja gradbeništva v Sloveniji (SURS, 2004)

preko 140.000 zaposlenih. Razdrobljenost je v primerjavi z evropskim AEC sektorjem še bolj očitna: 95 % majhnih in srednje velikih podjetij zaposluje manj kot 10 ljudi oz. 98,4 % manj kot 25 ljudi. Povprečno je v podjetju skupaj z lastnikom zaposlenih 3,4 ljudi.

Preglednica 2 prikazuje razvoj gradbeništva v Sloveniji (SURS, 2004). Po letu 1993 število zaposlenih zmerno narašča (22 %). Precej bolj intenzivno naraščanje je očitno v vrednosti gradbenih del, kar kaže na perspektivnost panoge. Le-to potrjujejo nominal-

Obdobje	III 2004 II 2004	III 2004 III 2003	III 2004 III 2000
Vrednost*	111.6	109.9	109.4

\* Zajeta so gradbena podjetja, katerih proizvodnja je v letu 2002 dosegla vrednost vsaj 300 milijonov tolarjev po zaključnih računih, in enote v sestavi, ki se ukvarjajo z gradbeno dejavnostjo in ki zaposlujejo vsaj 20 oseb ter še nekatera ne gradbena podjetja, ki izvajajo gradbeno dejavnost.

Preglednica 3 • Nominalni indeksi opravljenih del, gradbeništvo, marec 2004 (SURS, 2004)

ni indeksi opravljenih del, prikazani v preglednici 3. Pomemben delež k povečanju vrednosti del najverjetneje predstavlja nacionalni program izgradnje avtocest, ki se prekriva z obravnavanim časovnim obdobjem.

## 5 • REZULTATI RAZISKAVE

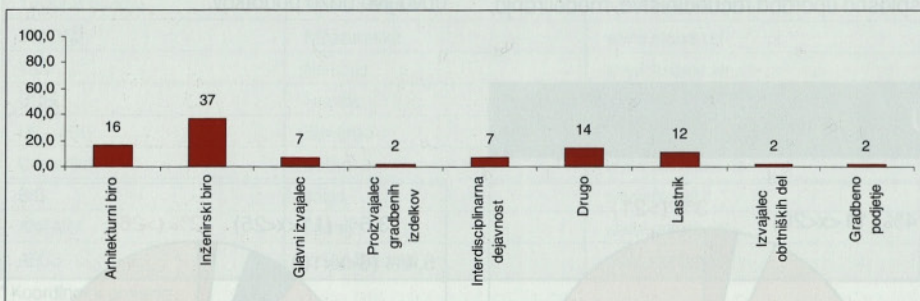
### 5.1. Splošno o rezultatih raziskave

Rezultati raziskave temeljijo na rezultatih, zbranih do začetka aprila 2004. Odziv je bil izjemno skromen (43), čeprav je bilo v promocijo projekta in servisa spletne ankete vloženo veliko truda. Delež odgovorov je praktično nemogoče oceniti, saj ne poznamo natančnega števila potencialnih anketirancev, seznanjenih s prodAEC spletno anketo.

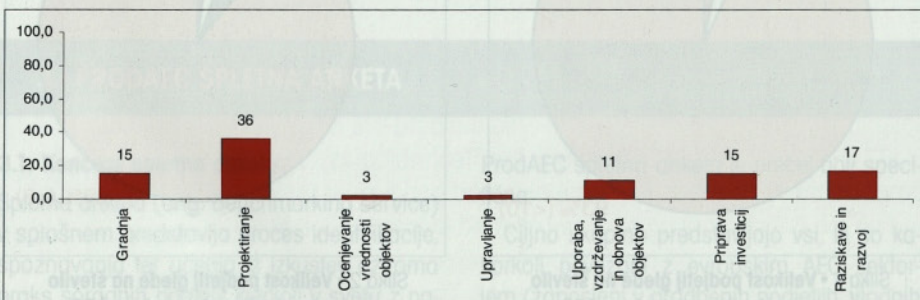
Relativno skromen odziv anketirancev je izrazita značilnost opravljanja anket preko spleta. Pri raziskavi IT barometer (Samuelson,

2002), kjer so anketiranci prejeli vprašalnik po elektronski pošti, obravnavani delež ni presegel 15 %. Ne glede na že opisane obojestranske koristi prodAEC spletne raziskave nam je k sodelovanju uspelo pritegniti le manjši del ciljne populacije. To dejstvo moramo vsekakor upoštevati pri interpretaciji ugotovitev in izdelanih projekcij.

Pri obdelavi rezultatov so bili vsi odgovori upoštevani enakovredno. Ponderiranje namreč ni potrebno, saj večje število anketirancev iz srednjevelikih ter velikih podjetij kompenzira večje število odgovorov iz manjših podjetij.



Slika 3 • Profil podjetja



Slika 4 • Področje dela anketirancev

### 5.2. Prvi del: Opis podjetja in uporabnika

Prvi del vprašalnika je namenjen določitvi profila uporabnika in podjetja, ki ga predstavlja. Podatki, pridobljeni v prvem delu, so izrednega pomena tudi za filtriranje rezultatov.

Večina sodelujočih v anketi (54 %) prihaja iz inženirskih birojev (slika 3). To dejstvo je bilo pričakovano, saj so bili le-ti najbolj obveščeni o projektu in o anketi. Sam odziv vpletenih v podjetja, ki se neposredno ukvarjajo z gradnjo (9 %), nekako potrjuje predsodke o nizki stopnji uporabe ICT. Delež označen z "drugo" predstavlja odziv raziskovalnih/akademiških institucij. Prav nobenega odziva ni zabeleženega s strani javne uprave, kar predstavlja precejšnje razočaranje.

Več kot 50 % anketirancev je zaposlenih v podjetjih z manj kot 10 zaposlenimi. 25 % delež zaposlenih anketirancev v srednje velikih podjetjih (51–250) potrjuje predpostavko o nepotrebem ponderiranju odgovorov. Po podatkih statističnega urada v Sloveniji obstaja le dvoje podjetij z več kot 500 zaposlenimi, zato je delež odzivov (3 %) pričakovan.

Odgovore o velikosti podjetja lahko neposredno povežemo z odgovori o letnem prihodku. Več kot 50 % podjetij, zajetih v analizi, ima prihodek manjši od 0,5 milijona evrov. Če mejo postavimo na 5 milijonov evrov, potem v anketi zajamemo 90 % anketirancev.

Slika 4 predstavlja področja dela anketirancev v podjetju. Ker so zaposleni v manjših podjetjih praviloma angažirani na več področjih, so pri obravnavanem vprašanju izbrali več odgovorov ter s tem ponderirali posamezno področje glede pomembnosti. Zbrani odgovori nakazujejo, da je anketa zajela predvsem inženirje in arhitekta, zaposlene na področju projektiranja, načrtovanja, priprave projektov ter delno uporabe in vzdrževanja objektov.

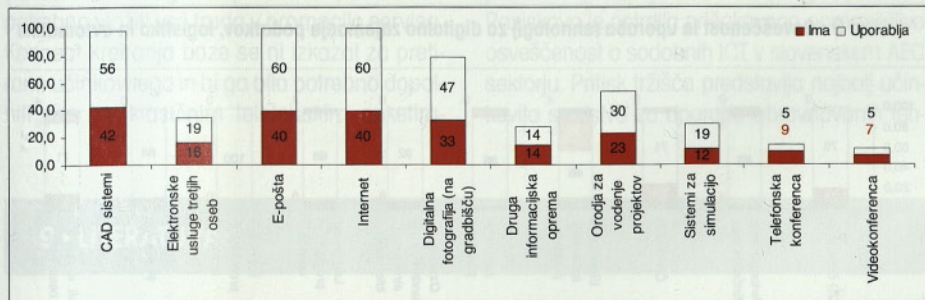


Dobrih 80 % anketirancev večino svojega dela opravi v pisarni, na sedežu podjetja, kar potrjuje najprej predpostavko ter tudi podatke o profilu anketirancev.

### 5.3. Drugi del: Informacijska infrastruktura

Prvi korak v določitvi splošne uporabe računalništva, modeliranja, e-poslovanja ter EDMS predstavlja ocena stanja tehnološke infrastrukture.

Internet in e-pošta predstavljata najbolj pogosto uporabljeno orodje. Vsem anketirancem je omenjena tehnologija na voljo, uporabljata pa jo le dve tretjini. Podobni deleži veljajo za uporabo CAD sistemov. Velika uporabnost digitalnih fotoaparata se odraža v relativno velikem deležu obravnave opreme (80 %) dosegljive anketirancem. Težko razumljiv pa je kar 40 % delež tistih, ki te opreme ne uporabljajo. Prepričani smo, da bo ravno področje digitalne fotografije v bližnji prihodnosti doseglo nivo rabe e-pošte ter interneta. Telefonske in videokonference s 15 % oz. 12 % deležem niso preveč razširjene. Odstotek uporabe je zopet precej nižji od deleža lastništva, kar nakazuje, da uporabniki pri svojem delu omenjenih tehnologij nimajo za pretirano uporabne. Poleg nepoznavanja tehnologije so tehnični problemi (npr. nezadostna hitrost prenosa podatkov) najbrž najpomembnejši faktor, ki zavira uporabo obravnavanih tehnologij.

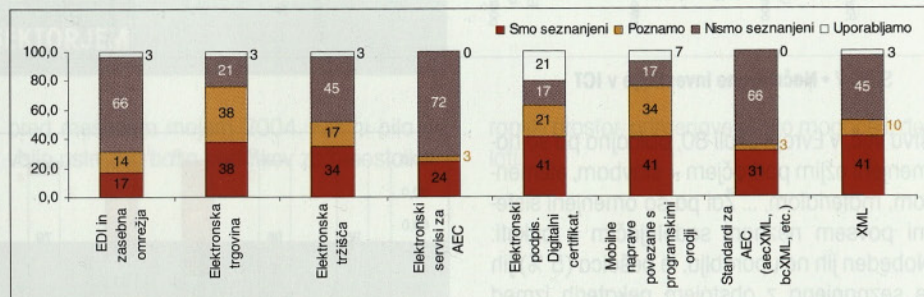


Slika 5 • Tehnološka infrastruktura

Osveščenost, predvsem pa raba sodobnih tehnologij v AEC sektorju lahko ocenimo kot nezadostno, saj slednja na nobenem področju ne preseže 41 % (slika 6). Izrazito nizko je poznavanje standardov za AEC, praktična raba pa je zanemarljiva. Edini svetli izjemi v uporabi predstavljajo digitalni certifikati in elektronski podpis. Ocenjujemo, da pri slednjih tehnologijah raba dodatno znižuje faktor nezaupanja.

Cena programske opreme z 22 % predstavlja poglavitno oviro za vzpostavitev e-poslovanja. Ostale pomembnejše ovire predstavljajo odvis-

nost od zaprtih rešitev, neustreznost rešitev za prakso, pomanjkanje znanja v podjetju ter predraga zunanja pomoč (vsaka ovira okvirno predstavlja 10 % delež). Razen pri uporabi digitalnega podpisa nezaupanje v obstoječo tehnologijo (5 %) ter odpor partnerjev (5 %) ne predstavljata pomembnejše ovire.



Slika 6 • Stopnja osveščenosti

Pri oceni splošne uporabe računalništva na posameznih področjih dela anketiranci lahko izbirajo med tremi možnostmi: nizko (< 20 %), delno (20 % < x < 60 %) ter visoko (> 60 %) stopnjo. Računovodstvo in izstavljanje računov predstavljata področji z najvišjim odstotkom uporabe, saj kar 45 % anketirancev ocenjuje stopnjo kot visoko. Enako stopnjo rabe pri pripravi obračunskih situacij, predračunov in vodenju projektov dosega le še 30 % sodelujočih. Visok nivo pri uporabi elementov stavb, elementov inženirskih objektov, inštalacij in

inženirskih objektov. Kar dve tretjini anketirancev je 2D modeliranje označilo kot preferenčni način dela, kar potrjuje odpor proti uporabi novih tehnologij (3D modeliranje). Ocena načrtovanih investicij v ICT predstavlja enega pomembnejših delov ankete. Najbolj zaskrbljujoče dejstvo, prikazano na sliki 7, je

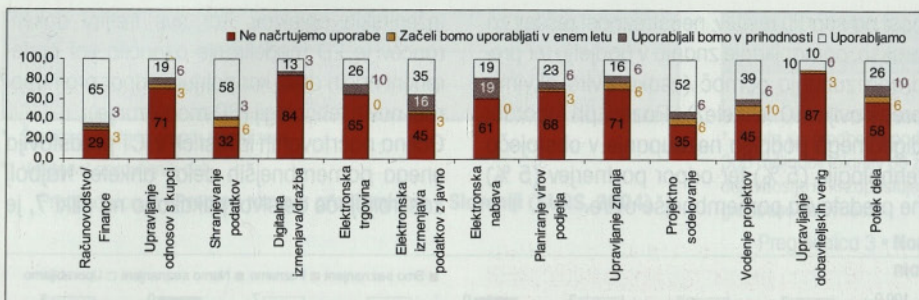
pomanjkanje specifičnih načrtov za prihodnost na vseh področjih AEC sektorja. Najprimernejši način za zagotovitev uporabe bi bila vzpostavitev pritiska s strani trga, saj bi s tem neposredno lahko vplivali na celotni sektor. Anketiranci ocenjujejo, da trenutno na trgu ni izrazite opisane prisile (35 %). Kupci predstavljajo edini pomembnejši faktor (30 %) v opisanem procesu. Najbolj presenetljivo dejstvo pa predstavlja skoraj zanemarljivi pritisk (manj kot 10 %) s strani javne uprave in prodajalcev programske opreme.

Nasprotni predlog, to je lastna pobuda za premik iz tradicionalnega na sodobno e-poslovanje, po ocenah anketirancev lahko resno ogrozi 10 % vzpostavljenih partnerskih odnosov.

Tretjina sodelujočih v anketi ocenjuje znižanje stroškov, napak (najpomembnejša korist) ter manjšo porabo časa kot najpomembnejše koristi na področju računovodstva/financ. Omenjene koristi niso tako očitne, a hkrati ne zanemarljive na področjih e-nabave, e-trgovine in planiranju virov podjetja. Zadnje ugotovitve moramo sicer obravnavati z rezervno, saj smo pri analizi uporabe aplikacij ugotovili relativno nizko rabo e-tehnologij na omenjenih področjih. Dodatno anketiranci ocenjujejo razširjenost e-tehnologij kot nezadostno za povečanje lojalnosti obstoječih partnerjev ali za pridobitev novih.

### 5.4. Tretji del: Standardi

Pomemben del uporabe standardov predstavljajo klasifikacijski sistemi. Le-ti so namenjeni razvrščanju, shranjevanju in odkrivanju informacij (podobno kot sistem UDK ki ga uporabljajo v knjižnicah). Sistemov je v gradbeni-



Slika 7 • Načrtovane investicije v ICT

štvu več, v Evropi okoli 80, običajno pa so namenjeni ožjim področjem – stavbam, elementom, materialom, ... Žal pa so omenjeni sistemi povsem neznanji sodelujočim v anketi: Nobeden jih ne uporablja, le peščica (5 %) jih je seznanjena z obstojem nekaterih izmed njih: Building 90, Landscape Filling Index, CAWS, European Waste Catalogue ter National Green Specification.

Podobno stanje dobimo pri analizi uporabe referenčnih knjižnic. Referenčne knjižnice v tem kontekstu predstavljajo vsako zbirko informacij, ki ni specifična za določen projekt: predpise, standarde, kataloge, indekse, lastniške informacije, ... Anketirancem je poznanih le nekaj navedenih (AEC/BricsNet, Architect Standard Catalogue, BertelsmannSpringer, COIB, Emap, Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau), pri praktičnem delu pa jih ne uporablja nihče.

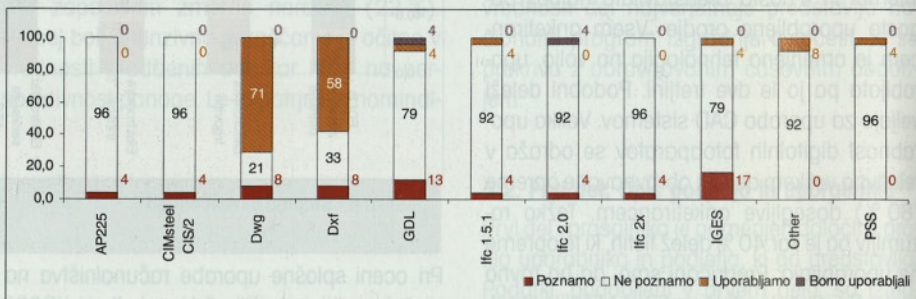
Osveščenost in rabo standardov za risanje in modeliranje podatkov prikazuje slika 8. V Sloveniji je najbolj razširjena programska oprema podjetja Autodesk (Autocad, Architectural Desktop,...), zato so bile številke, ki ponazarjajo uporabo formata .dwg in posledično .dxf povsem pričakovane. Manjši delež anketirancev pozna tudi standarde IGES in GDL, CIMsteel CIS/2 in IFC, njihova praktična uporaba pa je izredno skromna. Nizek odstotek rabe standarda IFC je povezan z relativno nizko stopnjo uporabe 3D modeliranja. Izmenjava podatkov med aplikacijami bo potekala preko formata .dxf, vse dokler ne bo dosežena uporaba 3D modeliranja.

Pomanjkljiva osveščenost in uporaba sta značilnosti uporabe digitalnega zajema podatkov, logistike in avtomatike. V sicer skromni uporabi so zaenkrat le elektronska izmenjava podatkov (EDI), ročno zajemanje podatkov, zajemanje podatkov na daljavo in XML.

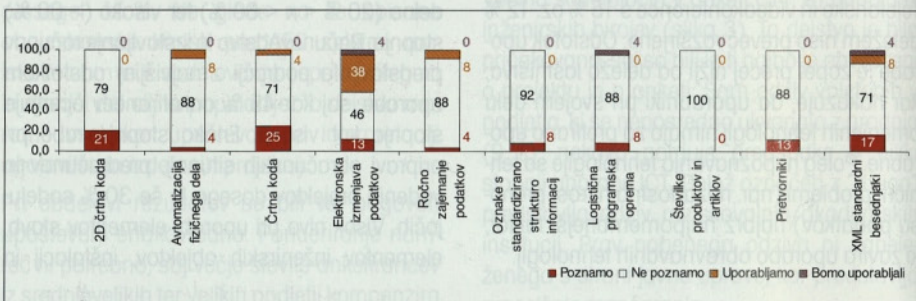
### 5.5. Četrti del: Socialni, izobraževalni in organizacijski vidiki

Uporaba sodobnih ICT bo zahtevala precejšnje družbene in postopkovne spremembe. Razdrobljenost gradbeništva bo te spremem-

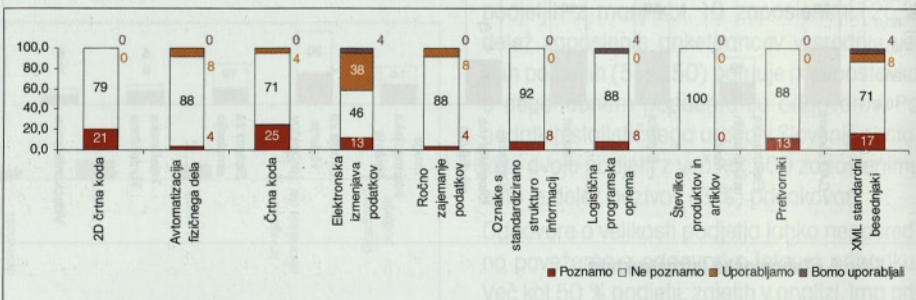
be po eni strani olajševala, po drugi pa oteževala. Vse vpletene v obravnavani sektor pa bo z ustreznim izobraževanjem potrebno pripraviti na opisane spremembe. Tradicionalni obvezni tečajji so ne glede na številne možnosti, ki jih ponuja sodobna ICT (video, internet,...) še vedno najbolj pogosta oblika izobraževanja vseh zaposlenih. Prenos znanja med zaposlenimi v podjetjih je izrazita karakteristika vseh odgovorov, saj podjetja



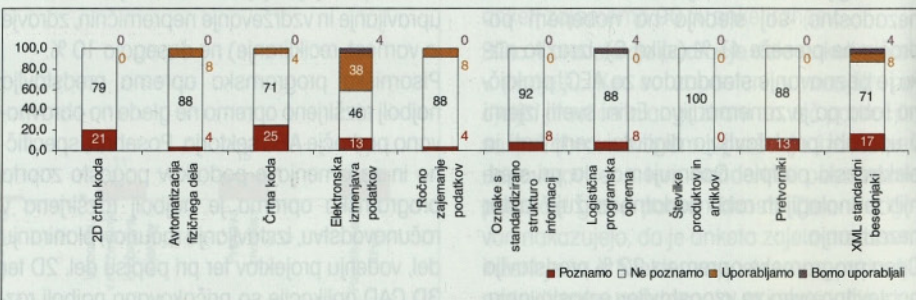
Slika 8 • Osveščenost in uporaba standardov za risanje in modeliranje podatkov



Slika 9 • Osveščenost in uporaba tehnologij za digitalno zajemanje podatkov, logistiko in avtomatiko



Slika 10 • Metode usposabljanja



Slika 11 • Vpliv ICT na delo podjetja in vlogo posameznika

večinoma omogočajo dodatno izobraževanje direktorjem, inženirjem in tehnikom.

Čprav vsi podatki, prikazani na sliki 11, temeljijo na subjektivni oceni anketirancev, jih lahko označimo za kredibilno projekcijo razvoja AEC sektorja. Glede na rezultate raziskave

bo obravnavana uporaba imela pomemben vpliv na delo in potrebne veščine zanj, na pogodbene odnose in na način poslovanja podjetja. Presenetljivo velik delež anketirancev je prepričanih, da ICT ne bo imela bistvenega vpliva na zmanjšanje števila zaposlenih. Z

uporabo standardov za izmenjavo podatkov bi se opisani delež zagotovo zmanjšal, saj bi uporaba standardov v veliko primerih odpravila nepotrebno dvojno delo (npr. vnos podatkov o geometriji objekta iz arhitekturnega modela v model za analizo konstrukcije).

## 6 • PRIMERJAVA Z EVROPSKIM AEC SEKTORJEM

Žal ostali partnerji projekta prodAEC niso pričeli s promocijo servisa spletne ankete

pred mesecem majem 2004. Ker ni bila na voljo ustrezna baza podatkov za preostali ev-

ropski prostor, primerjave ni bilo mogoče izdelati.

## 7 • POVABILO

Statistični podatki pridobljeni na podlagi prodAEC spletne ankete bodo kredibilni le v primeru zadostnega števila anketirancev. Tre-

nutna velikost baze žal omogoča le izdelavo grobih ocen in projekcij. Za povečanje natančnosti le-teh bi bilo potrebno pritegniti k

sodelovanju čim več vpletenih v slovenski AEC sektor. Zato vse bralce vljudno naprošamo, da obišejo spletno stran projekta ([www.prodaec.com](http://www.prodaec.com)) ter sodelujejo v anketi.

## 8 • SKLEP

ProdAEC spletna anketa predstavlja pionirski poizkus vzpostavitve enotnega evropskega sistema za ugotavljanje uporabe ICT v celotnem AEC sektorju. Realizacijo ideje lahko označimo za zgledno, vendar pa bi bilo potrebno vložiti več truda v promocijo servisa. Koncept kreiranja baze se ni izkazal za pretirano učinkovitega in bi ga bilo potrebno dopolniti (npr.: s klasičnim telefonskim anketira-

njem). Podobno velja tudi za zagotavljanje ažurnosti baze.

Vprašalnik bi bilo potrebno glede na komentarje anketirancev o (pre)dolgih in kompleksnih vprašanih malenkostno predelati. Raziskava je potrdila pričakovano pomanjkljivo osveščenost o sodobnih ICT v slovenskem AEC sektorju. Pritisk tržišča predstavlja najbolj učinkovito sredstvo za uporabo obravnavanih teh-

nologij v prakso. Pomembno in hkrati zaskrb-ljujoče dejstvo predstavlja pomanjkanje načrtov investicij v sodobne ICT. Razvoj le-teh bi se po željah anketirancev moral osredotočiti na izboljšanje produktivnosti (skrajšanje, poenostavitev in odprava napak v procesih ter znižanje stroškov), tehnologije pa bi v prakso morale biti vpeljane kot uporabniško prijazne in sicer s primernim izobraževanjem vseh uporabnikov. In ne nazadnje, akademska raziskovalna sfera sektorja mora ostati v stiku z najnovejšimi dosežki v ICT, saj bo le s tem zagotovljen razvoj celotnega sektorja.

## 9 • LITERATURA

- Doherty, J. M., A Survey of Computer Use in the New Zealand Building and Construction Industry, *Electronic Journal of Information Technologies in Construction*, Vol. 2, 73-86, 1997.
- FP5, Fifth Framework Programme, <http://www.cordis.lu/fp5/home.html>, 2000.
- Howard, R., Kiviniemi, A., Samuelson, O., Surveys of IT in the Construction Industry and Experience of the IT Barometer in Scandinavia, *Electronic Journal of Information Technologies in Construction* Vol. 3, 47-59, <http://www.itcon.org/1998/4>, 1998.
- IST, Information Society Technologies Programme, <http://www.cordis.lu/ist/>, 2003.
- prodAEC, European network for product and project data exchange, e-work and e-business in AEC sector. <http://www.prodaec.com>, 2002.
- Pazlar, T., Dolenc, M., Duhovnik, J., prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delovno ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu in gradbeništvu, *Gradbeni vestnik*, letnik 52, št. 8, str. 193-202.
- Rivard, H., A Survey on the Impact of Information Technology in the Canadian Architecture, Engineering and Construction Industry, *Electronic Journal of Information Technologies in Construction*, Vol. 5, 37-56, <http://www.itcon.org/2000/3>, 2000.
- Samuelson, O., IT barometer 2000 - The use of IT in the Nordic construction industry. *Electronic Journal of Information Technologies in Construction*, Vol. 7, 1-26, 2000.
- SIENE, The Network on Information Standardisation, Exchanges and Management in Construction, <http://www.scpm.salford.ac.uk/siene/>, 2000.
- SURS, Statistični urad Republike Slovenije, [http://www.stat.si/novice\\_poglej.asp?ID=230](http://www.stat.si/novice_poglej.asp?ID=230), 2004.

# Uabilo na 26. zborovanje

## gradbenih konstruktorjev Slovenije

Bled, Festivalna dvorana  
28.-29. oktober 2004



Slovensko društvo  
gradbenih konstruktorjev

SDGK

Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev

### ● **Prijava**

Svojo udeležbo na zborovanju prijavite s tem, da nam pošljete izpolnjeno prijavo, ki jo odrežete od tega vabila in nakažete kotizacijo na naslov:

**Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev,  
Jamova 2, 1000 Ljubljana.**

Kotizacijo nakažite na TR Slovenskega društva gradbenih konstruktorjev **02085-0015319187** s pripisom za 26. zborovanje gradbenih konstruktorjev. Prijavi priložite potrdilo o plačani kotizaciji.

Za dodatne informacije lahko pokličete Franca Sajeta ali Jožeta Lopatiča po telefonu na št.: **01 476 8500** ali pošljete elektronsko pošto na naslov: [jlopatic@fgg.uni-lj.si](mailto:jlopatic@fgg.uni-lj.si).

### ● **Kotizacija**

Kotizacija za udeležbo na zborovanju, v kateri so zajeti stroški organizacije in publikacije zborovanja, kakor tudi stroški družabnega srečanja, znaša **34.000 SIT** na osebo v primeru plačila do **10. oktobra 2004**, oziroma 39.000 SIT v primeru kasnejšega plačila. Za upokoјence in študente znaša kotizacija 15.000 SIT. Kotizacija je prenosljiva na drugo osebo, ne bomo pa je vračali. Avtorji prispevkov pri kotizaciji nimajo popusta.

### ● **Promocija dejavnosti**

Na podlagi dogovora z organizatorjem bo na zborovanju mogoča tudi promocija vaših izdelkov in storitev.

## Prijava za 26. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije 28. in 29. oktobra 2004

Ime in priimek: \_\_\_\_\_

Davčna številka: \_\_\_\_\_

Podjetje oz. ustanova: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

Naslov: \_\_\_\_\_

Kotizacija je bila nakazana na transakcijski račun Slovenskega društva gradbenih konstruktorjev, Jamova 2, Ljubljana, št. 02085-0015319187.

Telefon: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Potrdilo o plačani kotizaciji je priloženo.

## PRIPRAVLJALNI SEMINARJI IN IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE ZA GRADBENO STROKO V LETU 2004

SEMINAR		IZPIT		
Časovni termin		Osnovni in dopolnilni	Revidiranje	ZGO - C
oktober	18. – 19. (za ZGO-C)	11.10.		Pisni: 02.10. Ustni: 14.10.
november	15. – 18.		29.11.	Pisni: 13.11. Ustni: 24.11.
december		13.12. 14.12.		

**A. PRIPRAVLJALNI SEMINARJI:**

Pripravljalne seminarje organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovska 3, 1000 Ljubljana;**

Telefon/fax: (01) 422-46-22;

e-naslov: [gradb.zveza@siol.net](mailto:gradb.zveza@siol.net).

Seminar vključuje **izpitne programe** za:

1. odgovorno projektiranje (osnovni in dopolnilni strok. izpit)
2. odgovorno vodenje del (osnovni in dopolnilni strok. izpit)
3. odgovorno vodenje posameznih del
4. tehnike in inženirje, ki so vpisani v posebni imenik odgovornih projektantov pri IZS po 100.e čl. ZGO – **(ZGO-C)**.

(Vsi posamezni programi so dostopni na spletni strani IZS – MSG: <http://www.izs.si>, v rubriki »Strokovni izpiti«, pod naslovom »Gradiva«!)

K seminarju vabimo tudi kandidate drugih inženirskih strok, ki se lahko pridružijo predavanjem iz splošnega dela programa.

**Cena** za udeležence **seminarja** po izpitnih programih 1., 2. in 3. točke znaša 102.000,00 SIT z DDV, po izpitnem programu 4. točke in za splošni del programa pa 51.600,00 SIT z DDV.

Seminar ni obvezen, zato je izvedba seminarja odvisna od števila prijav (najmanj 20).

Udeleženca prijavi k seminarju plačnik (podjetje, družba, ustanova, sam udeleženec...). Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju (ZDGITS) najkasneje 15 dni pred pričetkom določenega seminarja in zraven poslati kopijo dokazila o plačilu kotizacije.

Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), izpitni program (1./2./3./4./ - Glej zgoraj!), naslov udeleženca ter natančni naslov in davčno številko plačnika.

Poslovni račun ZDGITS je 02017-0015398955; davčna številka 79748767.

**B. STROKOVNI IZPITI**

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS), Jarška 10-B, 1000 Ljubljana**. Informacije je mogoče dobiti na spletni strani IZS <http://www.izs.si> (kjer se nahajajo vse informacije o strokovnih izpiti, izpitni programi in prijavni obrazec!) in po telefonu (01) 547-33-15 vsak delavnik od 9.00 do 13.00 ure.

# NOVI DIPLOMANTI GRADBENIŠTVA

## UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Vinko Kralj**, Analiza temeljenja objekta "VDC" Zagorje ob Savi, mentor doc. dr. Janko Logar

**Zlatko Radman**, Nekatero značilnosti izdelave programov za javna naročila investicijskega značaja – primer investicijskega programa za Osnovno šolo v Podzemlju, mentor doc. dr. Maruška Šubic-Kovač

**Breda Andreja Rok**, Poškodbe na asfaltnih voziščih, mentor prof. dr. Janez Žmavc

**Aleš Grmšek**, Karta ogroženosti območja Občine Gorenja vas – Poljane pred zemeljskimi plazovi, mentor doc. dr. Janko Logar

**Zikret Šabić**, Uporaba pr EN 1991-1-6 pri AB stavbi, mentor prof. dr. Janez Duhovnik

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Katarina Vavtar**, Čiščenje pesticidov iz pitne vode z reverzno osmozo, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare

**Matjaž Filipčič**, Analiza zaloga stavbnih zemljišč, njihove komunalne opremljenosti in cen v Občini Sežana, mentor doc. dr. Maruška Šubic-Kovač

**Gašper Mav**, Optimizacija delovanja betonskega zadrževalnika in usedalnika z 2D meritvami in modelno hidravlično raziskavo, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare, somentor doc. dr. Primož Banovec

**Dejan Hribar**, Analiza asfaltnih zmesi, mentor prof. dr. Janez Žmavc

**Jerica Rihar**, Primeri modeliranja ploskovnih konstrukcij s končnimi elementi, mentor doc. dr. Boštjan Brank

**Robert Korenjak**, Računalniški program za analizo enostavnih ploskovnih konstrukcij, mentor doc. dr. Boštjan Brank

**Saša Miklavžin**, Numerični model predora Trojane v območju nizkega nadkritja pod poseljenim območjem, mentor doc. dr. Janko Logar

**Gregor Vilhar**, Stabilnostne presoje Macesnikovega plazu nad Solčavo in možnosti sanacije, mentor izr. prof. dr. Bojan Majes

**Damjan Reščič**, Strojno razvrščanje lesa z uporabo umetnih nevronske mreže, mentor izr. prof. dr. Goran Turk

**Dušan Ružič**, Primerjava standardov pri analizi industrijskega objekta, mentor doc. dr. Dejan Zupan, somentor asist. dr. Bojan Čas

**Aleš Verbnik**, Upravljanje malih umetnih vodnih teles, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor doc. dr. Primož Banovec

**Gorazd Novak**, Hidravlično modeliranje hidroenergetskih objektov, mentor prof. dr. Franc Steinman

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Alen Balažič**, Sovprežni cestni most razpona 70 m, mentor izr. prof. dr. Stojan Kravanja

**Roman Gobec**, Vpliv dodatkov na kakovost bitumenskih membran – hidroizolacij ravnih streh, mentor pred. Samo Lubej, somentor doc. dr. Andrej Štrukelj

**Vladimir Krajcer**, Raziskave in sanacije plazišč, mentor izr. prof. dr. Stanislav Škrabl, somentor izr. prof. dr. Bojan Žlender

**Bojan Marko**, Protipožarna analiza jeklenih konstrukcij, mentor izr. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor pred. Boris Visočnik

**Davor Mislović**, Zasnova in analiza jeklene hale 25x75 m s programskim paketom Tower, mentor izr. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor pred. Bojan Visočnik

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Boštjan Duronjič**, Varovanje ceste pod meljskim hribom, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor izr. prof. dr. Stanislav Škrabl

**Andrej Petelinšek**, Dimenzioniranje voziščne konstrukcije in armirani protihrupni nasipi na AC priključku Celje – Zahod, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor izr. prof. dr. Stanislav Škrabl

**Urban Pinter**, Stabilnostne analize na osnovi centrifugalnih modelnih preiskav, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor izr. prof. dr. Stanislav Škrabl

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

**Andrej Pajk**, Racionalnost uporabe opažnega sistema Noe pri izgradnji aeracijskega bazena, mentorja doc. dr. Andrej Štrukelj in izr. prof. dr. Duško Uršič

**Jure Razpotnik**, Termična obdelava pepela iz sežigalnice komunalnih odpadkov za uporabo v betonu, mentorja red. prof. dr. Radomir Ilič in izr. prof. dr. Tanja Markovič Hribernik

### POPRAVEK

V julijski številki je bilo v pasici v desnem stolpcu na strani 172 napačno navedeno ime fakultete, kjer so v nadaljevanju navedeni diplomanti končali študij. Pravilno ime je Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo.

Za napako se opravičujemo.

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

# KOLENDAR PRIREDITEV

**14.10.2004**

**4. Dan inženirjev in arhitektov**

Maribor, Slovenija  
www.izs.si  
izs@izs.si

**14.10. - 15.10.2004**

**B4E Building for European Future**

Maastricht, Nizozemska  
www.b4e.org  
info@b4e.org

**18.10 - 22.10.2004**

**11th ITS World Congress**

Nagoya, Japonska  
www.verfis.or.jp  
office@its-jp.net

**19.10 - 22.10.2004**

**IABMAS Conference Bridge Maintenance, Safety and Management**

Kyoto, Japonska

**20.10 - 22.10.2004**

**7. Slovenski kongres o cestah in prometu**

Portorož, Slovenija  
DRC, Masarykova 14, Ljubljana

**21.10 - 23.10.2004**

**Durability and Maintenance of Concrete Structures**

Dubrovnik, Hrvaška  
secon@grad.hr

**28.10. - 29.10.2004**

**26. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije**

jljopatic@fgg.uni-lj.si

**28.10 - 31.10.2004**

**ISEAT 2004 4th International Symposium on Asphalt Emulsion Technology**

Washington DC, ZDA  
www.aema.org  
krissoff@aema.org

**25.11 - 26.11.2004**

**9. kolokvij o asfaltih in bitumnih ZAS, Združenje asfalterjev Slovenije**

Hotel Larix, Kranjska gora, Slovenija  
www.zdruzenje-zas.si

**19.2 - 22.2.2005**

**IABSE Conference Role of Structural Engineers Towards Reduction of Poverty**

New Delhi, Indija  
www.iabse.org

**19.4 - 21.4.2005**

**Traffex, NEC**

Birmingham, Anglija  
www.traffex.com  
traffex@hgluk.com

**20.4 - 22.4.2005**

**Prago Traffic**

Praga, Češka  
www.pragotrafic.cz  
wontrobova@abf.cz

**2.5 - 5.5.2005**

**ITS America 15th Annual Meeting & Exposition**

Phoenix, Arizona, ZDA  
www.itsa.org/annualmeeting.html  
editor@itsa.org

**21.5 - 24.5.2005**

**International Parking Conference & Exposition 2005**

Fort Lauderdale, Florida, ZDA  
www.parking.org  
ipi@parking.org

**1.6 - 3.6.2005**

**5th European Congress and Exposition on ITS**

Hannover, Nemčija  
www.hgluk.com  
b.butler@hgluk.com

**8.6 - 13.6.2005**

**Conference EUROSTEEL 2005 Research, Eurocodes, Design and Construction of Steel Structures**

Maastricht, Nizozemska

**13.6 - 16.6.2005**

**11th Joint CIB International Advantages for Real Estate and Construction Sector**

Helsinki, Finska  
www.ril.fi/cib205  
kaisa.venalainen@ril.fi

**27.6 - 29.6.2005**

**2005 RETC 16th Rapid Excavation & Tunneling Conference & Exhibit**

Seattle, Washington, ZDA  
www.retc.org/retc\_CallForPapers.cfm  
davis@smenet.org

**27.6 - 30.6.2005**

**ESREL 2005 European Safety and Reliability Conference**

Gdynia-Sopot-Gdansk, Poljska  
www.esrel2005.am.gdynia.pl  
esrel2005@am.gdynia.pl

**5.7 - 7.7.2005**

**6th International Congress Global Construction: Ultimate Concrete Opportunities**

Dundee, Škotska, VB  
www.ctucongress.co.uk

**19.7 - 21.7.2005**

**Conference AESE 2005 Advances in Experimental Structural**

Engineering  
Nagoya, Japonska

**7.8 - 10.8.2005**

**2005 ITE Annual Meeting and Exhibit**

Melbourne, Victoria, Avstralija  
www.ite.org/meetcon/index.html  
ite\_staff@ite.org

**14.9 - 16.9.2005**

**IABSE Annual Meetings and IABSE Symposium Structures and Extreme Events**

Lisboa, Portugalska

Rubriko ureja • Jan Kristjan Juteršek, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: [msg@izs.si](mailto:msg@izs.si)



tiskarna

**kočevski tisk**  
**kočevje**

d.d.

**REPROSTUDIO ●**  
**TISK ●**  
**KNJIGOVEZNICA ●**

Ljubljanska c. 18/a  
1330 Kočevje

Tel.: 01 89 30 120  
Fax: 01 89 30 130

E-mail: [info@kocevski-tisk.si](mailto:info@kocevski-tisk.si)  
<http://www.kocevski-tisk.si>