

GRADBENI VESTNIK

GLASILO
ZVEZE DRUŠTEV
GRADBENIH
INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV
SLOVENIJE



8-9-10
1 9 9 9

Glavni in odgovorni urednik:

Franc ČAČOVIČ

Lektor:

Alenka RAIČ - BLAŽIČ

Tehnični urednik:

Danijel TUDJINA

Uredniški odbor:

Sergej BUBNOV
mag. Gojmir ČERNE
prof. dr. Miha TOMAŽEVIČ
dr. Ivan JECELJ
Andrej KOMEL
Stane PAVLIN
dr. Franci STEINMAN

Tisk:

Tiskarna TONE TOMŠIČ d.d.
v Ljubljani

Revijo izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Karlovska cesta 3, telefon/faks: 061/221-587, ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo, Gradbenega inštituta ZRMK, Zavoda za gradbeništvo Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani ter Fakultete za gradbeništvo, Univerze v Mariboru.

Tiska Tiskarna Tone Tomšič d.d., Ljubljana.

Količina 1000 izv.

Letno izide 12 števil. Individualni naročniki plačajo letno naročnino v višini 3.000 SIT, študentje in upokojenci 1.500 SIT. Gospodarske organizacije in podjetja plačajo letno naročnino za 1 izvod revije 35.000 SIT. Naročnina za naročnike v tujini znaša 100 USD. V ceni je všteti DDV.

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

VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave Articles, studies, proceedings

Stran 186
MIHA TOMAŽEVIČ

KRITERIJI IN PARAMETRI ZA PREPROJEKTIRANJE STARIH KAMNITIH ZIDANIH STAVB NA POTRESNIH OBMOČJIH

CRITERIA AND PARAMETRES FOR REDESIGN OF OLD STONE- MASONRY BUILDINGS IN SEISMIC REGIONS

Stran 199
M.TOMAŽEVIČ, I. KLEMENC, M. LUTMAN

IN SITU PREISKAVE ZIDOV IN POTRESNA ODPORNOST KAMNITIH HIŠ NA BOVŠKEM

IN SITU TESTS OF WALLS AND SEISMIC RESISTANCE OF STONE-MASONRY HOUSES IN THE REGION OF BOVEC

Stran 209
B. KOVAČIČ, A. ŠTRUKELJ, G. LIPNIK

OBREMENILNI PREIZKUSI MOSTOV Z UPORABO LASERSKE GEODETSKE OPREME (NIKON-EPS)

THE BRIDGE LOADING TESTS USING THE LASER GEODETICAL EQUIPMENT (NIKON-EPS)



Stran 215
V. MLINARIČ, R. LONČARIČ, T.E.V. ŠIMIČ

OPTIMALNA RAZMESTITEV OPAŽEV Z UPORABO PRILAGOJENE TRANSPORTNE METODE

OPTIMAL DISTRIBUTION OF FORMWORK THROUGH APPLICATION OF ADOPTED TRANSPORT METHOD

Stran 221
M. ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, J. KRESAL

OZELENJENE STREHE

GREEN-CLAD ROOFS



Stran 227
ZDGITS

ZAPISNIK REDNE SKUPŠČINE



Stran 239
BRANKO OZVALD

POMISLEKI OB NAŠIH NOVIH AKADEMSKIH NASLOVIH

JUBILEJ

Stran 241
RUDI RAJAR

JUBILEJ PROFESORJA DR. JANKA BLEIWEISA



Stran 243
MIHA TOMAŽEVIČ

OB 50-LETNICI DELOVANJA ZAVODA ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE



Stran 246
GORAZD HUMAR

PROF. SERGEJ BUBNOV - 85 PLODNIH LET



M. TOMAŽEVIČ: Kriteriji in parametri za projektiranje starih kamnitih stavb

KRITERIJI IN PARAMETRI ZA PREPROJEKTIRANJE STARIH KAMNITIH ZIDANIH STAVB NA POTRESNIH OBMOČJIH

CRITERIA AND PARAMETERS FOR REDESIGN OF OLD STONE-MASONRY BUILDINGS IN SEISMIC REGIONS

UDK 699.841 : 691.2.012.1 : 620.17

MIHA TOMAŽEVIČ

POVZETEK

Čeprav se s protipotresno utrditvijo obstoječim stavbam načeloma zagotavlja enaka potresna odpornost kot novim, pa se v skladu z določili EC 8 za doseganje širših socialnih, ekonomskih in kulturnozgodovinskih ciljev pri preverjanju potresne odpornosti lahko upošteva tudi zmanjšana računsko potresna obtežba. Pri kamnitih hišah je treba z ustrezno povezavo zidov najprej zagotoviti, da bo izpolnjena osnovna predpostavka vseh računskih modelov, tj. razporeditev potresne obtežbe na zidove v razmerju togosti. Prav tako je treba v izračunu upoštevati realne vrednosti mehanskih lastnosti materialov. Ker se te vrednosti lahko ugotovijo samo s terenskimi preiskavami, so v prispevku podana priporočila, kako na podlagi rezultatov preiskav določiti karakteristične vrednosti trdnosti, in katere vrednosti delnih faktorjev varnosti za mehanske lastnosti zidovja upoštevati v odvisnosti od zanesljivosti podatkov, ki jih uporabljamo v izračunih.

SUMMARY

Although the same degree of seismic resistance is generally required for seismically rehabilitated existing buildings as in the case of the new construction, design seismic loads may be reduced for redesign in order to optimise broader social, economic and historic goals. According to EC 8, this is the case of strengthening the entire building inventory in urban areas. In the redesign, the structural integrity should first be provided in order to fulfil the basic assumption of seismic resistance verification. The tying of the walls with steel ties represents an appropriate method. In the calculation, realistic values of material properties of stone-masonry, obtained by means of in-situ tests, should be considered. Recommendations are proposed for the determination of characteristic values of material properties as well as for partial safety factors of material properties in dependence on the reliability of data at disposition, which should be taken into account in seismic resistance verification.

Avtor:

Miha Tomaževič, prof.dr., direktor, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, Dimičeva 12

1. UVOD

Čeprav z današnjim znanjem, vgrajenim v sodobne predpise, in z današnjo tehnologijo gradnje novim gradbenim objektom že lahko zagotovimo, da varno prestanejo celo najmočnejše potrese, so obstoječi gradbeni objekti med potresom načeloma veliko bolj ranljivi. Teh ni malo, saj poleg stavb, ki so bile v preteklosti grajene na tradicionalen način brez načrtov, med obstoječe uvrščamo tudi vse tiste novejša stavbe in druge objekte, pri katerih potresna odpornost ni bila zagotovljena na način, ki ustreza sodobnim kriterijem. Pri vseh potresih se praviloma pokaže, da je škode in žrtev največ prav zaradi hudih poškodb ali porušitev obstoječih objektov, med katerimi so pri nas in v drugih evropskih deželah seveda najbolj številne, žal pa tudi najbolj ranljive, prav stare kamnite zidane hiše v zgodovinskih mestnih jedrih in na podeželju.

V prispevku ne bomo razpravljali o dosedanjih praksi, v kateri smo med celovito ali delno prenovo starih hiš le redkokdaj upoštevali strokovna priporočila za zagotavljanje potresne odpornosti in veljavno, čeprav včasih pomanjkljivo, tehnično regulativo za gradnjo na potresnih območjih. V upanju, da bomo na tem področju dosegli napredek, bomo predstavili nekatere sicer že prej poznane principe, ki jih zdaj uveljavlja tudi nova evropska regulativa, v sklopu katere se prvič pojavlja predpis, ki je v celoti posvečen protipotresnemu utrjevanju in popravilu stavb. To je predstandard Eurocode 8 - Projektiranje potresno odpornih konstrukcij, Del 1-4: Splošna pravila - utrditev in popravilo stavb (ENV 1998-1-4:1996, v nadaljevanju samo EC 8-1-4), ki, kot že pove naslov, določa pravila, ki jih moramo upoštevati pri posegih v obstoječe konstrukcije na potresnih območjih. Predstandard je že preveden v slovenščino, v kratkem pa bo z nacionalnim dokumentom za uporabo (SIST ENV 1998-1-4, nadaljevanju NDU) tudi uradno uveden kot

slovenski predstandard. Kot vsi ostali iz družine Eurocode je tudi EC 8-1-4 v državah Evropske unije in pri nas šele v fazi predstandarda, tj. v neobvezni uporabi. Kot pa je znano, bodo predstandardi pred obvezno uporabo doživeli še precej sprememb.

EC 8-1-4 je pravzaprav mešanica predpisa in priročnika, ki je nastal zaradi tega, ker:

- "stare konstrukcije niso bile projektirane za potres, pač pa je bila upoštevana le običajna obtežba, čeprav včasih samo posredno v obliki tradicionalnih pravil konstruiranja;
- z današnjim znanjem ovrednotena potresna nevarnost lahko pokaže potrebo po utrditvi širšega območja;
- so posledica potresa lahko resna popravila".

V prispevku bomo predstavili tudi bistvene kriterije za izbiro tehnoloških ukrepov za utrditev in popravilo kamnitih zidanih stavb, podali in komentirali pa bomo tudi eksperimentalno ugotovljene vrednosti nekaterih najpomembnejših parametrov, ki jih moramo upoštevati pri računskem preverjanju potresne odpornosti med preprojektiranjem. Še tako točen račun namreč ne more dati zanesljive ocene o potresni odpornosti konstrukcije, če v njem upoštevani podatki ne ustrezajo dejanskemu stanju. Razpoložljivih podatkov o dejanskih vrednostih računskih parametrov pa je pri nas in po svetu zelo malo.

2. KRITERIJI ZA UTRDITEV IN POPRAVILA

2.1 Splošni kriteriji in postopki

Odločitev, ali bomo konstrukcijo samo popravili ali pa jo bomo utrdili, je odvisna od njene potresne odpornosti. Če je odpornost ustrezna

in so nastale poškodbe posledica vnaprej predvidenih procesov disipacije energije, bomo poškodovano konstrukcijo s "popravilom" vrnili v prvotno stanje. Če pa poškodbe po potresu presegajo v projektu predvideni obseg, je bila odpornost konstrukcije premajhna. Konstrukcijo s posebnimi ukrepi "utrđimo," da bo sposobna prevzeti predvideno potresno obtežbo, pri tem pa seveda popravimo tudi vse poškodbe. Medtem ko popravljamo le stavbe, ki jih je potres že poškodoval, pa lahko utrđujemo tudi nepoškodovane stavbe. Če smo s preverjanjem potresne odpornosti ugotovili, da potresna odpornost ni ustrezna, je zaželeno, da stavbo utrđimo preventivno. Vnaprejšnji utrđitvi še nepoškodovane stavbe rečemo tudi "rehabilitacija."

Ko se odločamo za popravilo ali utrditev konstrukcije, upoštevamo številne kriterije. Osnovni kriteriji so tehnične narave. Od dejanske potresne odpornosti stavbe, ki jo ugovimo le s preiskavami materialov in z računskimi analizami, je odvisna vrsta ukrepov in njihov obseg. Od vrste konstrukcije in njenega stanja je odvisna tudi izvedljivost in učinkovitost posegov, s katerimi nameravamo izboljšati potresno odpornosti. Pred končno odločitvijo pa moramo skrbno preučiti tudi nekaj čisto splošnih kriterijev, ki so povezani s stroški posegov in pomembnostjo stavbe, razpoložljivostjo ustrezne tehnologije in usposobljenostjo delovne sile, trajanjem del in problemi bivanja. Če imamo opravka s kulturno-zgodovinskim spomenikom, kar v primeru kamnitih zidanih hiš ni redkost, moramo še posebej skrbno upoštevati tudi principe, ki veljajo za ohranitev arhitekturne kulturne dediščine.

Pred odločitvijo o posegu v konstrukcijo moramo stavbo dobro poznati, zato najprej izdelamo temeljito diagnozo. Ugotoviti moramo vrsto in splošno stanje konstrukcije in njenih posameznih elementov, z vsemi spremembami, ki jih je doživela

M. TOMAŽEVIČ: Kriteriji in parametri za projektiranje starih kamnitih stavb

v življenjski dobi. Če imamo na razpolago načrte, moramo preveriti, koliko se dejansko stanje ujema z načrti. Če načrtov ni, izdelamo posnetek dejanskega stanja. Konstrukcijo pregledamo in ugotovimo vrsto in obseg morebitnih poškodb. Ravno tako ugotovimo, kakšni so temelji in temeljna tla. Predvsem pa moramo ugotoviti vrsto in kakovost materialov ter mehanske lastnosti številčno ovrednotiti. Vse to v navodilih določa tudi EC 8-1-4.

Preiskave, ki se jih, ker menimo, da so predrage, ponavadi tako branimo, so pri tem neizogibne. Zavedati se moramo, da preiskav ne izvajamo zaradi zahtev predpisa, pač pa predvsem zato, ker nam dober projekt, narejen na podlagi temeljitega poznavanja dejanskega stanja konstrukcije in materialov, lahko prihrani precej nepotrebnih stroškov. Predvsem pa nam dobra diagnoza konstrukcije edina omogoča izdelati zanesljivo oceno velikosti predvidenih stroškov utrditve ali popravila, na podlagi katerih se sploh odločimo za poseg.

S sondažnimi izkopi ugotovimo stanje temeljev in temeljnih tal. Z odstranitvijo ometa na primernih mestih po tlorisu in po višini stavbe lahko ugotovimo, kateri deli so bili dozidani ali prezidani. Z odpiranjem zidovja ugotavljamo vrsto in strukturo zidovja, ki je zelo odvisna od lokalnih razmer. Za zidanje kamnitih hiš se navadno uporablja lokalno pridobljeni kamen, zato kamniti zid v stari Ljubljani, kjer prevladuje grajski kamen, sljudnati kremenov peščenjak, ni enak zidu kamnitih hiš v Posočju, kjer je kamen apnenec. Različen je tudi način zidanja: medtem ko je npr. v prvem primeru zid razmeroma homogen, sta v drugem nosilna sloja zelo izrazita. Samo z odpiranjem lahko ugotovimo tudi vrsto, sestavo in stanje stropnih konstrukcij ter ugotovimo, v kakšnem stanju so zidne vezi - če nam ključni na fasadah povedo, da so bile vezi sploh vgrajene. Če so vezi v dobrem stanju in so vgrajene na pravih mestih, jih lahko pri preprojektiranju upoštevamo.

Da bi ugotovili mehanske lastnosti zidovja, med pregledom stavbe odvezamo vzorce kamna, opeke in malte in jih kasneje preiščemo v laboratoriju. Žal o nosilnosti zidovja samo na podlagi rezultatov preiskav sestavnih materialov ne moremo zanesljivo sklepati. To je mogoče le v primeru, če imamo na razpolago rezultate preiskav nosilnosti zidovja, sezidanega na podoben način in z materiali enakih mehanskih lastnosti, kot jih imajo materiali, ki smo jih odvzeli za preiskavo. Če podatkov nimamo, se preiskavam lastnosti zidovja ne moremo izogniti, posebej če gre za večjo skupino hiš, ki jih nameravamo utrditi. Preiskave navadno izvedemo na sami stavbi, saj je odvzem ustrezno velikega kosa zidu in prenos v laboratorij ponavadi bolj zahteven kot preiskava na stavbi.

Z nedestruktivnimi preiskavami, ki jih za ugotavljanje mehanskih lastnosti kamnitega zidovja včasih ponujajo tržno usmerjeni laboratoriji, kot so infrardeča tomografija, ultrazvočne preiskave, radarsko-sonarne preiskave in podobno, ne moremo ugotoviti kaj več kot približno strukturo kamnitega zidu. Še veliko primerjalnih kalibracijskih preiskav in razvoja bo treba, da bomo z njimi lahko ugotovili tudi mehanske lastnosti zidovja, kot so tlačna in strižna trdnosti ter elastični in strižni modul. So nam pa te preiskave lahko v pomoč, ko ugotavljamo splošno stanje, potem ko že poznamo mehanske lastnosti.

2.2 Računska potresna obtežba

Osnovni kriterij za odločitev o nujnosti in obsegu posegov v konstrukcijo stavbe je potresna odpornost. Če z računom ocenjena potresna

odpornost ni dovolj velika, da bi stavba prestala pričakovani potres s sprejemljivim obsegom poškodb, je treba konstrukcijo utrditi. Z dobrim računskim modelom bomo z analizo lahko ugotovili tudi razloge in mesta nastanka možnih poškodb in tako, na splošno rečeno, izbrali prave utrditvene posege in jih tudi izvedli na pravih mestih. Pri stanovanjskih kamnitih zidanih hišah v mestih in na podeželju so postopki razmeroma enostavni, medtem ko pri monumentalnih stavbah, v glavnem kulturno-zgodovinskih spomenikih, kot so sakralni objekti, ki so tudi sezidani iz kamna, analize zahtevajo več znanja in precej bolj zahtevne računske modele.

V splošnem se pri preprojektiranju obstoječih stavb upošteva enak nivo računske potresne obtežbe kot pri novih konstrukcijah. Po EC 8 se računska potresna obtežba, izražena z mejnim računskim koeficientom prečne sile v pritličju $BCS_{d,u}$, tj. z razmerjem med računsko potresno obtežbo in težo stavbe, izračuna z enačbo:

$$BSC_{d,u} = \frac{a_g S \beta_0}{q} \quad (1)$$

kjer je a_g računski pospešek tal, S parameter tal, β_0 maksimalna spektralna vrednost, konstantna na območju lastnih nihajnih dob med $T = 0.1$ s in $T = 0.4$ s, in q faktor obnašanja konstrukcije. Če predpostavimo, da je po določilih EC 8 vrednost parametra tal $S = 1.0$, kar velja za dobra tla, $\beta_0 = 2.5$, kar velja za zidane konstrukcije, in $q = 1.5$, kar velja za navadne zidane konstrukcije, ter upoštevamo vrednosti računskega pospeška tal,

Stopnja	VI	VII	VIII	IX
a_g	0.05	0.10	0.20	0.30
$BCS_{d,u}$	0.08	0.17	0.33	0.50

Preglednica 1: Računske vrednosti mejnega koeficienta prečne sile za preverjanje potresne odpornosti starih kamnitih hiš po EC 8

ki jih za posamezna območja seizmičnosti predpisuje slovenski NDU za EC 8, lahko izračunamo, da moramo pri preprojektiranju kamnitih zidanih hiš upoštevati kot merilo za potresno odpornost vrednosti $BCS_{d,u}$, navedene v preglednici 1.

Lahko ugotovimo, da so vrednosti, ki jih moramo upoštevati pri preprojektiranju starih kamnitih hiš na območjih VIII. in IX. stopnje intenzitete, razmeroma visoke. Praksa kaže, da so z običajnimi tehničnimi ukrepi vrednosti višje od 0.3 težko dosegljive, predvsem pri hišah, višjih od dveh nadstropij. Na drugi strani pa tudi izkušnje po potresih dokazujejo, da so zahteve EC 8 nerealno stroge. Kar nekaj je že dokazov, da so se hiše med potresom zadovoljivo obnašale, čeprav so bile vrednosti potresne odpornosti, izračunane z upoštevanjem dejanskih vrednosti lastnosti materialov, nižje od zahtevanih za dano območje.

EC 8-1-4 dopušča, da se zaradi optimizacije širših socialnih, ekonomskih in kulturno-zgodovinskih ciljev, računsko potresna obtežba izjemoma zniža le v primeru:

1. ko predvideni stroški obnove celotnega gradbenega fonda na posameznem območju narastejo čez vse meje oziroma
2. ko upoštevanje računskih potresnih sil zahteva popolnoma nesprejemljive tehnične ukrepe pri kulturnozgodovinskih spomenikih.

EC 8-1-4 dopušča zmanjšanje računskega pospeška tal tudi v odvisnosti od preostale življenjske dobe objekta. V predlogu slovenskega NDU je faktor zmanjšanja v primeru, ko je preostala življenjska doba 50 let ali več, enak 1.00 (ni zmanjšanja) in pade na 0.67, ko je preostala življenjska doba samo 15 let ali manj. Faktor zmanjšanja po NDU tudi v nobenem drugem primeru ne sme biti manjši od 0.67.

Izkušnje kažejo, da bi pri starih

kamnitih zidanih hišah v skladu z določili EC 8-1-4 lahko zmanjšali računsko potresno obtežbo na območjih VIII. in IX. stopnje. Zaradi specifičnosti zasnovane kamnitih zidanih hiš in vrste tehničnih ukrepov za njihovo utrditev, ki jih moramo v vsakem primeru izvesti celovito, ker sicer ne bi bili učinkoviti, zmanjšanje računsko obtežbe na območjih VII. in VI. stopnje namreč ni smiselno. Če za zmanjšanje obtežbe tudi na območju IX. stopnje upoštevamo maksimalni faktor, ki ga predlaga slovenski NDU, tj. 0.67, na območju VIII. stopnje pa računsko obtežbo zmanjšamo v razmerju računskih pospeškov tal, dobimo vrednosti računskega koeficienta prečne sile, ki so navedene v preglednici 2.

Stopnja	VI	VII	VIII	IX
a_g	0.05	0.10	0.20	0.30
$BCS_{d,u}$	0.08	0.17	0.25	0.33

Preglednica 2: Predlog za zmanjšane računsko vrednosti mejnega koeficienta prečne sile za preverjanje potresne odpornosti starih kamnitih hiš

Kot so pokazale analize, so te vrednosti tudi pri višjih stavbah dosegljive z običajnimi tehničnimi ukrepi, hkrati pa predstavljajo realne zahteve, za katere ni opravičila, da jih pri preprojektiranju ne bi upoštevali.

Treba pa je poudariti, da je preverjanje potresne odpornosti kamnitih zidanih hiš na računsko obtežbo, navedeno v preglednicah 1 in 2, smiselno le v primeru, ko povezanost zidov v višini stropnih konstrukcij zagotavlja, da se stavba med potresom obnaša celovito. To namreč omogoča, da se bo med potresom izkoristila razpoložljiva sposobnost sipanja energije, ki jo predpostavlja faktor obnašanja konstrukcije q .

3. RAZPOLOŽLJIVE TEHNIČNE REŠITVE IN NJIHOVA UČINKOVITOST

Tehnični ukrepi za zagotavljanje potresne odpornosti kamnitih zidanih hiš morajo sloneti na naslednjih kriterijih:

- zidovi morajo biti med seboj ustrezno povezani z vezmi, stropi pa morajo zagotoviti prenos potresnih sil na zidove, zato morajo biti utrjeni in ustrezno sidrani v zidovje. To prepreči nihanje zidov pravokotno na ravnino in zagotovi celovitost obnašanja konstrukcije,
- zidovi morajo biti enakomerno

razporejeni v obeh smereh stavbe, biti pa morajo tudi dovolj odporni, da bodo prevzeli pričakovano potresno obtežbo. V primeru ko je treba vgraditi nove elemente, se morajo ti razporediti enakomerno po tlorisu in višini, da se preprečijo morebitni neugodni torzijski vplivi,

- temelji morajo biti dovolj močni, da prevzamejo in prenesejo povečane mejne obremenitve z utrjenih elementov v temeljna tla.

Ukrepi so načeloma enostavni. Da bi zagotovili celovitost obnašanja hiše med potresom, zidovje povežemo z jeklenimi zidnimi vezmi, da bi izboljšali potresno odpornost, pa kamnito zidovje utrdimo z injektiranjem. Pri kamnitih hišah

M. TOMAŽEVIČ: Kriteriji in parametri za projektiranje starih kamnitih stavb

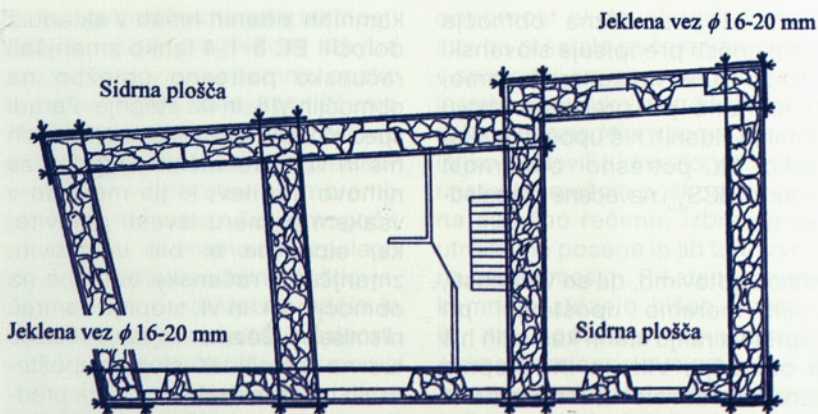
ni delnih rešitev. Hišo povežemo ali pa ne: če povežemo samo njen del, še ne zagotovimo, da se bo hiša med potresom obnašala celovito. Raziskave in izkušnje so pokazale, da tudi zidovja ni mogoče injektirati le deloma. Ker so dosegljive vrednosti trdnosti odvisne od strukture in trdnosti osnovnega zidu, z injektiranjem ne moremo doseči - tako kot s projektiranjem betonske mešanice - vnaprej določene trdnosti zidovja, ki bi konstrukciji zagotovila zahtevano stopnjo odpornosti.

3.1 Zagotavljanje celovitosti obnašanja

Celovito obnašanje konstrukcije je prvi pogoj, da se razpoložljiva potresna odpornost zidovja izkoristi v celoti, obenem pa je tudi prvi pogoj za zanesljivost naših računskih ocen. Ni treba posebej poudarjati, da je osnova vseh računskih modelov predpostavka, da stropne konstrukcije med potresom kot toge šipe v svoji ravnini raznašajo potresno obtežbo na posamezne zidove v sorazmerju z njihovo togostjo. Če ta predpostavka tudi v resnici ni izpolnjena, so rezultati računa vprašljivi.

Da bi zagotovili celovito obnašanje konstrukcije in skupno delovanje zidov kamnitih hiš med potresom, zamenjamo lesene stropne s ploščami, ki jih ustrezno sidramo in povežemo z zidovjem, bodisi zidovje povežemo z jeklenimi vezmi, obstoječe lesene stropne pa sidramo v zidove in, predvsem v primeru velikih razpetin, utrdimo z diagonalnimi vezmi. Zidne vezi položimo simetrično na obeh straneh zidu, navadno tik po stropom, na koncih pa jih sidramo z navojem in matico na jeklene podložne plošče (slika 1). Navadno uporabimo kar gladko betonsko jeklo, potrebno število in dimenzije palic pa praviloma določimo z računom. Na podlagi izkušenj se pri kamnitih hišah običajne velikosti uporabljajo palice premera 16 mm.

Osnovni podatki o učinkovitosti povezovanja zidovja so bili dobljeni



Slika 1: Zidne vezi, ki se vgradijo v višini stropov, zagotovijo celovitost obnašanja kamnite hiše med potresom, s čimer je izpolnjena ena osnovnih računskih predpostavk

po potresu na Kozjanskem leta 1974 (Boštjančič in sod., 1976). Novejše raziskave so pokazale (Tomažević in sod., 1993), da leseni stropi, ki niso sidrani v zidovje, ne morejo preprečiti ločevanja zidov, zaradi česar lahko pride do delne porušitve zgornjih nadstropij (slika 2a). Če pa zidove povežemo z jeklenimi vezmi, se stavba odzove na potres kot celovita konstrukcija, čeprav leseni stropi ostanejo (slika 2b). S tem da obdrži celovitost, se potresna odpornost zidane stavbe, še bolj

pa sposobnost disipacije energije, bistveno poveča. Rezultati raziskav so tudi pokazali, da zamenjava lesenih stropov s togimi masivnimi ploščami ni vedno potrebna, posebej če so stropi dovolj dobro ohranjeni, pa tudi dovolj močni ter togi za prevzem navpične obtežbe.

3.2 Utrjevanje zidovja z injektiranjem

Kot metoda za utrditev kamnitega

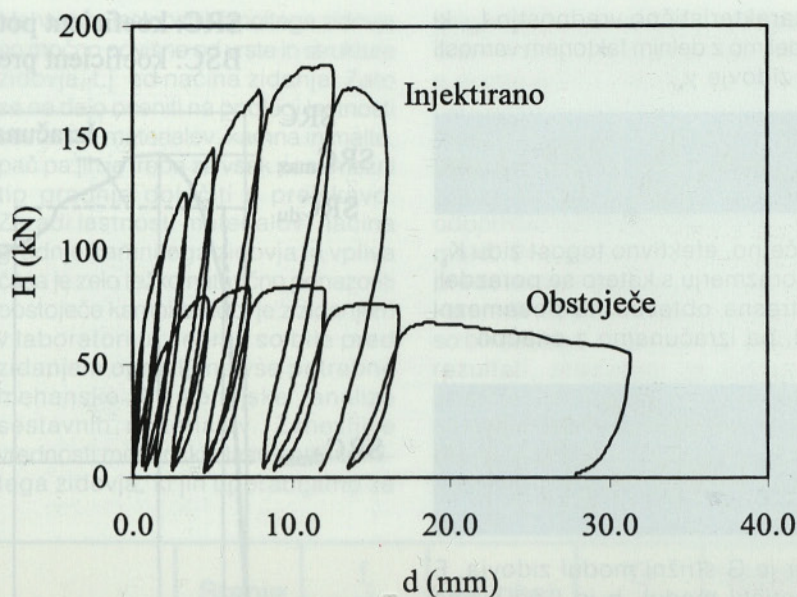


Slika 2: Porušitev modelov kamnitih hiš med preiskavo na potresni mizi.

a.) Model z nepovezanim zidovjem in
b.) Model z jeklenimi vezmi v višini stropov

in mešanega kamnito-opečnega zidovja je najbolj ustrezno sistematično injektiranje s cementno mešanico. Injekcijska masa, ki zapolni votline v zidovju, po strjevanju poveže dele zidu v monolitno strukturo. S tem se prepreči razpadanje in razslojevanje in zagotovi celovito obnašanje zidu med potresom, kar bistveno poveča potresno odpornost. Stopnja povečanja nosilnosti je odvisna od kakovosti obstoječega zidu. Če je zid šibak, je stopnja povečanja visoka, v primeru zidovja dobre kakovosti pa povečanje ni tako izrazito. Tipične odvisnosti med vodoravno silo in pomikom, dobljene z in situ preiskavo obstoječega in z injektiranjem utrjenega kamnitega zidu po potresu na Bovškem leta 1998, prikazuje slika 3. Kot kaže slika, se obenem z nosilnostjo z injektiranjem poveča tudi togost zidu. To pa opozarja, da je treba injektiranje izvesti enakomerno po celi tlorisni površini stavbe, sicer lahko zaradi povečane togosti posameznega zidu pride do sprememb pri porazdelitvi potresnih sil na zidove in s tem do neugodnih torzijskih vplivov med potresom.

Injektiranje zidovja s čisto cementno mešanico ima tudi svoje slabe strani, saj zaradi cementa in spremenjene strukture zidovja v zainjektiranem zidu nastane kapilarni sistem, po katerem potuje skupaj z raztopljenimi solmi voda, ki zaradi različnih razlogov vstopa v zidove. To povzroča odstopanje ometa in odlaganje kristaliziranih soli na površini, soli pa se zaradi higroskopičnosti še dodatno navlažujejo iz zraka. Ker je problem še posebej pereč pri kulturnozgodovinskih spomenikih s poslikavami zidov, smo raziskali možnosti zamenjave dela cementa z inertnimi materiali. Ugotovili smo, da se z zamenjavo cementa sicer zmanjša trdnost injekcijske mase, vendar to ne vpliva na odpornost zidu (Tomažević in Apih, 1993). Na podlagi rezultatov raziskav smo tudi ugotovili, da je mogoče sestavo mešanice sprojektirati v skladu z zahtevami posameznega primera. Žal se te možnosti v vsakdanji praksi



Slika 3: Primerjava potresne odpornosti obstoječega in z injektiranjem utrjenega kamnitega zidu

ne poslužujemo niti v primeru utrjevanja kulturnozgodovinskih spomenikov. Kljub neugodnim posledicam za bivanje v praksi še vedno raje uporabljamo čisto cementno mešanico, ki ji le včasih dodamo dodatke za higrofobiranje.

4. PREVERJANJE POTRESNE ODPORNOSTI

4.1 Računska metoda

Ko preverjamo potresno odpornost v skladu z zahtevami EC 8, moramo za celotno konstrukcijo in vsak njen element dokazati, da velja odvisnost:

$$E_d \leq R_d \quad (2)$$

kjer je E_d predpisana računsko potresna obtežba, ki deluje na element konstrukcije oziroma na stavbo, R_d pa računsko odpornost elementa konstrukcije oziroma stavbe. Pri kamnitih zidanih hišah, ki izpolnjujejo pogoj celovitosti delovanja konstrukcije med potresom, se pokaže, da prevladuje strižni mehanizem delovanja zidov, zato je tudi strižna nosilnost zidov odločilna. To računski

postopek močno predpostavi, saj v računu naredimo le zanemarljivo napako, če upogibne vplive zanemarimo. Ker so vrednosti strižnega modula kamnitega zidu bistveno manjše od vrednosti elastičnega modula, je tudi togost posameznih zidov premo sorazmerna površini vodoravnega prereza in je praviloma odvisna le od višine zidu, in ne toliko od vpetostnih pogojev.

Strižno odpornost zidu izračunamo z znano enačbo, ki sta jo v osnovni obliki razvila Turnšek in Čačovič (1971):

$$H_u = A_w \frac{f_t}{b} \sqrt{\frac{\sigma_o}{f_t} + 1} \quad (3)$$

kjer je H_u mejna računsko nosilnost zidu, A_w površina vodoravnega prereza zidu, f_t natezna trdnost, σ_o pa povprečna tlačna napetost v zidu zaradi navpične obtežbe. Če potresno odpornost preverjamo v skladu z EC 8, moramo izračunati mejno računsko nosilnost $H_{u,d}$. Seveda za to uporabimo enačbo (3), s tem da natezno trdnost zidu upoštevamo

s karakteristično vrednostjo f_{tk} , ki jo delimo z delnim faktorjem varnosti za zidovje γ_M :

$$H_{u,d} = A_w \frac{f_{tk}}{\gamma_M b} \sqrt{\frac{\sigma_o \gamma_M}{f_{tk}} + 1} \quad (3a)$$

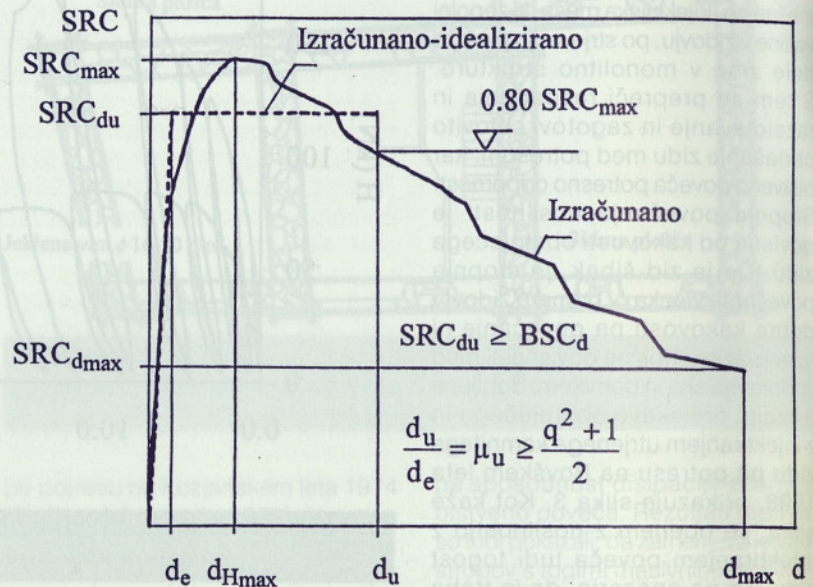
Začetno, efektivno togost zidu K_e , v sorazmerju s katero se porazdeli potresna obtežba na posamezni zid, pa izračunamo z enačbo:

$$K_e = \frac{G A_w}{1.2 h \left[1 + \alpha \frac{G}{E} \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right]} \quad (4)$$

kjer je G strižni modul zidovja, E elastični modul, h in l pa višina oziroma dolžina zidu. Koeficient α je odvisen od vpetostnih pogojev. $\alpha = 0.83$ v primeru polnovpetega in $\alpha = 3.33$ v primeru konzolnega zidu.

Za preverjanje potresne odpornosti kritične etaže stavbe je bila že pred leti izdelana računska metoda in pripravljen računalniški program (na začetku imenovan POR, kasneje SREMB - Tomažević, 1978), katere podlaga je bil prav strižni mehanizem obnašanja zidov (etažni mehanizem). Metoda je danes izpopolnjena, tako da omogoča analizo potresne odpornosti vseh vrst zidanih konstrukcij. Po tej metodi, ki spada med t.i. push-over metode, s stopnjema vsiljenimi pomiki izračunamo ovojnico odpornosti kritičnega nadstropja (Tomažević, 1997). S pomočjo izračunane etažne ovojnice odpornosti določimo koeficient potresne odpornosti in razpoložljivo globalno duktilnost, ti vrednosti pa primerjamo s predpisano projektno vrednostjo koeficienta prečne sile v pritličju in globalne duktilnosti, ki je funkcija predpisanega faktorja obnašanja konstrukcije (slika 4). Metodo smo že nekajkrat preverili s preiskavami modelov različnih vrst zidanih stavb na potresni mizi. Ugotovili smo, da se računski rezultati ujemajo z rezultati eksperimentov, če so le v računu upoštevani dejanski

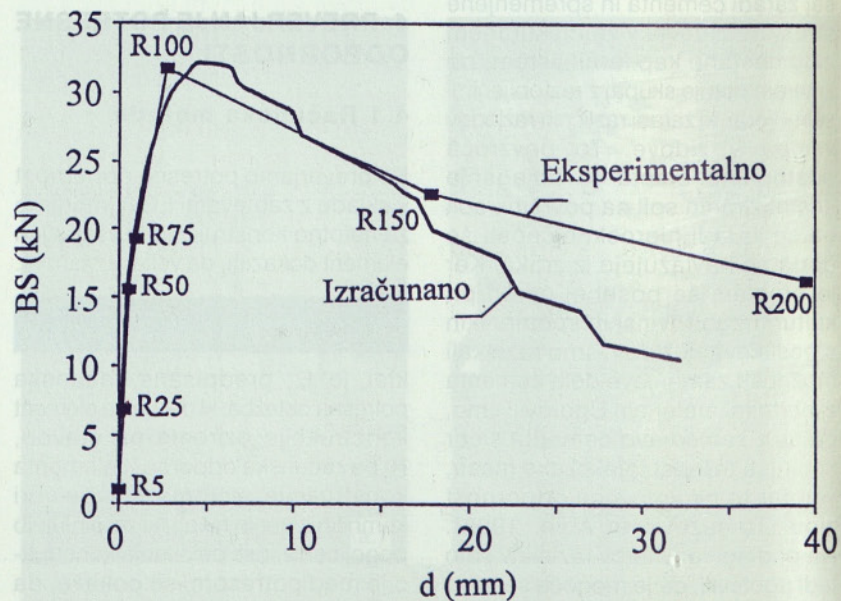
SRC: koeficient potresne odpornosti
BSC: koeficient prečne sile v pritličju



Slika 4: Preverjanje potresne odpornosti s pomočjo izračunane ovojnice odpornosti etaže

podatki o mehanskih lastnostih zidovja (slika 5). Izkušnje kažejo, da je ujanje glede odpornosti zelo dobro, manj dobro pa je lahko glede togosti, saj na to vplivajo vpetostni pogoji

zidov pri različnih sistemih zidanih konstrukcij in s tem povezani upogibni vplivi, ki pa se jih ne da vedno natančno računsko modelirati.



Slika 5: Primerjava med eksperimentalno in izračunano ovojnico odpornosti etaže

4.2 Mehanske lastnosti kamnitega zidovja

V enačbah za račun odpornosti in deformabilnosti zidov nastopajo tile parametri:

- tlačna trdnost zidovja, f ,
- strižna, f_v , oziroma natezna trdnost zidovja f_t ,
- modul elastičnosti (sekantni modul), E , in
- strižni modul, G .

Mehanske lastnosti kamnitega zidovja so močno odvisne od vrste in strukture zidovja, t.j. od načina zidanja. Zato se ne dajo oceniti na podlagi lastnosti sestavnih materialov, kamna in malte, pač pa jih je treba za vsak posamezni tip gradnje določiti s preiskavo. Zaradi lastnosti materialov, načina gradnje kamnitega zidovja in vpliva časa je zelo težko natančno ponazoriti obstoječe kamnito zidovje z zidanjem v laboratoriju, čeprav so bile pred zidanjem opravljene vse potrebne mehanske in kemijske analize sestavnih materialov. Zanesljive vrednosti mehanskih lastnosti kamnitega zidovja, ki jih uporabljamo za

preverjanje in analizo potresne odpornosti, lahko določimo samo s preiskavami zidovja na terenu.

Takšnih preiskav je bilo pri nas in v svetu v zadnjih dveh desetletjih, odkar se preverja tudi potresna odpornost kamnitih zidanih hiš, zelo malo. Prvi preiskani zidovi, ki so predstavljali zidovje podeželskih kamnitih hiše zelo slabe kakovosti, so bili sezidani v laboratoriju, dobljeni rezultati, predvsem za zidovje v obstoječem stanju, pa so bili zelo nizki (Turnšek in sod., 1978). S prvimi preiskavami potresne odpornosti dobljeni rezultati so bili podlaga

Vrsta zidu	Stanje	f_t (MPa)	inj./obst.	G (MPa)	inj./obst.
Kamniti zid na Kozjanskem*: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; vrednosti v predpisih	obst.	0.02	3.5	60	1.7
	inj.	0.07		100	
Kamniti zid v stari Ljubljani: mešanica sljudnatega kremenovega peščenjaka in apnenca; apnena malta z nepranim, blatnim peskom; razmeroma homogen zid	obst.	0.10	1.4	-	-
	inj.	0.14		100	
Mešani kamniti zid v stari Ljubljani**: mešanica sljudnatega kremenovega peščenjaka, apnenca in opeke; apnena malta z nepranim, blatnim peskom; razmeroma homogen zid	obst.	0.14	1.4	40	11.3
	inj.	0.19		450	
Kamniti zid na Bovškem: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; stanovanjske hiše	obst.	0.06	1.8	84	2.1
	inj.	0.11		174	
Kamniti zid na Bovškem**: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; javne stavbe	obst.	0.08	2.5	166	2.4
	inj.	0.20		404	

*: v laboratoriju sezidani zidovi

** : povprečje dveh rezultatov preiskav

Preglednica 3: Natezna trdnost f_t in strižni modul G kamnitega zidovja

M. TOMAŽEVIČ: Kriteriji in parametri za projektiranje starih kamnitih stavb

za projektne vrednosti, ki so jih za preverjanje potresne odpornosti kamnitih hiš predpisala tudi obvezna priporočila in odredbe za sanacijo po potresih v letih 1976 in 1979 prizadetih območij v Italiji oziroma Črni gori, uporabljale pa so se tudi pri nas. Ker jih je najti v priporočilih, se te vrednosti še danes uporabljajo za preverjanje potresne odpornosti kamnitih hiš pri nas in v Italiji.

Kasnejše, laboratorijske in predvsem terenske raziskave potresne odpornosti kamnitih zidov v stari Ljubljani so pokazale, da so dejanske vrednosti natezne trdnosti obstoječega zidovja lahko precej višje. Te vrednosti so bile upoštevane pri preverjanju potresne odpornosti med prenovo nekaterih stavb v stari Ljubljani, z njimi pa je bila seznanjena tudi strokovna javnost (Sheppard in Tomaževič, 1986). Analize potresne odpornosti kamnitih zidanih hiš, izdelane z upoštevanjem teh vrednosti, so bile podlaga za oceno realne računske potresne obtežbe, s katero naj se preverja potresna odpornost. Raziskave so povrnile stroške, saj je bilo na podlagi dejanskih vrednosti možno racionalizirati posege v konstrukcijo.

Z raziskavami smo ugotovili, da je trdnost kamnitega zidovja močno odvisna od vrste in načina gradnje, in da se vrednosti, dobljenih na posameznem območju, ne da posplošiti in privzeti za drugo območje oziroma za drugo vrsto kamnitega zidovja. Tudi s terenskimi preiskavami potresne odpornosti za Posočje značilnega kamnitega zidovja, ki smo jih izvedli po potresu 12.4.1998 na Bovškem (Tomaževič in sod., 1999), smo potrdili prej omenjene ugotovitve. Rezultate terenskih, in situ preiskav potresne odpornosti kamnitega zidovja povzemamo v preglednici 3.

Precej manj zanesljivih eksperimentalnih podatkov je na razpolago o tlačni trdnosti in modulu elastičnosti kamnitega zidovja. Predvsem ni zanesljivih rezultatov terenskih preiskav, ki so zaradi velikih sil, potrebnih za tlačno porušitev zidu, na terenu teže izvedljive kot preiskave potresne odpornosti. Razpoložljivi rezultati pri nas izvedenih preiskav so zbrani v preglednici 4. Kot kažejo dobljeni rezultati, je tlačna trdnost obstoječega kamnitega zidovja razmeroma majhna. Ker zidovje kamnitih hiš že v normalnih

razmerah nima velike rezerve v nosilnosti, so kakršnikoli posegi v nosilno konstrukcijo, kot so preboji ali nadzidava, lahko problematični ne le pri potresu, pač pa celo že v obstoječi situaciji za prevzem navpične obtežbe, lastne teže in obtežbe stropov.

4.2.1 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTI

V skladu z načeli EC 8 se pri preverjanju potresne odpornosti konstrukcij uporabljajo ti. karakteristične vrednosti trdnosti materialov, zmanjšane z delnim faktorjev varnosti za lastnosti zidovja γ_M . Po določilih standarda EN 1052-1, po katerem se določa tlačna trdnost zidovja, se preizkusijo trije vzorci, kot karakteristična trdnost f_k , pa se opredeli manjša vrednost izmed srednje vrednosti f_{sr} , deljene z 1.2, in najmanjše s preiskavo določeno vrednosti f_{min} :

$$f_k = \min(f_{sr}/1.2; f_{min}). \quad (5)$$

Ker postopek, s katerim določamo mehanske lastnosti zidovja s

Vrsta zidu	Stanje	f_t (MPa)	inj./obst.	G (MPa)	inj./obst.
Kamnit zid na Kozjanskem:* apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; vrednosti v predpisih	obst.	0.50	1.9	1950	4.2
	inj.	0.97		8200	
Kamnit zid v Črni gori:* apnenec; apnena malta s čistim peskom; srednje homogen zid	obst.	0.33	6.1	390	6.7
	inj.	2.00		2611	
Kamnit zid na Bovškem:** apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; stanovanjske hiše	obst.	0.98	-	2655	-
	inj.	-		-	

*: v laboratoriju sezidani zidovi

** : in-situ preiskava

Preglednica 4: Tlačna trdnost f in modul elastičnosti E kamnitega zidovja

preiskavo na terenu, ni standardiziran, lahko to določilo smiselno uporabimo tudi za določitev karakteristične vrednosti natezne trdnosti in tlačne trdnosti na podlagi rezultatov terenskih preiskav. Terenske preiskave potresne odpornosti in tlačne trdnosti zidovja so drage, tako da se navadno preišče le po en, v najboljšem primeru pa največ po dva preizkušanca istega tipa zidu. Zato predlagamo, da se kot karakteristično vrednost trdnosti, ki jo upoštevamo v računskih preverjanjih, upošteva bodisi povprečna vrednost dveh rezultatov bodisi posamezen rezultat, zmanjšan s faktorjem 1.2. Za posamezne vrste kamnitega zidovja predlagamo, da se kot karakteristične upoštevajo vrednosti, navedene v preglednicah 5 in 6.

4.2.2 DELNI FAKTOR VARNOSTI ZA LASTNOSTI ZIDOVJA γ_M

Vrednosti delnega faktorja varnosti za lastnosti zidovja γ_M se po EC 8 določijo glede na kontrolo kakovosti proizvodnje zidakov in nadzor med gradnjo. EC 8 za novogradnjo predpisuje pri najstrožji kontroli kakovosti proizvodnje in nadzoru vrednost $\gamma_M = 1.2$, pri srednje strogi kontroli $\gamma_M = 1.7$, če sploh ni kontrole in nadzora, pa $\gamma_M = 2.0$. EC 8, del 1-4 glede na dejstvo, da v primeru obstoječih konstrukcij s preiskavo na sami konstrukciji preiščemo že vgrajene materiale, s posebno obrazložitvijo dopušča tudi vrednosti γ_M , nižje od predpisanih.

Primerjava rezultatov računskih analiz z rezultati eksperimentov in z obnašanjem kamnitih hiš po potresih kaže, da je ujemanje med računom in dejanskim stanjem zelo dobro, če potresno odpornost hiš opišemo z ovojnico odpornosti, ki jo izračunamo po metodi, opisani v poglavju 4.1, in pri tem kot vhodni podatek za račun upoštevamo kar nereducirane vrednosti mehanskih lastnosti zidovja, ki smo jih ugotovili s terenskimi preiskavami. Z drugimi besedami, če predpostavimo, da je delni faktor varnosti za lastnosti

Vrsta zidu	Stanje	f_b (MPa)	G (MPa)
Kamniti zid na Kozjanskem: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; vrednosti v predpisih	obst.	0.02	60
	inj.	0.06	100
Kamniti zid v stari Ljubljani: mešanica sljudnatega kremenovega peščenjaka in apnenca; apnena malta z nepranim, blatnim peskom; razmeroma homogen zid	obst.	0.08	-
	inj.	0.12	100
Mešani kamniti zid v stari Ljubljani: mešanica sljudnatega kremenovega peščenjaka, apnenca in opeke; apnena malta z nepranim, blatnim peskom; razmeroma homogen zid	obst.	0.12	40
	inj.	0.16	450
Kamniti zid na Bovškem: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; stanovanjske hiše	obst.	0.05	80
	inj.	0.09	170
Kamniti zid na Bovškem: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; javne stavbe	obst.	0.07	170
	inj.	0.17	400

Preglednica 5: Karakteristične vrednosti natezne trdnosti f_b in računske vrednosti strižnega modula G za kamnito zidovje

zidovja enak kar $\gamma_M = 1.0$.

Če to ugotovitev upoštevamo, predlagamo v zvezi z upoštevanjem delnega faktorja varnosti za lastnosti kamnitega zidovja γ_M pri preprojekciranju naslednje priporočilo:

- če na danem območju in za dano vrsto kamnitega zidovja mehanske lastnosti določimo bodisi s terensko preiskavo bodisi s preiskavo v laboratoriju na preizkušancih, odvzetih iz obstoječega zidovja, pri izračunu

Vrsta zidu	Stanje	f_k (MPa)	E (MPa)
Kamniti zid na Kozjanskem: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; vrednosti v predpisih	obst.	0.40	1950
	inj.	0.80	8200
Kamniti zid v Črni gori: apnenec; apnena malta s čistim peskom; srednje homogen zid	obst.	0.28	390
	inj.	1.67	2600
Kamniti zid na Bovškem: apnenec; apnena malta z blatnim peskom; nehomogen zid; stanovanjske hiše	obst.	0.82	2600
	inj.	-	-

Preglednica 6: Karakteristične vrednosti tlačne trdnosti f_k in računske vrednosti modula elastičnosti E za kamnito zidovje

potresne odpornosti ne upoštevamo nobene dodatne varnosti oziroma predpostavimo, da je delni faktor varnosti enak kar $\gamma_M = 1.0$;

- če za dano vrsto kamnitega zidovja uporabimo vrednosti iz literature, npr. vrednosti iz preglednic 5 in 6, in med pregledom konstrukcije z odstranitvijo ometa in z odpiranjem zidovja dokažemo, da imamo opravka z enako vrsto zidovja, za katerega imamo podatke v literaturi, lahko upoštevamo vrednost delnega faktorja varnosti $\gamma_M = 1.2$.
- če za dano vrsto kamnitega zidovja uporabimo vrednosti iz literature, ne da bi s preiskavami na stavbi dokazali podobnost, moramo pri izračunu potresne odpornosti upoštevati vrednost delnega faktorja varnosti $\gamma_M = 1.7$.

Kadar je odločilna strižna porušitev zidu, lahko z enostavno oceno z enačbo (3a) ugotovimo, da je računski strižna odpornost zidane konstrukcije, izračunana z upoštevanjem delnega faktorja varnosti $\gamma_M = 1.2$, za približno 10 % manjša od odpornosti, izračunane brez dodatne varnosti ($\gamma_M = 1.0$), in približno 25 - 30 % manjša, če upoštevamo delni faktor varnosti $\gamma_M = 1.7$. Faktor zmanjšanja je odvisen od razmerja med tlačnimi napetostmi v zidu zaradi navpične obtežbe in strižno trdnostjo zidovja.

Za vrednosti računskega strižnega modula G in modula elastičnosti E uporabljamo srednje vrednosti, dobljene s terenskimi preiskavami.

4.3 Faktor obnašanja konstrukcije q

EC 8 določa, da se pri preverjanju potresne odpornosti navadnih zidanih konstrukcij upošteva vrednost faktorja obnašanja konstrukcije (faktorja redukcije elastičnih potresnih sil) $q = 1.5$. Eksperimentalne raziskave sicer kažejo, da je ta vrednost v

primeru navadnih zidanih konstrukcij, sezidanih z zidaki, nekoliko konzervativna. Še posebej, če potresne odpornosti ne preverimo z ovojnico odpornosti, tj. z metodo mehanizma, pač pa z drugimi metodami, ki rušnega mehanizma konstrukcije in s tem prerazporeditve sil na zidove po doseženem mejnem stanju nosilnosti ne upoštevajo. Na tak način izračunana nosilnost je praviloma nižja od dejanske, v sorazmerju z rezervo nosilnosti pa bi lahko faktor redukcije sil povečali.

Na podlagi poenostavljene definicije faktorja obnašanja konstrukcije lahko izračunamo, da mora v primeru, ko potresno odpornost preverjamo z etažno ovojnico odpornosti, konstrukcija pri faktorju $q = 1.5$ doseči globalni faktor duktilnosti $\mu_u = 1.6$ (slika 4). Eksperimentalne raziskave obnašanja modelov kamnitih hiš na potresni mizi so pokazale, da je mogoče doseči tudi večjo globalno duktilnost, vendar je pri njej padec odpornosti že razmeroma velik, hude pa so lahko tudi poškodbe v zidovju (Tomažević in sod., 1993). Zato lahko v EC 8 predpisano vrednost faktorja q za navadne zidane konstrukcije v primeru kamnitih zidanih hiš ocenimo kot sprejemljivo.

Pri tem se moramo zavedati, da vrednost faktorja obnašanja konstrukcije $q = 1.5$ upošteva predpostavko, da povezanost zidov v višini stropnih konstrukcij zagotavlja, da se stavba med potresom obnaša celovito. Kajti le v primeru celovitega obnašanja konstrukcije lahko pričakujemo, da se bo med potresom izkoristila razpoložljiva sposobnost sipanja energije, ki se odraža s faktorjem obnašanja konstrukcije. Čeprav je redukcija sil za navadne zidane konstrukcije, ki jo predpostavlja EC 8, razmeroma majhna, pa eksperimentalne raziskave kažejo, da v primeru, ko zidovje ni povezano, z duktilnostjo konstrukcije in redukcijo sil sploh ne moremo računati. Ustreznejšo sliko o potresni odpornosti stavbe v primeru nepovezanega zidovja dobimo, če odpornost preverimo na potresno obtežbo brez

redukcije, tj. z upoštevanjem faktorja obnašanja konstrukcije $q = 1.0$.

5. SKLEPNE UGOTOVITVE

Analize poškodb starih kamnitih hiš po potresih, eksperimentalne raziskave obnašanja pri potresni obtežbi, raziskave za ugotavljanje mehanskih lastnosti materialov in učinkov utrditvenih ukrepov, ter z njimi povezane parametrične analize potresne odpornosti so podlaga za izdelavo priporočil za protipotresno utrditev in preprojektiranje. Raziskave, izvedene v zadnjih desetletjih, in izkušnje po potresih so bile podlaga tudi za pripravo evropskega prestandarda Eurocode 8, del 1-4, Utrditev in popravila stavb, katerega uporabo z metodo platnic in nacionalnim dokumentom za uporabo uvaja tudi Slovenija. Tako kot že prej je tudi pri EC 8 osnovni kriterij za odločitev o protipotresni utrditvi potresna odpornost obstoječe konstrukcije. O tehničnih rešitvah in posegih v konstrukcijo pa poleg tega odloča še cela vrsta drugih kriterijev.

Oba bistvena razloga za neustrezno obnašanje starih kamnitih hiš med potresi, tj. neustrezno povezanost zidov v višini stropov in slabo kakovost kamnitega zidovja, lahko s tehničnimi ukrepi, katerih učinkovitost je bila preverjena z eksperimentalnimi raziskavami, odpravimo in s tem tudi kamnitim zidanim hišam zagotovimo zahtevano potresno odpornost. Celovitost delovanja konstrukcije dosežemo z vgrajevanjem jeklenih zidnih vezi, kamnito zidovje pa utrdimo z injektiranjem s cementno maso. Oba postopka se v praksi uspešno uporabljata že več kot dvajset let.

V projektu utrditve (EC 8 uveljavlja izraz "preprojektiranje") moramo z računom dokazati, da utrjena konstrukcija izpolnjuje dane zahteve. Načeloma moramo utrjenim obstoječim stavbam zagotoviti enako potresno odpornost kot novim. Glede na omejene tehnične možnosti, ki

omogočajo dosegljivost tega kriterija, in ekonomske ter druge kriterije pa v skladu z določili EC 8 priporočamo, da se pri preverjanju potresne odpornosti starih kamnitih hiš upošteva zmanjšana računska potresna obtežba. Izkušnje po potresih in eksperimentalne raziskave kažejo, da bo obnašanje kamnitih hiš še vedno ustrezno: med močnim potresom se stavbe ne bodo porušile, le obseg poškodb bo nekoliko večji kot v primeru, ko bi upoštevali zahteve za novogradnjo. Poškodbe pa ne bodo tolikšne, da se jih ne bi dalo popraviti. Zmanjšanje računske obtežbe v primeru starih kamnitih

hiš je v skladu tudi z nacionalnim dokumentom za uporabo EC 8. Za preverjanje potresne odpornosti se uporabljajo različne metode. Da bi bili rezultati računa zanesljivi, je treba pri kamnitih hišah z ustrezno povezavo zidov najprej zagotoviti, da bo izpolnjena osnovna predpostavka vseh računskih modelov, tj. razporeditev potresne obtežbe na zidove v razmerju togosti. Prav tako je treba v izračunu upoštevati realne vrednosti mehanskih lastnosti materialov. Ker se te vrednosti lahko ugotovijo samo s terenskimi preiskavami, so v prispevku v skladu z določili EC 8 podana priporočila,

kako na podlagi rezultatov preiskav določiti karakteristične vrednosti trdnosti, in katere vrednosti delnih faktorjev varnosti za mehanske lastnosti zidovja upoštevati v odvisnosti od zanesljivosti podatkov, ki jih uporabljamo v izračunih.

V pomoč projektantom so zbrani tudi rezultati preiskav potresne odpornosti in tlačne trdnosti kamnitega zidovja v obstoječem in injektiranem stanju. Posebej pa so navedene tudi karakteristične vrednosti, ki naj se za posamezno vrsto kamnitega zidovja upoštevajo v računskih analizah.

LITERATURA

- Boštjančič, J., P.Sheppard, S.Terčelj, V.Turnšek, 1976. *Use of a modeling approach in the analysis of the effects of repairs to earthquake-damaged stone-masonry buildings. Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata, Part 2, 19 (72), Udine, 1091-1116.*
- Eurocode 8: *Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-1: General rules - Seismic actions and general requirements for structures. ENV 1998-1-1:1995. CEN, Brussels, 1995 (tudi SIST ENV 1998-1-1:1995).*
- Eurocode 8: *Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-3: General rules - Specific rules for various materials and elements. ENV 1998-1-3:1995. CEN, Brussels, 1995 (tudi SIST ENV 1998-1-3:1995).*
- Eurocode 8: *Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-4: General rules - Strengthening and repair of buildings. ENV 1998-1-4:1996. CEN, Brussels, 1996.*
- Sheppard, P. in M.Tomažević, 1986. *In-situ ispitivanja nosivosti zidova starih zidanih zgrada. Zbornik radova - 2. IV. kongres Saveza društava za seizmičko građevinarstvo Jugoslavije, Cavtat - Zagreb, str. 85-92.*
- Tomažević, M., 1978. *Izpopolnitev računalniškega programa POR. Poročilo ZRMK-IK, Ljubljana.*
- Tomažević, M., V.Apih, 1993. *Ojačevanje kamnitega zidovja z zidovju prijaznim injektiranjem. Informacije ZRMK, 306-307, Gradbeni vestnik, 43, 1-2, 3-4-5, Ljubljana.*
- Tomažević, M., M.Lutman, T.Velechovsky, 1993. *Protipotresna ojačitev starih kamnitih hiš: je zamenjava lesenih stropov z masivnimi ploščami res vedno potrebna? Informacije ZRMK, 308, Gradbeni vestnik, 43, 6-7, Ljubljana.*
- Tomažević, M., 1997. *Preverjanje potresne odpornosti zidanih konstrukcij: prilagajanje novim zahtevam. Gradbeni vestnik, 44, 9-10, Ljubljana, str. 254-266.*
- Tomažević, M., I.Klemenc, M.Lutman, 1999. *In-situ preiskave zidov in potresna odpornost kamnitih hiš na Bovškem. Gradbeni vestnik, 48, 8-9-10, Ljubljana, str.199-209.*
- Turnšek, V., F.Čačovič, 1971. *Some experimental results on the strength of brick-masonry walls. V: Proceedings of the 2nd International Brick-masonry Conference, Stoke-on-Trent, 149-156.*
- Turnšek, V., S.Terčelj, P.Sheppard, M.Tomažević, 1978. *The seismic resistance of stone-masonry walls and buildings. V: Proceedings of the 6th European Conference on Earthquake Engineering, Vol.3, Dubrovnik, 275-282.*

IN SITU PREISKAVE ZIDOV IN POTRESNA ODPORNOST KAMNITIH HIŠ NA BOVŠKEM

IN-SITU TESTS OF WALLS AND SEISMIC RESISTANCE OF STONE-MASONRY HOUSES IN THE REGION OF BOVEC

UDK 699.841 : 691.2.012.1 : 620.18

MIHA TOMAŽEVIČ, IZTOK KLEMENC, MARJANA LUTMAN

POVZETEK

12. aprila 1998 je potres z magnitudo 5.5 in epicentralno intenziteto VII. - VIII. stopnje po evropski makroseizmični lestvici močno poškodoval več kot 300 hiš v Zgornjem Posočju. Z in situ preiskavami potresne odpornosti zidov v obstoječem in z injektiranjem utrjenem stanju so bile ugotovljene mehanske lastnosti kamnitega zidovja, tipičnega za območje Posočja. Na podlagi eksperimentalno ugotovljenih podatkov je bila ocenjena potresna odpornost vrste obstoječih hiš, preverjena pa je bila tudi učinkovitost utrjevanja z injektiranjem. S primerjavo po potresu ugotovljenih poškodb in izračunanih vrednosti potresne odpornosti je bilo ugotovljeno, da vrednosti efektivnih pospeškov tal med potresom niso presegle 0.15 g. Ugotovljeno je bilo tudi, da se da z učinkovitim povezovanjem in s sistematičnim injektiranjem zidovja kamnitim hišam zagotoviti ustrezno obnašanja na območjih, kjer se pričakujejo računski pospeški tal do velikosti 0.2 g.

SUMMARY

On April 12, 1998, a local $M = 5.5$ earthquake with estimated epicentral intensity VII - VIII by European Macroseismic Scale severely damaged more than 300 buildings in the area of Upper Posočje (Soča River Valley) in western Slovenia. By carrying out the in-situ lateral resistance tests of existing and cement-grouted stone-masonry walls, typical for the traditional construction in the region, mechanical characteristics of masonry have been obtained. On the basis of experimentally obtained data, the seismic resistance of a series of existing buildings has been assessed and the effectiveness of strengthening the walls by cement-grouting verified. By correlating the observed degree of damage to buildings and the calculated values of seismic resistance, it has been found that the values of effective ground accelerations during the earthquake did not exceed 0.15 g. It has also been found that, if adequately tied and cement-grouted, adequate seismic behaviour of stone-masonry buildings can be ensured in the zones, where the design ground accelerations of up to 0.2 g are expected.

Avtorji:

Miha Tomaževič, prof.dr., Iztok Klemenc, mag., Marjana Lutman, mag.
Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, Dimičeva 12

UVOD

Potres, ki je 12. aprila 1998 prizadel zgornje Posočje, niti po magnitudi ($M = 5.5$) niti po intenziteti (VII. do VIII. stopnje v epicentralnem območju po evropski makroseizmični lestvici) ni bil med najmočnejšimi, ki jih lahko pri nas pričakujemo. Kljub temu pa je več kot 300 stavb poškodovano tako hudo, da so bile po potresu neuporabne (Poročilo, 1998). Potres sicer ni porušil nobene hiše, vendar so bile poškodbe ene tretjine neuporabnih hiš tako hude, da popravila in utrditve niso bila več opravičljiva, preostali dve tretjini pa je bilo treba protipotresno utrditi.

Huje kot leta 1998 so širše območje Posočja prizadeli potresi z epicentri v Furlaniji leta 1976. Po vrsti treh potresov v maju in septembru 1976 je bilo poškodovanih okrog 6200 objektov, med njimi nekaj več kot 1700 v tolikšni meri, da jih je bilo treba porušiti in zgraditi na novo. Ostali, nekaj manj kot 4500, pa so bili popravljivi in protipotresno utrjeni (Ladava, 1982).

Le redkokdaj se zgodi, da isto območje prizadeneta dva potresa v razmeroma kratkem obdobju 22 let. Še redkeje pa se zgodi, da so bile ponovljenemu potresu izpostavljene že popravljene oziroma protipotresno utrjene stavbe. Na območju, ki je utrpelo največ škode leta 1998, posledice potresov leta 1976 sicer niso bile posebno hude. Zato na leta 1998 prizadetem območju niti ni bilo veliko stavb, ki bi bile močno poškodovane leta 1976 in kasneje sistematično utrjene z ukrepi, ki jih je priporočil takratni Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij. Kljub temu pa posledice ponovljenega potresa leta 1998 predstavljajo lepo priložnost za analizo učinkovitosti leta 1976 priporočenih ukrepov za protipotresno utrditev, ki se z večjimi ali manjšimi spremembami uporabljajo še danes.

Čeprav smo lastnosti kamnitega zidovja že raziskovali in z eksperimenti dobili tudi nekaj osnovnih podatkov

o učinkovitosti najbolj pogosto uporabljenih ukrepov za protipotresno utrditev (Turnšek in sod., 1978, Sheppard in Tomažević, 1986), znanih podatkov ni dovolj, da bi lahko analizirali potresno odpornost kamnitih hiš na prizadetem območju in ugotovili, s kolikšno stopnjo povečanja potresne odpornosti lahko računamo pri hišah, kjer z injektiranjem utrdimo kamnito zidovje. Razpoložljivih podatkov je premalo oziroma so premalo zanesljivi, da bi jih lahko uporabili za oceno velikostnega reda pospeškov tal med potresom, ki žal ni bil zabeležen s seizmološkimi instrumenti. Za takšno oceno potrebujemo dejanske vrednosti mehanskih lastnosti kamnitega zidovja, tipičnega za Posočje, pa tudi podatke o tem, v kolikšni meri injektiranje poveča odpornost obstoječega zidovja.

Zato je bil na pobudo Zavoda za gradbeništvo Slovenije (ZAG) že takoj po potresu pripravljen predlog programa raziskovalnega projekta z naslovom Vpliv potresa 12.4.1998 na Bovškem na stavbe, ljudi in okolje, pri katerem poleg ZAG sodelujeta še Geografski inštitut Antona Melika pri Znanstvenoraziskovalnem centru SAZU in Oddelek za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. V tem prispevku bomo predstavili nekaj ugotovitev raziskav potresne odpornosti kamnitih zidanih hiš na prizadetem območju, ki jih je v sklopu enoletnega raziskovalnega projekta, ki se je izvajal v okviru ciljnega raziskovalnega programa Varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami, izvedel Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG). Da bi se izognili ponavljanju napak v bodoče, pa bomo predstavili tudi razloge za slabo obnašanje objektov med potresom leta 1998 in izpostavili nekatere napake, narejene po letu 1976.

TIPOLOGIJA STAVB IN POŠKODBE PO POTRESU

Večina hiš v Posočju je sezidana iz lokalno pridobljenega neobdelanega kamna. Kakovost zidovja je praviloma

slaba: tipični zid je sezidan iz dveh zunanjih slojev, v katerih so večji kamni, vmes pa je zasutje iz manjših kosov kamna in odpadnega drobirja. Vezni kamni, ki povezujejo oba sloja zidu, so redki, včasih pa so vogali sezidani iz delno obdelanih večjih kosov kamna. Za zidanje je bila uporabljena malta, v kateri je le malo apna. Z izjemo nekaterih tradicionalno zidanih hiš v zaselkih in vaseh, ki zdaj predstavljajo pomembno dediščino slovenske podeželske arhitekture, je bila večina hiš v mestih med prvo svetovno vojno porušena in sezidana na novo. Ugotovili smo, da je na splošno kakovost zidovja večjih javnih objektov v mestih boljša kot kakovost zidovja majhnih hiš na podeželju. Slabša kakovost zidovja je bila ugotovljena tudi pri tistih hišah, ki so bile med prvo svetovno porušene in po vojni sezidane na novo.

Hiše večinoma niso višje od 2-3 nadstropij. Stropi in okenske preklade so leseni, brez zidnih vezi, ki bi povezovali zidovje. V nekaterih primerih kasnejših adaptacij so bili leseni stropi zamenjani z masivnimi armiranobetonskimi ploščami, medtem ko so bile jeplene zidne vezi vgrajene le pri manjšem številu hiš šele po letu 1976. Leseno ostrežje je prekrito z opečnimi strešniki, ki so včasih položeni v malti. Temeljev takšne hiše praviloma nimajo, temeljni zid pa je sezidan slabše kot zidovje nad terenom.

Razporeditev zidov po tlorisu je pri starih kamnitih hišah na splošno ugodna. Zidovi so enakomerno razporejeni v obeh nosilnih smereh, čeprav v eni smeri navadno niso obremenjeni s stropi. Razmerje med površino zidov in celotno tlorisno površino je zaradi velike debeline nosilnih in veznih zidov in razmeroma majhnih prostorov tudi visoko, včasih celo več kot 10 % (glej preglednico 2). To je precej več, kot za enostavne zidane konstrukcije predpisuje Eurocode 8.

Neustrezna kakovost zidovja, tj. slaba malta in struktura z velikim

M. TOMAŽEVIČ, I. KLEMENC, M. LUTMAN: Insitu preiskave zidov

število votlin, je bila osnovni razlog za razslojevanje in razpadanje kamnitega zidovja, neustrezna povezanost pa za ločevanje zidov na navpičnih stikih in ob vogalih in za porušitev zidov, pravokotnih na smer delovanja potresa. Analize po potresu poškodovanih kamnitih zidanih stavb kažejo, da je za izboljšanje potresne odpornosti treba predvsem:

- povezati zidovje, kar prepreči ločevanje zidov ob vogalih in na stikih, zmanjša velike amplitude nihanja zidov pravokotno na ravnino ter prepreči porušitev zatrepov in zidov, pravokotnih na smer delovanja potresa
- izboljšati slabo kakovost oziroma povečati premajhno odpornost zidovja in s tem odpraviti razlog za nastanek razpok, razslojevanje in razpadanje zidovja in porušitev.

Razen v primerih nestabilnosti temeljnih tal, temelji niso bili razlog za neustrezno obnašanje. Metode, s katerimi zagotovimo celovito delovanje zidane konstrukcije med potresom in izboljšamo odpornost kamnitega zidovja, kot so vgrajevanje jeklenih zidnih vezi oziroma injektiranje kamnitega zidovja s cementno maso, so poznane in jih na tem mestu ne bomo opisovali. Izkušnje po potresu in številne laboratorijske preiskave so pokazale, da je dobra povezanost zidovja prvi pogoj za izkoristek razpoložljive odpornosti zidovja. Razporeditev potresne obtežbe na zidove v skladu s togostmi, kar je osnovna predpostavka vseh računskih modelov za preverjanje potresne odpornosti, zagotavljajo stropi, ki med potresom delujejo kot toge šipe v svoji ravnini. Ni vedno nujno, da so to monolitne plošče, saj ustrezno razporeditev obtežbe na zidove zagotavljajo tudi leseni stropi in dodatno vgrajene zidne vezi.

Če želimo z računom realno oceniti potresno odpornost tipičnih obstoječih hiš na prizadetem območju in preveriti odpornost utrjenih hiš, moramo torej na eni strani z ustreznimi tehničnimi ukrepi zagotoviti, da bo izpolnjena

predpostavka razporeditve potresne obtežbe na zidove v skladu s togostmi, na drugi strani pa moramo poznati tudi dejanske vrednosti mehanskih lastnosti kamnitega zidnega materiala, ki jih uporabljamo kot vhodne podatke za račun.

PRIPRAVA PREIZKUSNIH ZIDOV IN POSTOPEK PREISKAVE

Mehanske lastnosti kamnitega zidovja so močno odvisne od vrste in strukture, tj. načina zidanja. Zato se ne dajo posplošiti oziroma oceniti na podlagi lastnosti sestavnih materialov, kamna in malte, pač pa jih je treba za vsako posamezno območje in posamezni tip gradnje določiti s preiskavo. Zaradi samosvojih lastnosti materialov in načina gradnje kamnitega zidovja je praktično nemogoče natančno ponazoriti obstoječe kamnito zidovje z zidanjem v laboratoriju, čeprav so bile pred zidanjem opravljene vse potrebne mehanske in kemijske analize sestavnih materialov. Zato zanesljive vrednosti mehanskih lastnosti kamnitega zidovja, ki jih uporabljamo za

preverjanje in analizo potresne odpornosti, določimo samo s preiskavami zidovja na terenu.

Na podlagi ugotovljenih razlik v kakovosti zidovja in tipologiji stavb na Bovškem smo se odločili, da bomo preiskave izvedli na zidovju tradicionalno grajenih vaških stanovanjskih hiš in mestnih javnih stavb. Določanje mehanskih lastnosti zidovja v obstoječem stanju zahteva preiskavo na nepoškodovanem zidu. Žal zaradi omejenega izbora hiš z nepoškodovanimi deli zidovja, pa tudi nasprotovanja lastnikov hiš, preiskav nismo mogli izvesti na najbolj prizadetem območju (Drežniške Ravne, Magozd). Ustrezno stavbo smo našli v vasi Kal-Koritnica pri Bovcu, kjer so bile posledice potresa tudi razmeroma hude (Kal Koritnica 47, stavba A - slika 1). V skupini javnih stavb smo preiskali zidovje dveh objektov, Osnovne šole Soča, stavba B in policijske postaje Bovec, stavba C (slika 2).

Da bi ugotovili učinek injektiranja, sta bila v vsaki stavbi preiskana po dva zidova: eden je bil v obstoječem stanju, drugi pa je bil



Slika 1: Stavba Kal-Koritnica 47 (stavba A) - primer tipične stanovanjske hiše



Slika 2: Policijska postaja Bovec (stavba C) - primer javne stavbe

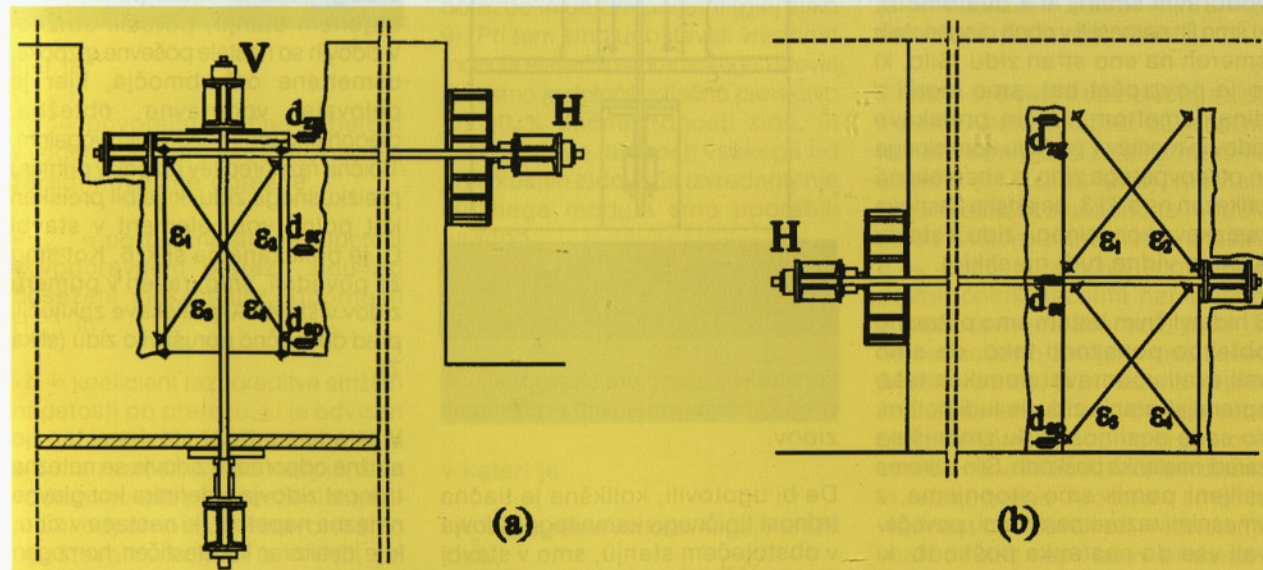
pred preiskavo utrjen z injektiranjem. Zato smo morali pri izbiri stavbe, v kateri smo izvedli preiskave, paziti predvsem na to, da je bil dovolj velik del zidovja, na katerem smo želeli ugotoviti mehanske lastnosti v obstoječem stanju, po potresu nepoškodovan. V primeru, ko smo raziskovali učinek injektiranja, pa sta bila zidova, ki smo ju preiskali na stavbah A in B, pred injektiranjem

nepoškodovana, medtem ko je v zidu stavbe C med potresom nastalo nekaj manjših razpok.

V izbrani stavbi smo na ustreznem mestu z žaganjem v navpični smeri izrezali kos zidu dovolj velikih dimenzij. Lokacijo, kjer smo izžagali zid za preiskavo, je razen poškodb zidovja pogojevala tudi bližina dovolj velikega dela stavbe, ki je moral prevzeti

reakcijsko silo hidravličnega bata, s katerim smo obremenjevali preizkusni zid. Preizkušane, na katerem smo ugotavljali učinkovitost injektiranja, smo pred preiskavo zainjektirali z mešanico cementa PC 35 in vode v utežnem razmerju, ki se je spreminjalo od 1.5 : 1 do 1.22 : 1. Mešanici smo dodali za 0.3 % teže cementa posebnega dodatka za nabrekanje. Količina suhe mešanice, ki je bila potrebna, da so se zapolnile vse votline v kamnitem zidovju, se je gibala med 60 in 90 kg/m³ zidovja.

Da bi preprečili lokalno drobljenje zidu, smo potem, ko je bil zid izrezan, stično površino med zidom in jekleno prečko, prek katere smo nanašali vodoravno silo, utrdili z betonskim slojem. Nato smo namestili sistem jeklenih palic in prečk za prenos sile s hidravličnega bata do preizkusnega zidu, ki smo ga vsakokrat prilagodili dejanski situaciji v stavbi. Da v delu zidovja, ki je služil za oporo, ne bi nastale dodatne poškodbe, smo pred namestitvijo sistema za prenos sile ocenili velikostni red potrebne nosilnosti. Da bi preprečili padec stropa zaradi morebitne porušitve preizkusnega zidu, smo del stropne konstrukcije v vplivnem območju preizkušanca ustrezno



Slika 3: Shematični prikaz zasnove in situ preiskave potresne odpornosti zidov.
a) Preiskava konzolnega in b) preiskava polnovpetega zidu

M. TOMAŽEVIČ, I. KLEMENC, M. LUTMAN: In situ preiskave zidov

podprli z navpičnim lesenim ali jeklenim podporjem.

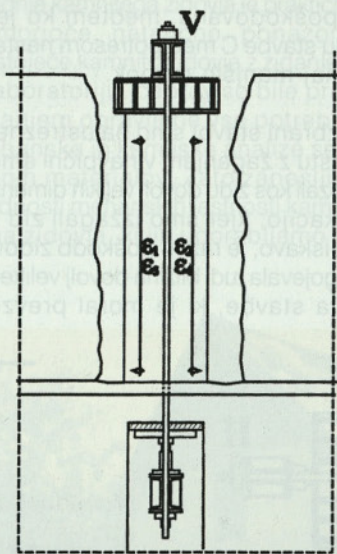
V primeru stavbe A sta bila zidova preiskana kot navpični konzoli. Ker zaradi izbora mesta preiskave zidova nista bila obremenjena z navpično obtežbo stropov in zgornjega dela konstrukcije, smo tlačne napetosti v prerezu povzročili z dodatnim hidravličnim batom, ki je deloval v navpični smeri. Da bat za nanos dodatne navpične obtežbe ne bi oviral deformacij preizkusnega zidu med delovanjem vodoravne obtežbe, smo ga namestili pod zidom, silo pa prenesli na zgornji rob zidu s podobnim sistemom jeklenih palic in prečk kot za prenos vodoravne obtežbe. Vodoravna sila, s katero smo ponazorili delovanje potresa, je delovala na zgornjem robu zidu. V primeru stavb B in C pa so bili zidovi preiskani kot polno vpeti in spodnjem in zgornjem robu. Preiskave so bile izvedene pri obstoječi navpični obtežbi, ki jo je povzročala teža zgornjega dela konstrukcije nad preizkusnim zidom in pripadajoča obtežba stropov. V primeru preiskav v stavbah B in C je vodoravna sila delovala na sredini višine zidov.

Zidovi so bili opremljeni z merilniki pomikov, ki smo jih namestili v vodoravni smeri, in z dilatometri, ki smo jih namestili v obeh diagonalnih smereh na eno stran zidu. Silo, ki jo je povzročal bat, smo merili z dinamometrom. Način preiskave zidov in meritev v primeru konzolnega in polnovpetega zidu je shematično prikazan na sliki 3, dejanska zasnova preiskave konzolnega zidu v stavbi A pa je vidna tudi na sliki 4.

S hidravličnim batom smo potresno obtežbo ponazorili tako, da smo vsiljevali vodoravni pomik in tako spremljali stanje zidu še tudi potem, ko se je nosilnost zidu zmanjšala zaradi nastanka poškodb. Silo oziroma vsiljeni pomik smo stopnjema, z vmesnimi razbremenitvami, povečevali vse do nastanka poškodb, ki so že pomenile nevarnost porušitve. Z izjemo konzolnih zidov v stavbi A, ki nista bila obremenjena s stopno



Slika 4: In situ preiskava potresne odpornosti zidu v hiši Kai-Koritnica 47



Slika 5: Shematični prikaz zasnove in situ preiskave tlačne trdnosti zidu

konstrukcijo, smo preiskave zaključili pred končno porušitvijo preizkusnih zidov.

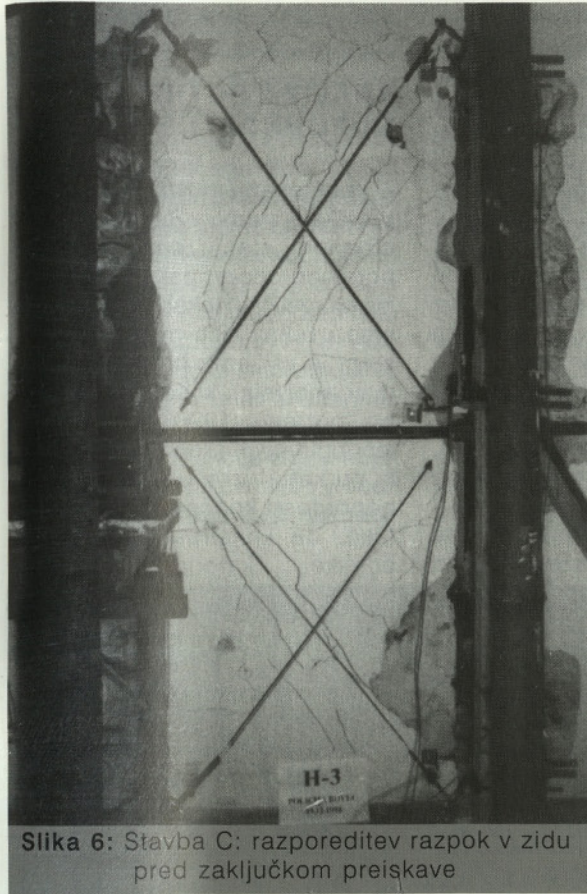
Da bi ugotovili, kolikšna je tlačna trdnost tipičnega kamnitega zidovja v obstoječem stanju, smo v stavbi A pripravili dodatni preizkušane, ki smo ga preiskali s tlačno silo. V tem primeru smo preiskavo izvedli

z navpično delujočo silo, ki je delovala na zid na enak način, kot navpična obtežba pri zidovih, ki sta bila preiskana kot navpični konzoli (slika 5).

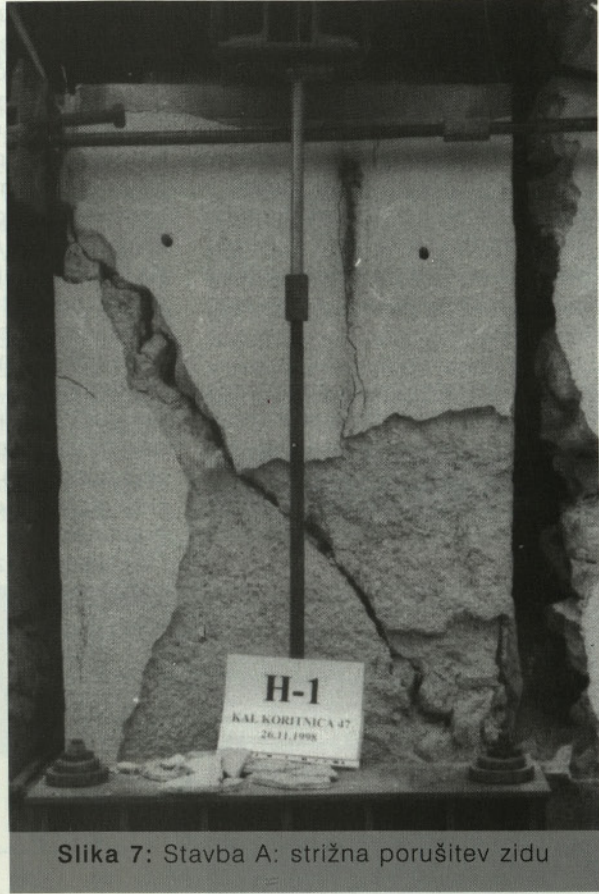
REZULTATI PREISKAVE

Kot je bilo pričakovati, so se vsi zidovi, tako v obstoječem kot v utrjenem stanju, porušili strižno. V zidovih so nastale poševne razpoke, usmerjene od območja, kjer je delovala vodoravna obtežba, diagonalno proti nasprotnim vogalom. Tipična razporeditev razpok v primeru preizkusnega zidu, ki je bil preiskan kot polno vpet element v stavbi C, je prikazana na sliki 6. Kot smo že povedali, smo, razen v primeru zidov v stavbi A, preiskave zaključili pred dokončno porušitvijo zidu (slika 7).

V skladu s predpostavkami teorije strižne odpornosti zidovja se natezna trdnost zidovja f_t definira kot glavna natezna napetost, ki nastane v zidu, ki je idealiziran kot elastičen, homogen in izotropen element, v trenutku, ko se doseže maksimalna odpornost H_{max} (Turnšek in Čačovič, 1971):



Slika 6: Stavba C: razporeditev razpok v zidu pred zaključkom preiskave



Slika 7: Stavba A: strižna porušitev zidu

$$f_t = \sqrt{\left(\frac{\sigma_o}{2}\right)^2 + (b \tau_{H_{\max}})^2} - \frac{\sigma_o}{2} \quad (1)$$

kjer je:

- σ_o = povprečna tlačna napetost v vodoravnem prerezu zidu, nastala zaradi navpične obtežbe,

- $\tau_{H_{\max}}$ = povprečna strižna napetost v vodoravnem prerezu zidu pri doseženi maksimalni odpornosti H_{\max} , in

- b = koeficient razporeditve strižnih napetosti po prerezu, ki je odvisen od razmerja med višino in dolžino zidu in razmerja med navpično in vodoravno silo pri doseženi maksimalni odpornosti. Pri stavbi A smo upoštevali vrednost $b = 1.5$, pri stavbah B in C pa $b = 1.1$.

Vrednosti strižnega modula G smo

izvrednotili na podlagi efektivne togosti zidu K_e , ki smo jo določili na podlagi izmerjenih odvisnosti med vodoravno obtežbo in deformacijami (glej sliko 9). Pri tem smo upoštevali vrednost modula elastičnosti kamnitega zidovja E , ki smo jo določili s tlačno preiskavo pri 30 % tlačne trdnosti zidu, in geometrijske lastnosti vsakega od preizkusnih zidov. Za izvrednotenje strižnega modula smo uporabili enačbo:

$$G = \frac{K_e}{1.2 h - \frac{a K_e}{1.2 E} \left(\frac{h}{l}\right)^2} \quad (2)$$

v kateri je:

- A_w = površina vodoravnega prereza zidu,

- h = višina zidu od vpetja do delovanja sile H ,

- l = dolžina zidu, in

- a = koeficient robnih pogojev ($a = 4$ za zid v stavbi A in $a = 1$ za zidova v stavbah B in C).

S tlačno preiskavo obstoječega zidu v stavbi A smo ugotovili, da je tlačna trdnost kamnitega zidu razmeroma majhna ($f_c = 0.98$ MPa), medtem ko je vrednost elastičnega modula pri 30 % tlačne trdnosti zidu znašala $E = 2655$ MPa. Odvisnost med povprečnimi tlačnimi napetostmi v vodoravnem prerezu zidu in deformacijami, dobljena med tlačno preiskavo zidu, je prikazana na sliki 8. Čeprav smo z navpično obtežbo preiskali samo en vzorec in ugotovili samo eno vrednost tlačne trdnosti in elastičnega modula, smo to vrednost upoštevali pri vrednotenju vseh ostalih rezultatov preiskav.

Tipično odvisnost med vodoravno obtežbo in etažnim kotom zasuka

(razmerjem med pomikom in polovico višine zidu), ki smo jo ugotovili s preiskavo preizkusnih zidov v obstoječem in utrjenem stanju v stavbah B in C, prikazujeta sliki 9a in 9b. Dimenzije preizkusnih zidov in rezultati preiskav so zbrani v preglednici 1, kjer je ovrednotena tudi stopnja povečanja natezne trdnosti in strižnega modula zaradi injektiranja kamnitega zidu s cementno mešanico.

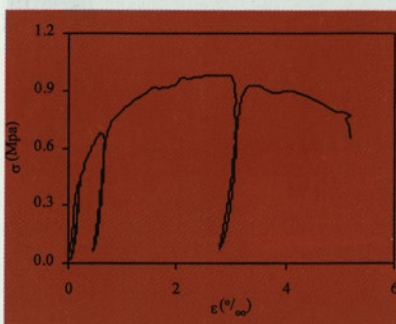
Kot pokaže primerjava, se natezna trdnost kamnitega zidovja, osnovnega parametra, s katerim se definira odpornost zidu pri strigu, ki je pri

kamnitem zidu prevladujoč mehanizem porušitve, z injektiranjem lahko bistveno poveča. Ugotovimo lahko tudi, da se z injektiranjem zidovja poveča tudi vrednost strižnega modula, parametra, od katerega je v največji meri odvisna togost kamnitega zidovja. Bistveno povečanje strižnega modula nas opozarja, da lahko pričakujemo spremembe pri razporeditvi potresnih sil na posamezne zidove, če v posameznem nadstropju z injektiranjem utrdimo le posamezne zidove. Ker to lahko neugodno vpliva na obnašanje le deloma utrjene stavbe med potresom, velja priporočilo, naj se z injektiranjem sistematično utrdijo vsi zidovi v posameznem nadstropju, čeprav računska analiza pokaže, da bi bilo

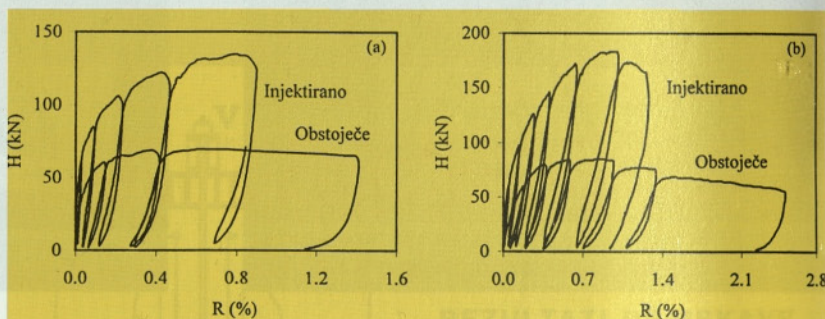
dovolj utrditi le posamezne zidove.

ANALIZA POTRESNE ODPORNOSTI HIŠ

Z upoštevanjem rezultatov insitu preiskav zidov v obstoječem in utrjenem stanju smo analizirali potresno odpornost vrste tipičnih hiš na različnih lokacijah. Uporabili smo uveljavljeno metodo mejnih stanj in vsiljenih pomikov (push-over analysis), ki smo jo razvili že po potresu 1976, kasneje pa izpopolnjevali (Tomaževič, 1997), in pri kateri izračunamo ovojnico odpornosti kritičnega nadstropja tako, da konstrukciji vsiljujemo pomike, katerim korakoma



Slika 8: Odvisnost med povprečnimi tlačnimi napetostmi v vodoravnem prerezu zidu in deformacijami pri tlačni preiskavi zidu



Slika 9: Odvisnost med vodoravno silo in etažnim kotom zasuka pri preiskavi potresne odpornosti zidu. a) Stavba B in b) stavba C

Stavba	Zid	l x d x h (m)	σ_0 (MPa)	f_t (MPa)	inj./obst.	G (MPa)	inj./obst.
A	obst.	0.98 x 0.52 x 1.63	0.54	0.06	1.84	84	2.07
	inj.	1.00 x 0.52 x 1.60	0.65	0.11		174	
B	obst.	1.00 x 0.65 x 2.54	0.20	0.06	2.83	181	1.86
	inj.	1.00 x 0.65 x 2.52	0.19	0.17		337	
C	obst.	0.98 x 0.64 x 2.51	0.18	0.10	2.20	151	3.11
	inj.	1.03 x 0.66 x 2.50	0.23	0.22		470	

Preglednica 1: Dimenzije preizkusnih zidov in rezultati preiskav

M. TOMAŽEVIČ, I. KLEMENC, M. LUTMAN: Insitu preiskave zidov

povečujemo amplitudo. Rezultati analize odpornosti hiš v obstoječem in utrjenem stanju so zbrani v preglednici 2. Da bi izračunane vrednosti laže primerjali z računskimi vrednostmi mejnega koeficienta prečne sile v pritličju BSC_u , potresno odpornost prikazujemo brezdimenzijsko v obliki mejnega koeficienta potresne odpornosti CSR_u , tj. razmerja med izračunano mejno odpornostjo (prečno silo v pritličju) H_u in težo stavbe W . Vrednosti smo izračunali za obe pravokotni smeri analiziranih stavb. Da bi dobili vtis o osnovnih lastnostih konstrukcije analiziranih stavb, smo za vsako stavbo v obeh smereh ovrednotili tudi razmerje

med površino zidovja in tlorisno površino nadstropja.

Če upoštevamo, da so bile vse analizirane stavbe dvonadstropne (pritličje in nadstropje), lahko na splošno ugotovimo, da se potresna odpornost stavbe veča z naraščajočim razmerjem med površino zidov in površino nadstropja. Lahko pa tudi ugotovimo, da pri tem igra pomembno vlogo tip konstrukcije. V primeru javnih stavb, pri katerih je kakovost zidovja boljša, je bila večja kot v primeru stanovanjskih hiš tudi etažna višina. Večja masa stavbe pa pomeni večjo težo oziroma manjši koeficient potresne odpornosti, pa čeprav je

količina zidovja, izražena z razmerjem med površino zidovja in površino nadstropja, enaka, kakovost zidovja pa celo boljša.

Ko preverjamo potresno odpornost zidanih stavb v skladu z zahtevami EC 8 (Eurocode 8, 1994), moramo dokazati, da je mejni koeficient potresne odpornosti stavbe CSR_u večji ali kvečjemu enak mejnemu računskemu koeficientu prečne sile v pritličju (razmerju med računsko potresno odpornostjo in težo stavbe) BSC_u , ki se izračuna z enačbo:

$$BSC_u = \frac{a_g S \beta_o}{q} \quad (3)$$

Stavba	Število etaž	Površina zidov (% od tlorisne)		Obstoječe			Utrjeno		
		x-dir.	y-dir.	f_t (MPa)	CSR_{ux}	CSR_{uy}	f_t (MPa)	CSR_{ux}	CSR_{uy}
1	2	12.0	9.1	0.08	0.21	0.19	0.19	0.25	0.26
2	2	10.9	6.4	0.08	0.20	0.15	0.19	0.28	0.23
3	2	9.7	12.0	0.06	0.27	0.34	0.11	0.34	0.47
4	2	6.9	8.6	0.06	0.22	0.25	0.11	0.25	0.33
5	2	12.1	11.1	0.06	0.33	0.31	0.11	0.42	0.38
6	2	4.7	14.6	0.06	0.17	0.33	0.11	0.19	0.47
7	2	7.2	14.3	0.06	0.16	0.31	0.11	0.21	0.47
8	2	15.1	13.7	0.06	0.29	0.25	0.11	0.40	0.33
9	2	10.5	9.5	0.06	0.31	0.25	0.11	0.39	0.29
10	2	10.5	9.9	0.06	0.23	0.26	0.11	0.31	0.34
11	2	10.3	10.2	0.06	0.22	0.26	0.11	0.28	0.35
12	2	11.9	10.3	0.06	0.28	0.29	0.11	0.29	0.34
13	2	9.8	10.9	0.06	0.23	0.26	0.11	0.32	0.34
14	2	8.8	8.33	0.06	0.23	0.27	0.11	0.31	0.33
15	2	10.6	12.0	0.06	0.28	0.28	0.11	0.35	0.36
16	2	7.9	4.2	0.06	0.26	0.19	0.11	0.35	0.21

Opomba: stavba 1 = stavba B, stavba 2 = stavba C, stavba 3 = stavba A

Preglednica 2: Potresna odpornost obstoječih in utrjenih kamnitih zidanih hiš, izražena s koeficientom potresne odpornosti ($CSR_u = H_u/W$)

M. TOMAŽEVIČ, I. KLEMENC, M. LUTMAN: Insitu preiskave zidov

kjer je:

- a_g = računski pospešek tal, ki je odvisen od seizmičnosti območja,

- S = parameter tal,

- β_0 = maksimalna spektralna vrednost, ki je konstantna v območju nihajnih dob v intervalu med $T = 0.1$ s in $T = 0.4$ s (kar vsekakor velja za analizirane zidane stavbe), in

- q = faktor obnašanja konstrukcije.

Z upoštevanjem odvisnosti (3) med računskim pospeškom tal a_g in potresno odpornostjo stavbe, izraženo z mejnim koeficientom prečne sile v pritličju BSC_u , lahko na podlagi izračunane odpornosti stavbe in nastalih poškodb ocenimo, kolikšna je velikost učinkovitih pospeškov tal med potresom, ki povzroči mejno računsko stanje porušitve. V analizi smo predpostavili, da koeficienti v enačbi (3) zavzamejo vrednosti $S = 1$, $\beta_0 = 2.5$, in $q = 1.5$, kot določa EC 8 za navadne zidane konstrukcije, in vrednosti mejnega koeficienta prečne sile v pritličju, navedene v preglednici 2, uporabili za oceno vrednosti računskih oziroma učinkovitih pospeškov tal a_g , pri katerih analizirane stavbe dosežejo mejno stanje porušitve.

Pri tem moramo vedeti, da vrednost faktorja obnašanja konstrukcije $q = 1.5$ upošteva predpostavko, da povezanost zidov v višini stropnih konstrukcij zagotavlja, da se stavba med potresom obnaša celovito. Kajti le v primeru celovitega obnašanja konstrukcije lahko pričakujemo, da se bo med potresom izkoristila razpoložljiva sposobnost sipanja energije, ki se odraža s faktorjem obnašanja konstrukcije. Čeprav je redukcija sil za navadne zidane konstrukcije, ki jo predpostavlja EC 8, razmeroma majhna, pa eksperimentalne raziskave kažejo, da v primeru, ko zidovje ni povezano, z duktilnostjo konstrukcije in redukcijo sil sploh ne moremo računati. Ustreznejšo sliko o potresni odpor-

nosti stavbe v primeru nepovezanega zidovja dobimo, če odpornost preverimo na potresno obtežbo brez redukcije, tj. z upoštevanjem faktorja obnašanja konstrukcije $q = 1.0$. Zato smo v preglednici 3, kjer navajamo rezultate analize, za obstoječe stavbe posebej ocenili računsko pospeške tal, ki jih prenesejo nepovezane stavbe in posebej pospeške za stavbe, pri katerih vezi zagotavljajo celovito obnašanje konstrukcije med potresom. Kot kažejo vrednosti v preglednici 3, so razlike precejšnje.

Če upoštevamo navedene predpostavke in analiziramo rezultate,

navedene v preglednici 3, lahko sklepamo, da vrednosti učinkovitih pospeškov tal med potresom 12.4.1998 niso presegle vrednosti 0.15 g, kar je nekoliko manj, kot je vrednost računskega pospeška tal, ki ga zahteva EC 8 za preverjanje potresne odpornosti konstrukcij na območjih, kjer lahko pričakujemo potrese VIII. stopnje intenzitete po EMS lestvici ($a_g = 0.2$ g). Žal na Bovškem nimamo zapisov gibanja tal med potresom 12.4.1998, ki bi potrdili sklep oziroma na podlagi katerih bi lahko preverili tudi vrednosti spektralnega ojačenja β_0 in dejanskega faktorja redukcije sil q za tovrstne stavbe.

Stavba	Število etaž	Obstoječe - z vezmi		Obstoječe - brez vezi		Utrjeno	
		x-smer	y-smer	x-smer	y-smer	x-smer	y-smer
1	2	0.12	0.11	0.08	0.07	0.15	0.15
2	2	0.12	0.09	0.08	0.06	0.17	0.14
3	2	0.16	0.20	0.11	0.13	0.21	0.28
4	2	0.13	0.15	0.09	0.10	0.15	0.20
5	2	0.20	0.18	0.13	0.12	0.25	0.23
6	2	0.10	0.20	0.07	0.13	0.11	0.28
7	2	0.09	0.19	0.06	0.13	0.13	0.28
8	2	0.17	0.15	0.11	0.10	0.24	0.20
9	2	0.19	0.15	0.13	0.10	0.23	0.17
10	2	0.14	0.16	0.09	0.11	0.18	0.20
11	2	0.13	0.16	0.09	0.11	0.17	0.21
12	2	0.17	0.17	0.11	0.11	0.18	0.21
13	2	0.14	0.15	0.09	0.10	0.19	0.20
14	2	0.14	0.16	0.09	0.11	0.18	0.20
15	2	0.17	0.17	0.11	0.11	0.21	0.22
16	2	0.15	0.11	0.10	0.07	0.21	0.13

Opomba: stavba 1 = stavba B, stavba 2 = stavba C, stavba 3 = stavba A

Preglednica 3: Ocenjene vrednosti učinkovitih pospeškov tal a_g , ki jih lahko prenesejo kamnite hiše na Bovškem (v $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$)

Analiza vrednosti v preglednici torej 3 pokaže, da je bilo neustrezno obnašanje obstoječih kamnitih hiš, še posebej tistih z nepovezanim zidovjem, v skladu s pričakovanji. Na drugi strani pa lahko tudi ugotovimo, da pri hišah, pri katerih je s povezavo zidovja zagotovljena celovito obnašanje konstrukcije, kamnito zidovje pa je sistematično utrjeno z injektiranjem, v primeru potresa VIII. stopnje ni pričakovati hujših poškodb.

SKLEPI IN PRIPOROČILA

Analiza obnašanja kamnitih hiš med potresom 12.4.1998 je pokazala, da delno izvedeni utrditveni ukrepi niso zagotovili za ustrezno potresno odpornost. Neustrezno obnašanje je bilo najbolj izrazito v primeru hiš, kjer so lastniki lesene strope sicer zamenjali z masivnimi armiranobetonskimi ploščami, ki pa niso bile ustrezno podprte in sidrane oziroma povezane z nosilnim zidovjem, zidovje samo pa tudi ni bilo utrjeno s sistematičnim injektiranjem. V takšnih primerih je toga plošča med potresom porinila zunanji sloj zidu navzven in povzročila nastanek vodoravnih razpok tik pod njo, pa tudi razslojevanje zidov in razrivanje vogalov.

V primerih, ko lesene strope zamenjamo z armiranobetonskimi ploščami, morajo biti plošče ustrezno podprte z notranjim nosilnim slojem zidu, z zunanjim slojem pa povezane z dovolj močnimi sidri oziroma mozniki. Prav tako morajo biti plošče med seboj povezane v primeru, ko so podprte z notranjimi zidovi. Celovitost delovanja konstrukcije med potresom pa tudi po vgradnji masivnih plošč zagotavljajo šele jeklene vezi, položene na zunanji strani zidu (slika 10).

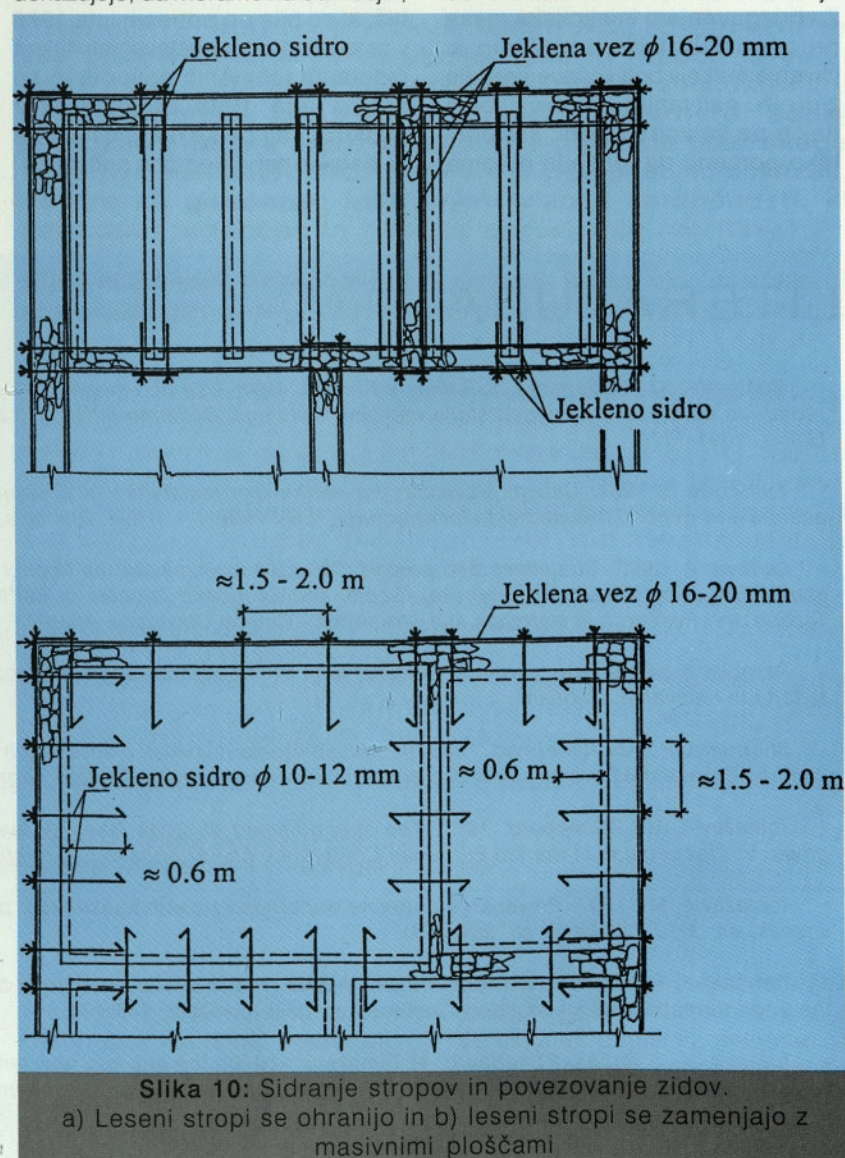
Kot smo lahko ugotovili, zamenjava lesenih stropov s togimi ploščami ni vedno potrebna. Posebej še v primeru, ko je obstoječe zidovje dovolj močno, da prevzame pričakovane potresne sile. Takrat

je za ustrezno obnašanje med potresom dovolj že samo povezovanje zidovja z jeklenimi vezmi, kar zagotovi celovitost konstrukcije in skupno delovanje vseh zidov med potresom, s čimer se v celoti izrabi razpoložljiva potresna odpornost. Največkrat pa leseni stropi lahko ostanejo tudi v hišah, kjer je potrebno z injektiranjem utrditi zidovje, če so le dobro ohranjeni in dovolj močni ter togi za prevzem navpične obtežbe.

Rezultati raziskav potresne odpornosti obstoječega kamnitega zidovja in učinkovitosti injektiranja, ki jih navajamo v tem prispevku, pa dokazujejo, da moramo na območjih,

kjer lahko pričakujemo računske (efektivne) pospeške tal v velikosti do 0.2 g (območja intenzitete VIII. stopnje po EMS lestvici), z injektiranjem s cementno maso utrditi tudi šibko kamnito zidovje. Na območjih s tako visoko pričakovano stopnjo seizmičnosti namreč ni dovolj, da zagotovimo samo celovitost obnašanja zidane konstrukcije s povezovanjem zidov z jeklenimi zidnimi vezmi in s sidranjem stropov v zidove.

Tako kot povezovanje zidov in sidranje stropov mora biti tudi injektiranje izvedeno strokovno. Med popotresno obnovo leta 1976 so kamnito zidovje



M. TOMAŽEVIČ, I. KLEMENC, M. LUTMAN: Insitu preiskave zidov

sicer injektirali, vendar samemu postopku nekateri izvajalci niso posvetili potrebne pozornosti. Strojne napake so se pokazale leta 1998. Ustrezna priprava zidov za injektiranje, izbira sestave injekcijske mase glede na votlavost zidu ter pravilna razporeditev in vgraditev injekcijskih cevk, so šele prvi pogoj za uspešno injektiranje. Sam postopek vbrizgavanja injekcijske mase, med katerim se povečujejo ali vzdržujejo tlaki, je ključnega pomena. Izvajalec lahko z izbiro vrstnega reda injektirnih mest ter s sprotnim spremljanjem in oceno uspešnosti postopka bistveno vpliva na kakovost, tj. na stopnjo zapolnjenosti votlin v zidu. Z vbrizgavanjem injekcijske mase pri preizkušnih tlakih dosežemo le vlivanje mase v bolj votlave predele zidu (ti. nalivanje), pri previsokih tlakih pa se voda izcedi, kar prav tako pomeni, da masa le deloma

zapolni votline. Posamezni trdnejši deli zidu pa med potresom destruktivno delujejo na ostalo zidovje. Izkušnje za kamnito zidovje, tipično za Posočje, kažejo, da se pri pravilni izvedbi injektiranja, ko se v celoti zapolnijo votline, količina porabljene suhe injekcijske mase zidovja giblje tudi prek 120 kg na kubični meter zidovja.

Le stavbe z učinkovito povezanim in sistematično utrjenim zidovjem bodo sposobne prevzeti pričakovane potresne obremenitve s sprejemljivim obsegom poškodb, ali pa bodo potres prestale celo nepoškodovane. To dokazujejo računске analize in primeri hiš, ki so bile po potresih leta 1976 v celoti utrjene z upoštevanjem takrat izdelanih tehničnih navodil, in so potres leta 1998 prestale brez poškodb, ali pa so na njih nastale le manjše, nepomembne poškodbe.

ZAHVALA

Opisane raziskave so v okviru ciljnega raziskovalnega programa Varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami financirali Ministrstvo za obrambo, Ministrstvo za znanost in tehnologijo in Ministrstvo za okolje in prostor. Posebej pa velja omeniti pomoč podjetja GRAS, d.o.o., ki je sofinanciralo izvedbo terenskih preiskav in katerega sodelavci so poskrbeli za zahtevne priprave zidov na preiskave, izvedli pa so tudi injektiranje kamnitih zidov.

LITERATURA

- Boštjančič, J., P.Sheppard, S.Terčelj, V.Turnšek, 1976. *Use of a modeling approach in the analysis of the effects of repairs to earthquake-damaged stone-masonry buildings.* Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata, Part 2, 19 (72), Udine, 1091-1116.
- Eurocode 8, 1994. *Design provisions for earthquake resistance of structures. Part 1-1: General rules - seismic actions and general requirements for structures.* ENV 1998-1-1: 1994, Brussels, Belgium, CEN.
- Ladava, A. 1982. *Guidelines and procedures used to eliminate the impact of the earthquake in the Soča Valley.* Jones, B.G., Tomažević, M. (urednika), *Social and Economic Aspects of Earthquakes*, Ljubljana-Ithaca, Institute for Testing and Research in Materials and Structures - Cornell University, 413-423.
- Poročilo o odpravljanju posledic potresa, ki je bil 12. aprila 1998 v severozahodni Sloveniji, 1998. Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana.
- Sheppard, P. in M.Tomažević, 1986. *In-situ ispitivanja nosivosti zidova starih zidanih zgradb.* Zbornik radova - 2. IV. kongres Saveza društava za seizmičko gradvinarstvo Jugoslavije, Cavtat - Zagreb, str. 85-92.
- Tomažević, M., P.Sheppard, 1982. *The strengthening of stone-masonry buildings for revitalization in seismic regions.* V: *Proceedings of the 7th European Conference on Earthquake Engineering*, Vol.5, Athens, 275-282.
- Tomažević, M., 1997. *Preverjanje potresne odpornosti zidanih konstrukcij: prilagajanje novim zahtevam.* Gradbeni vestnik, 44, 9-10, Ljubljana, str. 254-266.
- Turnšek, V., F.Čačovič, 1971. *Some experimental results on the strength of brick-masonry walls.* V: *Proceedings of the 2nd International Brick-masonry Conference*, Stoke-on-Trent, 149-156.
- Turnšek, V., S.Terčelj, P.Sheppard, M.Tomažević, 1978. *The seismic resistance of stone-masonry walls and buildings.* V: *Proceedings of the 6th European Conference on Earthquake Engineering*, Vol.3, Dubrovnik, 275-282.

OBREMENILNI PREIZKUSI MOSTOV Z UPORABO LASERSKE GEODETSKE OPREME (NIKON-EPS)

THE BRIDGE LOADING TESTS USING THE LASER GEODETICAL EQUIPMENT (NIKON -EPS)

UDK 624.2/8.04 : 528

BOŠTJAN KOVAČIČ, ANDREJ ŠTRUKELJ, GORAZD LIPNIK

POVZETEK

Dinamični in statični preizkusi konstrukcij so obvezni za vse premostitvene konstrukcije, katerih razpon je večji od 15 metrov. Do sedaj so se preizkusi izvajali z induktivnimi merilci pomikov in s klasično geodetsko izmero. Sedaj je možno statične meritve opraviti s pomočjo laserskega nivelirja in senzorjev NIKON - EPS 02A. Rezultati so pokazali, da gre za geodetski inštrument visoke natančnosti, ki nam nudi natančno in hitrejše opravljanje meritev.

Ključne besede: obremenilni preizkusi, dinamični in statični preizkusi, geodetski inštrument NIKON-EPS 02A, Slovenija.

SUMMARY

Dynamical and statical test are obligatory for all bridging constructions of which the distance is greater than 15 meters. Till now these test have been done by the inductive displacement transducers and by the classical geodetic equipment. Now, the statical measurements can be performed by the laser level and sensors NIKON - EPS 02A. The results have shown that we are dealing with the geodetic instrument of high precision, which offers the precise and stable measuring results.

Keywords: Paper, 31. th Geodetic workshop, Rogaška Slatina 1998, loading test, dynamical and statical test, geodetic instrument NIKON-EPS 02A, Slovenia.

Avtorji:

mag. Boštjan KOVAČIČ, mag. Andrej ŠTRUKELJ, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor
mag. Gorazd LIPNIK, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor

1. UVOD

Obremenilni preizkusi premostitvenih konstrukcij se delijo na statični in dinamičnih del. V skladu z veljavnim standardom (JUS U.M1.046) v okviru

statičnega dela preizkusa največja vrednost pomikov in specifičnih deformacij ne sme presegati z izračunom predvidenih vrednosti. Da bi dobili realno sliko obnašanja mostu, je potrebno izmeriti vrednosti statičnih in dinamičnih pomikov na

vseh karakterističnih točkah temeljev, opornikov in prekladne konstrukcije. Vertikalne pomike izvajamo z induktivnimi merilci, z geodetskimi meritvami in s pomočjo laserskega inštrumenta Nikon EPS-02A, katerega delovanje bi v članku radi predstavili.

2. OPIS IN DELOVANJE LASERSKEGA NIVELIRJA IN SENZORJEV

Na podlagi dobljenih rezultatov obremenilnih preizkusov lahko rečemo, da gre za izredno zanesljiv in natančen inštrument za določanje vertikalnih pomikov objektov v prostoru, katerega uporaba je hitra in enostavna. (Slika 1 in Slika 2.)



Slika 1: Laserski senzor NIKON-EPS 02A



Slika 2: Laserski senzor NIKON-EPS 02A

Delovno območje	do 350 m
Natančnost pri maks. oddaljenosti	+/- 1 mm
Rotacijska hitrost	600 obratov/minuto

Preglednica 1: Tehnični podatki laserskega nivelirja

Sistem deluje na podlagi rotirajočega laserskega žarka, ki ga oddaja laserski nivelir (Slika 2, tehnični podatki v Preglednici 1). Senzor (Slika 1, tehnični podatki v Preglednici 2) zazna prehod laserskega žarka in podatek o tem, na kateri višini je prečkal mersko polje, v obliki elektronskega signala posreduje do posebne komunikacijske enote, ki digitalizirani signal pošlje preko serijskega vhoda v prenosni osebni računalnik. Celotno meritev ves čas krmili osebni računalnik s posebnim računalniškim programom, ki zagotavlja tudi ustrezno sprotno arhiviranje merskih rezultatov ter hkraten grafični prikaz poteka meritve na zaslonu (Slika 3). Program nudi tudi tabelarični prikaz podatkov (Preglednica 4).

namenjeni predvsem opazovanju vpliva obtežbe na obnašanje konstrukcije v polju. Poleg geodetskih meritev se beleži tudi časovni potek vertikalnih pomikov podpor in sredin polj ter razvoj specifičnih deformacij. Statični preizkusi so pokazali, da so vertikalni pomiki podpor bistveno manjši od vertikalnih pomikov sredin polj.

Vertikalne pomike mostu Mlaka (karakteristika v preglednici 3) pri Veržeju smo opazovali s tremi metodami: z induktivnimi merilci, klasično geodetsko z elektronskim tahimetrom in s pomočjo laserskega sistema. Za primerjavo podajamo dobljene rezultate laserskega sistema in induktivnih merilcev.

Minimalna merska enota	0.1 mm
Dolžina merskega polja na senzorju	191 mm
Vhodna napetost	AC 100 V +/- 15 V (50/60Hz)

Preglednica 2: Tehnični podatki senzorjev EPS-02A

Razpon	2 x 15 m
Število polj	2
Predvidena posedanja	18.5 mm (sredina polja)

Preglednica 3: Prikaz karakteristike mostu pri Veržeju

Sistem omogoča zaporedno povezavo 31 senzorjev EPS-02A, katerih signale komunikacijski terminal posreduje računalniku. Za komunikacijo je potreben posebni dvožilni koaksialni kabel z oznako RS-485.

3. MERITVE POSEDANJ NA KONKRETNEM PRIMERU MOSTU PRI VERŽEJU

Statični preizkusi konstrukcij so

3.1. Vertikalni pomiki, izmerjeni z laserskim sistemom

Preglednica 4 prikazuje z laserskim sistemom izmerjene vertikalne pomike. Računalniški program za krmiljenje sistema zbere podatke z resolucijo 0,1 mm, kar je prikazano v kolonah p1, p2 in p3. Iz teh podatkov program izračuna povprečje zadnjih 100 meritev, kar je prikazano v koloni pov1, pov2 in pov3.

3.2. METODA INDUKTIVNIH MERILCEV

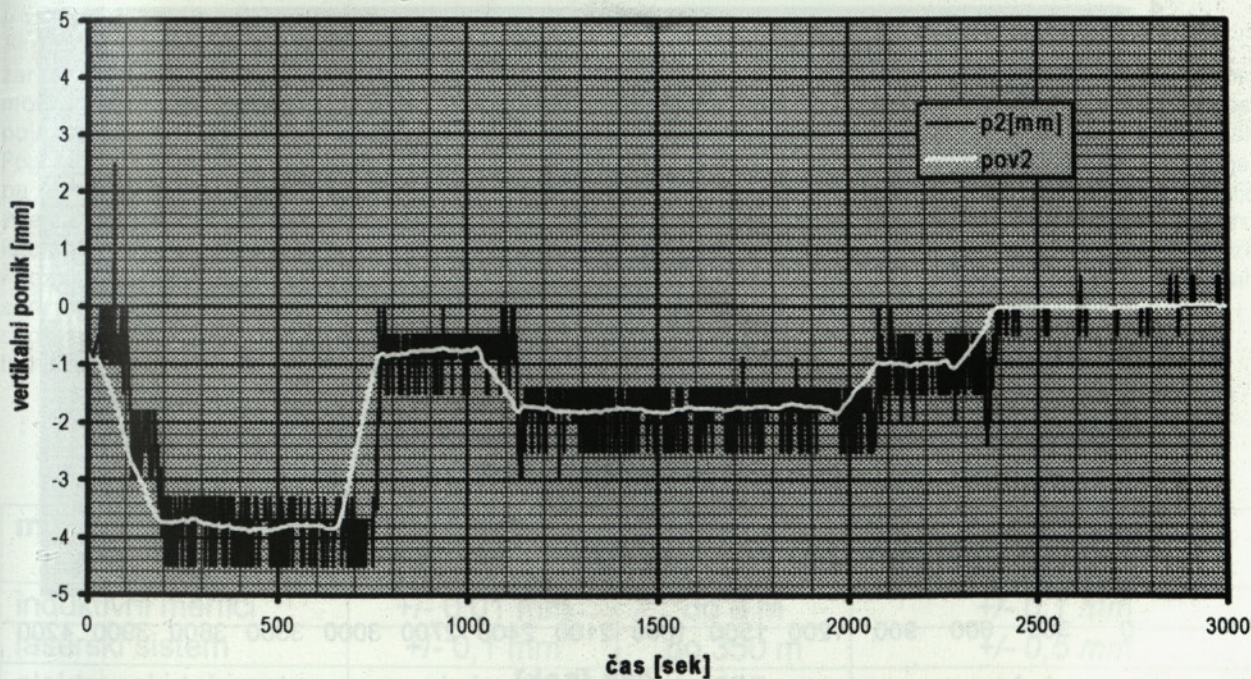
Časovni potek vertikalnih pomikov je možno prikazati tudi v obliki diagrama (Slika 3).

Induktivne merilce pritrdimo na togo konstrukcijo odra, ki je ločeno od mostne konstrukcije postavljena pod sredino razpona posameznega polja mostu. Induktivni merilci, ki so fiksirani na odrski konstrukciji,

se dotikajo prekladne konstrukcije mostu v karakterističnih točkah. Zaradi obremenjevanja sledijo njihovi gibljivi deli vertikalnim pomikom konstrukcije. Gibanje tipala induktivnega merilca pomikov povzroči spremembo električne napetosti, ki jo zazna zelo občutljiv hitri voltmetr, vgrajen v analogno - digitalnem pretvorniku. Po pretvorbi iz analogne v digitalno obliko računalniški program, ki meritev krmili, signal ustrezno arhivira na disk osebnega računalnika. V ugodnih pogojih, ko višina odra ne presega 10 m in je postavljena na togi, utrjeni podlagi in kadar ni bočnega vetra ali prometa s težjimi vozili v bližini objekta, so lahko na tak način vertikalni pomiki izmerjeni tudi do 0,01 mm natančno. Običajno pa upoštevamo natančnost 0,1 mm. Podatki so zajeti z analogno digitalnim pretvornikom znamke Hawlett Packard. Program nam izračuna vertikalne pomike za vsak induktivni merilec posebej (pomik 1, pomik 2). Rezultati so zapisani v milimetrih, za vsak induktivni merilec pomikov pa so dostopni tudi podatki o spremembi napetosti v voltih (preglednica 5).

čas[sek]	n povprečij: 100 povprečenje [mm]			osnovni podatki pomik [0.1 mm]		
	pov1	pov2	pov3	p1	p2	p3
0	0,06	-0,75	-0,07	-5	-5	0
1	0,06	-0,77	-0,08	0	-10	0
2	0,06	-0,7	-0,09	0	0	0
3	0,06	-0,80	-0,09	5	-10	0
4	0,06	-0,83	-0,1	5	-10	0
5	0,05	-0,85	-0,10	0	-5	0
30	0,05	-0,87	-0,10	0	-5	0
31	0,05	-0,89	-0,10	0	-5	0
32	0,05	-0,90	-0,10	0	-5	0
33	0,05	-0,92	-0,10	5	0	0
34	0,05	-0,94	-0,10	0	-10	0

Preglednica 4: Izrez iz datoteke vertikalnih pomikov za časovni območje od 0-5 in 30-31 s



Slika 3: Grafični prikaz časovnega poteka vertikalnih pomikov, izmerjenih z laserskim sistemom v točki 2. Prikazana sta osnovni (p2) in povprečni signal (pov2)

čas[sek]	pomik1 [mm]	pomik2 [mm]	pomik1 [V]	pomik2 [V]
0	14,98	11,78	-2,16	-3,03
4,75	15,13	11,75	-2,12	-3,04
14	14,95	11,75	-2,17	-3,04
15	15,02	11,75	-2,15	-3,04
20,25	14,95	11,75	-2,17	-3,04
80,5	15,02	11,75	-2,15	-3,04
85,75	14,95	11,78	-2,17	-3,03
90,5	15,02	11,71	-2,15	-3,05
95,75	14,98	11,75	-2,16	-3,04
100,5	14,98	11,78	-2,16	-3,03
121,25	14,95	11,75	-2,17	-3,04
125,25	14,95	11,75	-2,17	-3,04
130,5	15,02	11,78	-2,15	-3,03
135,5	14,98	11,82	-2,16	-3,02

Preglednica 5: Del datoteke z rezultati vertikalnih pomikov, dobljenih z induktivnimi merilci



Slika 5: Postavitev geodetskih prizm

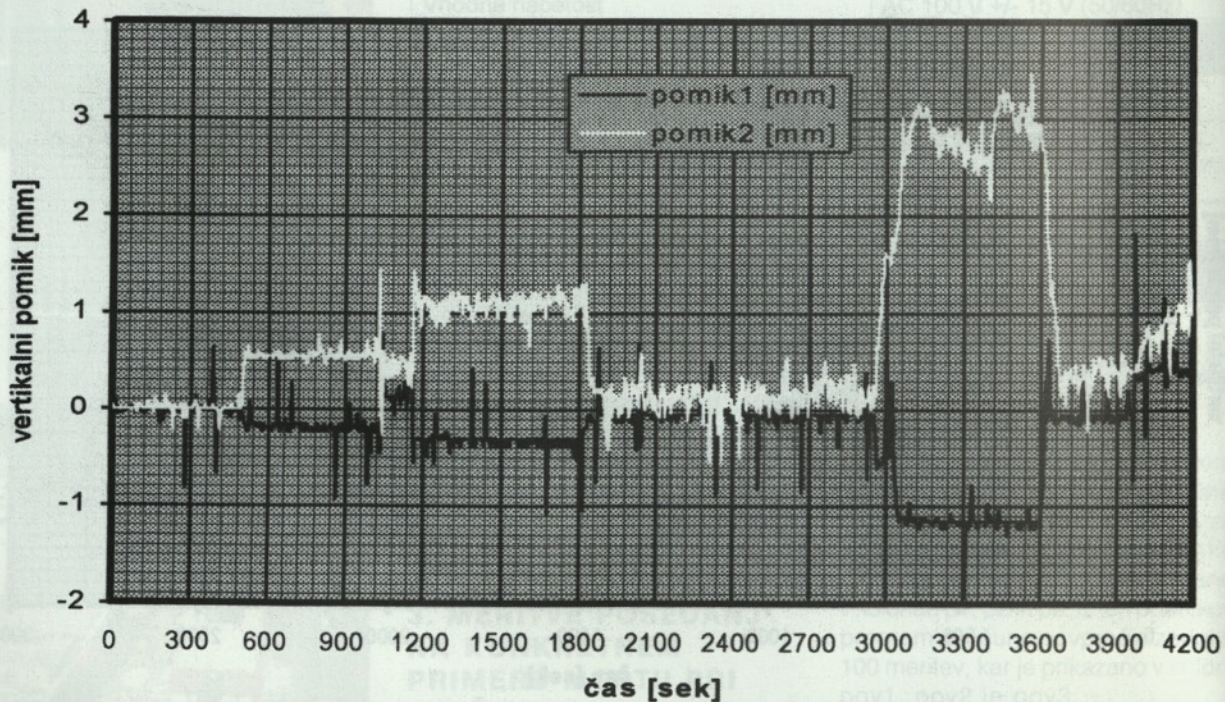
Grafični prikaz časovnega poteka vertikalnih pomikov, izmerjenih z induktivnimi merilci pomikov je prikazan na Sliki 4.

3.3. METODA DOLOČANJA VERTIKALNIH POMIKOV S POMOČJO GEODETSKIH MERITEV

Obremenilne preizkuse izvajamo tudi s pomočjo geodetskih meritev. Na karakterističnih točkah postavimo

prizme, ki so zaradi povečanja natančnosti pritrjene na betonske kocke. Na primerni oddaljenosti od konstrukcije postavimo geodetski inštrument (elektronski tahimeter). Elektronski tahimeter Nikon DTM-720 ima vgrajen program, ki nam omogoča sprotno izračunavanje vertikalnih pomikov glede na začetno – nulto meritev (Slika 5).

S to metodo dobimo relativne vertikalne pomike glede na začetno meritev. Na prizme viziramo pred obremenitvijo



Slika 4: Prikaz časovnega poteka specifičnih deformacij, dobljenih z merilnimi lističi in vertikalnih pomikov dobljenih z induktivnimi merilci v obliki diagrama

(ničelna meritev), med obremenitvijo in po razbremenitvi, to pa zaradi tega, da opazujemo morebitne zaostale deformacije na karakterističnih točkah po razbremenitvi konstrukcije.

3.4. PRIMERJAVA DOBLJENIH REZULTATOV

Kot smo v članku že omenili uporabljamo, če je le mogoče, različne merske metode za določanje vertikalnih pomikov konstrukcije, ki jo obremenjujemo. To pa predvsem

pa so nameščeni induktivni merilci pomikov. V preglednici 6 podajamo primerjavo dobljenih rezultatov. Primerjava rezultatov v preglednici 6 podaja dobljene vertikalne pomike za vsako mersko mesto posebej z različno uporabljeno metodo. Največje posedanje je bilo zabeleženo v polju 1 (1,4 mm), kar je v dopustnih mejah glede na predvideno izračunano vrednost (8,5 mm). Naj omenimo še to, da meritev, izvedena z induktivnimi merilci pomika in z laserskim nivelirjem omogoča registriranje časovnega poteka vertikalnih pomikov konstrukcije. Klasičen

3.5. NATANČNOST POSAMEZNIH METOD

Rezultati v preglednici 6 so dobljeni na podlagi terenskih meritev. Ne moremo pa se izogniti natančnosti uporabljenih metod.

Za *induktivne merilce* proizvajalec navaja natančnost tudi do $\pm 0,01$ mm, vendar zaradi objektivnih razmer na terenu sodimo, da je natančnost te metode $\pm 0,1$ mm.

Pri uporabi *laserskega sistema* dobimo rezultate na $\pm 0,1$ mm

mersko mesto	elektronski tahimeter	laserski nivelir	induktivni merilci
podpora 1	0.2 mm	0.1 mm	0.1 mm
polje 1	1.3 mm	1.3 mm	1.4 mm
podpora 2	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
polje 2	-0.4 mm	-0.3 mm	-0.5 mm
podpora 3	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm

Preglednica 6: Primerjava dobljenih rezultatov posameznih metod

zaradi tega, ker s tem izključimo morebitne napake, ki bi se lahko pojavile pri uporabi le ene metode. Poglavitni razlog uporabe vseh metod pa je v tem, da konstrukcijo opazujemo na vseh karakterističnih točkah istočasno. Tako imamo na zgornji – vozni strani konstrukcije postavljene senzorje in geodetske prizme, na spodnji strani konstrukcije, vendar tlorisno gledano na istih mestih,

geodetski postopek merjenja pomikov pride v poštev šele takrat, ko na osnovi vsaj ene od prej naštetih metod ugotovimo, da se je konstrukcija po obremenitvi oziroma razbremenitvi umirila. Prav zato je zelo koristno pri takšnih vrstah meritev uporabiti več med seboj neodvisnih postopkov, ki se dopolnjujejo.

natančno, vendar to še ni natančnost izmere. Proizvajalec navaja natančnost $\pm 0,1$ mm pri idealni oddaljenosti senzorjev od rbtacijskega nivelirja. Ker pa je na terenu ta idealna razdalja (150 m) redkokdaj dosegljiva, moramo upoštevati natančnost meritev za večjo razdaljo, ki pa je po navedbah proizvajalca od $\pm 0,1$ mm do ± 1 mm glede na oddaljenost.

metoda	natančnost proizvajalca	maksimalna oddaljenost	natančnost meritev
induktivni merilci	$\pm 0,01$ mm	do 8 m	$\pm 0,1$ mm
laserski sistem	$\pm 0,1$ mm	do 350 m	$\pm 0,5$ mm
elektronski tahimeter	± 1 mm	do 500 m	± 1 mm

Preglednica 7: Pregled natančnosti posameznih metod

Za klasično geodetsko višinsko izmero s pomočjo elektronskega tahimetra pa lahko rečemo, da je natančnost rezultatov v velikostnem razredu +/- 1 mm.

Glede na navedbe proizvajalcev in iz lastnih izkušenj lahko sklepamo, da rezultate, ki so manjši od +/- 1 mm, ne moremo šteti kot vertikalni pomik, temveč prej kot napako inštrumenta. Natančnost posameznih metod lahko primerjemo v preglednici 7.

4. ZAKLJUČEK

Zanesljivost meritev, kjer je to mogoče, povečamo s hkratno uporabo večih merskih metod in primerjavo rezultatov, ki se morajo ujemati v okviru dovoljenih toleranc. Le te dobimo s predhodnim statičnim izračunom konstrukcije. Laserska tehnologija pa omogoča v primerjavi z ostalimi metodami meritev tudi meritve na večjih razdaljah in sprotni vpogled v rezultate.

Slabost, ki jo moramo omeniti, pa je ta, da je rotacijska hitrost laserskega nivelirja premajhna. Uporabo laserskega sistema za registriranje odziva konstrukcije na dinamično obremenitev pa onemogoča tudi relativno počasna serijska komunikacija merilnega sistema z osebnim računalnikom. Nadalje je slabost tudi v tem, da sistem še ni prilagojen na Evropskemu napetostnemu omrežju in za delovanje sistema potrebujemo transformator in vzporadni razvod 110V omrežja.

LITERATURA

- *Electronic Positioning Staff EPS-02A, Reference manual, Nikon corporation, 1994,*
- *Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, 1998, Poročilo o opravljenem obremenilnem preizkusu premostitvenega objekta 185 in 186*

metoda	nat. natančnost	maksimalna oddaljenost	razred natančnosti
elektronski tahimeter	+/- 1 mm	do 500 m	1
laserski sistem	+/- 0,1 mm	do 350 m	2
indukcijski nivelir	+/- 0,1 mm	do 8 m	2

OPTIMALNA RAZMESTITEV OPAŽEV Z UPORABO PRILAGOJENE TRANSPORTNE METODE

OPTIMAL DISTRIBUTION OF FORMWORK THROUGH APPLICATION OF AN ADOPTED TRANSPORT METHOD

UDK 69.057.5 : 519.852

VJERAN MLINARIĆ, RUDOLF LONČARIĆ, THOMAS E.V. ŠIMIĆ

POVZETEK

V elaboratu je predstavljen matematični model, ki omogoča istočasno, optimalno razvrstitev več vrst opažev na večjemu številu različnih stavb v izgradnji. Pokazano je, da za odločitev ne zadošča zgolj najnižja cena, temveč tudi analiza nekaterih drugih vplivov. Pri izdelavi modela je uporabljena ideja transportne metode linearnega programiranja. Z obdelavo taktnega načrta je potrebno vnaprej določiti stroške instaliranja posamičnega opažnega sistema za vsako stavbo posebej. Uporaba navedenega matematičnega modela omogoča določitev minimalnih stroškov instaliranja opažnih sistemov v določenem časovnem obdobju.

Ključne besede: opaž, taktni načrt, gradbišče, transport, optimalizacija

SUMMARY

The paper presents a mathematical model that enables optimal simultaneous distribution of a number of formwork types to several different construction sites. It is shown that for making decisions the lowest price is not sufficient, an analysis of other influences is also needed. For the development of the model, the idea behind a transport model of linear programming was used. It is necessary to determine ahead of time, by determining a cycle application of this mathematical model we arrive at minimal installation costs for formwork systems in a particular time period.

Keywords: formwork, cycle plan, construction site, transport, optimization

Avtorji:

dr.sc. Vjeran Mlinarić, dipl.ing.gradb., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
 prof.dr.sc. Rudolf Lončarić, dipl.ing.gradb., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
 Thomas E. V. Šimić, dipl.ing.gradb., Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

1. UVOD

Gradbena operativa določene delovne organizacije pogosto razpolaga z dvema ali več opažnimi sistemi, ki jih istočasno uporablja pri stavbah v izgradnji. Nekatere lastnosti in tehnološke rešitve posameznih sistemov so medsebojno različne, kar vse vpliva na ceno uporabe na enoto izdelka, in sicer: velikost opažne ploskve, višina in teža elementov opaža, način reševanja notranjih in zunanjih kotov na stiku med stenami in podobno. Cena je odvisna tudi od števila uporab, nabavne cene kot tudi vrst konstrukcije glede na možnost odplačevanja posamičnega opažnega sistema. Z večino opažev je možno izdelati posamezne konstrukcije bolj ali manj uspešno, kar rezultira v različnih učinkih, tako časovnih (trajanje izgradnje) kot tudi gospodarskih (cena del). Zaradi tega je nujno, za vsako stavbo in razpoložljivo vrsto opažev obdelati taktni načrt opažev, iz katerega izhajajo podatki o količini potrebnega opaža v enem taktu kot tudi cena uporabe določenega opaža za predmetno stavbo na enoto izdelka. Ta postopek omogoča uporaba že izdelanih programov na PC-ju, ki, glede na vrsto in tip opaža, omogočajo izdelavo taktnega načrta in razporeditev opažev v tlorisu dane stavbe.

Nastane problem, kako naj bi na podlagi obdelanih taktnih načrtov za več vrst opažev na enakih stavbah (za različne stavbe, ki se zidajo istočasno) le-te razporedili na posameznih gradbiščih z minimalnimi stroški za njihovo uporabo. Predvsem pa je to zanimivo, če se na enem gradbišču uporablja več vrst opažev oziroma na (n) gradbiščih (m) vrst opažev. Ob tem pa se na enem gradbišču lahko instalira 1,2 ali več tipov opažev.

Rešitev nakazanega problema izhaja iz ideje transportnega problema linearnega programiranja.

1.1. Transportni problem linearnega programiranja

V splošni obliki je transportni problem (TP) formuliran z zahtevo za določitev vrednosti nenegativnih spremenljivk (odprti problem)

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1 \dots m) \quad (j = 1 \dots n)$$

s strukturnimi pogoji:

Omejitev izhodišča:

$$a_i \geq \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (i = 1 \dots m) \quad (1)$$

Potrebe cilja:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (j = 1 \dots n) \quad (2)$$

Pogoji ponudbe in povpraševanja:

$$\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j \quad (3)$$

tako da funkcija cilja:

$$z = \sum_j \sum_i c_{ij} x_{ij} \quad \text{dobi minimalno vrednost} \quad (4)$$

Pri tem so :

m = skupno število razpoložljivih izhodišč

n = skupno število razpoložljivih ciljev
 c_{ij} = prevozní stroški na enoto mase ali prostornine na poti (i - j)

Če pa obstajajo v pogojih transportnega problema striktne enakosti, je problem kanonski ali zaprt, oz. je ponudba izenačena s povpraševanjem.

2. MODIFIKACIJA TRANSPORTNE METODE

Za rešitev problema razvrstitve opažev

O_i na gradbiščih G_j je model transportnega problema prilagojen na naslednji način:

O_i = vrsta oz. tip opaža
 $i = 1 \dots m$

G_j = gradbišča
 $j = 1 \dots n$

o_i = količina opaža O_i , ki je na voljo v skladišču (m^2)

t_j = število opažnih taktov na gradbišču G_j

g_j = količina potrebnega opaža v enem taktu na gradbišču G_j (m^2 /takt)

C_{ij} = cena uporabe opaža O_i na gradbišču G_j (cena na enoto izdelka/ m^2)

$c_{ij} = C_{ij} \times t_j$ (skupna cena uporabe 1 m^2 opaža O_i na gradbišču G_j)

o_j = količina opaža O_j , ki bo instalirana na gradbišču G_j v enem taktu

Sedaj se modificirani transportni problem glasi, kot sledi.

Treba je določiti

$$o_{ij} \geq 0 \quad (i = 1 \dots m), \quad (j = 1 \dots n)$$

s pogoji:

$$o_i \geq \sum_{j=1}^n o_{ij} \quad (i = 1 \dots m) \quad (5)$$

$$g_j = \sum_{i=1}^m o_{ij} \quad (j = 1 \dots n) \quad (6)$$

tako, da funkcija

$$z = \sum_j \sum_i c_{ij} o_{ij} \quad (7)$$

dobi minimalno vrednost

Pri tem je

$$\sum_{i=1}^m o_i \geq \sum_{j=1}^n g_j \quad (8)$$

To pomeni, da mora biti vsako gradbišče oskrbljeno z opažem, ob tem pa mora obstajati možnost presežka opaža na skladišču.

Cena (c_{ij}) pomeni ceno instaliranja opažnega sistema O_i na j -tem gradbišču na enoto izdelka (C_{ij}), pomnoženo s številkom opažnih taktov na j -tem gradbišču (t_j). Za podatek C_{ij} je nujna izdelava detajlnega taktnega načrta za vsako posamezno stavbo in vrsto opaža, kar je najlažje dosegljivo s pomočjo že pripravljenih programov na PC-ju. Dobljene vrednosti C_{ij} se vpisujejo v matrico cen instaliranja opažev na posameznih gradbiščih (matrika 1).

Istočasno se na podlagi taktnega načrta določa skupno število taktov, po katerih je razdeljena izdelava konstrukcije in količina opaža, ki se uporablja v enem taktu. Dobljeni podatki se vpisujejo v preglednice za načrtovanje izvajanja stavbe (preglednica. 1)

Zmnožek vrednosti C_{ij} (matrika 1) in vrednosti t_j (stolpec 2, preglednica 1) oblikuje novo matriko stroškov $c_{ij} = C_{ij} \times t_j$ (matrika 2)

Na podlagi tako določenih podatkov O_i, G_j , veličin o_i, g_j, t_j ter vrednosti c_{ij} se formulira modificirani transportni problem v matričnem zapisu (matrika 3)

Če posamezna vrsta opaža O_i na katerem od gradbišč G_j ni uporabna, se v matriki stroškov za strošek c_{ij} vpiše vrednost ($c_{ij} \gg \gg$) ki onemogoča razporeditev opaža O_i na gradbišču G_j .

Taka oblika matrike vrednosti s stroški c_{ij} izhaja iz izvedenih analiz in testiranj več različic ter kombinacij stroškov in gradbišč. Če se namreč v matriki vrednosti vpisani stroški nanašajo

OPAŽ	GRADBIŠČA			
	G_1	G_2	G_j	G_n
O_1	C_{11}	C_{12}	C_{1j}	C_{1n}
O_2	C_{21}	C_{22}	C_{2j}	C_{2n}
O_i	C_{i1}	C_{i2}	C_{ij}	C_{in}
O_m	C_{m1}	C_{m2}	C_{mj}	C_{mn}

Matrika 1: matrika stroškov (C_{ij}) uporabe opažev O_i na gradbiščih G_j

GRADBIŠČA	število taktov t_j	opaž v taktu g_j m^2 / takt
G_1	t_1	g_1
G_2	t_2	g_2
G_j	t_j	g_j
G_n	t_n	g_n

Preglednica 1: število taktov t_j in količina opaža g_j na gradbišču G_j

OPAŽ	GRADBIŠČA			
	G_1	G_2	G_j	G_n
O_1	c_{11}	c_{12}	c_{1j}	c_{1n}
O_2	c_{21}	c_{22}	c_{2j}	c_{2n}
O_i	c_{i1}	c_{i2}	c_{ij}	c_{in}
O_m	c_{m1}	c_{m2}	c_{mj}	c_{mn}

Matrika 2: matrika stroškov c_{ij}

	G_1	...	G_j	...	G_n		
	O_1	c_{11}	o_{11}	c_{1j}	o_{1j}		c_{1n}
O_2	c_{21}	o_{21}	c_{2j}	o_{2j}	c_{2n}	o_{2n}	o_2
O_i	c_{i1}	o_{i1}	c_{ij}	o_{ij}	c_{in}	o_{in}	o_i
O_m	c_{m1}	o_{m1}	c_{mj}	o_{mj}	c_{mn}	o_{mn}	o_m
	g_1	...	g_j	...	g_n		$\sum g_j$
							$\sum o_i$

Matrika 3: splošna oblika matrike prilagojenega transportnega problema

samo na opaž na j -tem gradbišču (C_{ij}), in sicer brez navedenega števila uporab, se dobi drugačna optimalna vrednost funkcije cilja (z), ki je vedno

V. MLINARIĆ, R. LONČARIĆ, T.E.V. ŠIMIĆ: Optimalna razmestitev opažev

OPAŽ	GRADBIŠČA			
	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄
O ₁	17	18	19	20
O ₂	19	20	21	22
O ₃	22	17	18	17

Matrika 1/1: matrika stroškov opažov O₁ - O₃ na gradbiščih G₁ - G₄ za 1 m²

GRADBIŠČA G _i	število taktov t _j = 1 - 4	opaž v taktu g _j = 1 - 4 m ² /takt
G ₁	20	210
G ₂	20	140
G ₃	18	200
G ₄	30	270

Preglednica 1/1: število taktov t_j in količina opaža v taktu gradbišča G_i

OPAŽ	GRADBIŠČA			
	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄
O ₁	340	360	342	600
O ₂	380	400	378	660
O ₃	440	340	324	510

Matrika 2/1: matrika stroškov c_{ij}

	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	
O ₁	340	360	342	600	400
	o ₁₁	o ₁₂	o ₁₃	o ₁₄	
O ₂	380	400	378	660	200
	o ₂₁	o ₂₂	o ₂₃	o ₂₄	
O ₃	440	340	324	510	220
	o ₃₁	o ₃₂	o ₃₃	o ₃₄	
	210	140	200	270	820

Matrika 3/1: začetna matrika zaprtega transportnega problema - testni primer

	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	
O ₁	340	360	342	600	400
	210	140		50	
O ₂	380	400	378	660	200
			200		
O ₃	440	340	324	510	220
				220	
	210	140	200	270	820

Matrika 4: zaključna matrika optimalne rešitve zaprtega transportnega problema - testni

nižja kot vrednost, pri kateri se uporabi predlagana vrednost (c_{ij}), ki je odvisna od števila taktov (t_j) oz. od števila uporab opaža na gradbišču.

3. TESTIRANJE MODELA

Na razpolagati naj bi bili trije opažni sistemi O₁, O₂, O₃ z razpoložljivimi količinami opažev o₁, o₂, o₃. Obenem pa obstajajo zahteve gradbišč G₁, G₂, G₃ i G₄ glede potrebnih količin opaža g₁, g₂, g₃ i g₄. Glede na različno vrsto in tlorsne dispozicije stavb, dobivajo cene posameznih opažnih sistemov O₁ - O₃ na gradbiščih G₁ - G₄ vrednosti C₁₁ - C₃₄. Domnevamo, da je problem kanonski oz. povpraševanje za opažem je enako količini opaža na skladišču.

Treba je ugotoviti porazdelitev opaža, pri kateri so stroški minimalni.

Za domnevno obdelavo projektov, analizo cen ter izdelavo taktnega načrta so pridobljeni naslednji podatki o cenah C_{ij} (matrika 1/1):

in podatki o številu in količini opaža v taktu (preglednica 1 / 1).

Na podlagi matrike 1/1 in preglednice 1/1 se oblikuje matrika 2/1 (matrika stroškov):

Razpoložljive količine opažev O_i na skladišču so:

$$\begin{aligned} o_1 &= 400 \text{ m}^2 \\ o_2 &= 200 \text{ m}^2 \\ o_3 &= 220 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Na podlagi podatkov je sestavljena začetna matrika za reševanje transportnega problema (matrika 3 / 1).

Optimalna rešitev je izdelana s pomočjo programa za reševanje transportnih nalog s transportno metodo na PC-ju.

Rešitev:

$$o_{11} = 210 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{12} = 140 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{23} = 200 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{14} = 50 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{34} = 220 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

in funkcija cilja znaša:

$$Z_{\min} = 210 \times 340 + 140 \times 360 + 200 \times 378 + 50 \times 600 + 220 \times 510 = \mathbf{339.600}$$

Če za pridobitev optimalne rešitve stroškov opaža uporabimo samo matriko stroškov na enoto izdelka (matrika 1/1), optimalna rešitev ustreza naslednjim količinam:

$$o_{11} = 60 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{12} = 140 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{21} = 150 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{13} = 200 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{34} = 220 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{24} = 50 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

in funkcija cilja znaša:

$$Z_{\min} = 60 \times 17 \times 20 + 140 \times 18 \times 20 + 150 \times 19 \times 20 + 200 \times 19 \times 18 + 220 \times 17 \times 30 + 50 \times 22 \times 30 = \mathbf{341.400} > \mathbf{339.600}$$

Ta model omogoča tudi reševanje odprtih problemov oz. če je v skladišču več opaža, kot ga gradbišče potrebuje. V tem primeru se določi najugodnejša razporeditev opaža, presežek pa ostaja v skladišču. Kot primer je obdelana predhodna naloga (spremenjene so količine $O_1 - O_4$, tako da obstaja presežek opaža), začetna matrika pa se glasi (glej matriko 3/2):

in po obdelavi optimalna rešitev (glej matriko 4/2):

Rešitve:

$$o_{11} = 210 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{12} = 140 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{13} = 30 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{14} = 120 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{23} = 170 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{34} = 150 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

	G_1	G_2	G_3	G_4	
O_1	340	360	342	600	500
	o_{11}	o_{12}	o_{13}	o_{14}	
O_2	380	400	378	660	400
	o_{21}	o_{22}	o_{23}	o_{24}	
O_3	440	340	324	510	150
	o_{31}	o_{32}	o_{33}	o_{34}	
	210	140	200	270	820/1050

Matrika 3/2: Začetna matrika odprtega transportnega problema - testni primer

	G_1	G_2	G_3	G_4	
O_1	340	360	342	600	500
	210	140	30	120	
O_2	380	400	378	660	400
			170		170 + 230
O_3	440	340	324	510	150
				150	
	210	140	200	270	820 + 230

Matrika 4/2: Zaključna matrika odprtega problema - testni primer

skladišče:

$$o_{25} = 230 \text{ m}^2$$

pri tem ostaja neizkoriščeno 230 m² opaža O_2 , ki se pošilja v fiktivno gradbišče G_5 oz. ostaja na skladišču;

funkcija cilja znaša:

$$Z_{\min} = 210 \times 340 + 140 \times 360 + 150 \times 510 + 30 \times 342 + 120 \times 600 + 170 \times 378 = \mathbf{344.820}$$

Če se uporabljajo zgolj cene iz matrike 1/1 in količina opaža v skladišču iz matrike 3/2, sledi optimalna rešitev razporeditve opaža:

$$o_{11} = 160 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{21} = 50 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{34} = 150 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{13} = 200 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{12} = 140 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

$$o_{24} = 120 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

skladišče G_5

$$o_{25} = 230 \text{ m}^2 / \text{takt}$$

pri tem ostaja neizkoriščeno 230 m² opaža O_2 , ki se pošlje v fiktivno

gradbišče G_5 oz. ostane v skladišču.

Funkcija cilja znaša:

$$Z_{\min} = 160 \times 17 \times 20 + 50 \times 20 \times 19 + 150 \times 17 \times 30 + 200 \times 19 \times 18 + 140 \times 20 \times 18 + 120 \times 22 \times 30 = \mathbf{347.900} > \mathbf{344.820},$$

kar je ponovno več kot pri optimalizaciji na osnovi stroškov c_{ij} .

4. SKLEP

Pravilna uporaba opaža na gradbišču zmanjšuje gradbene stroške. Razmestitev opaža ni enostavna kadar je na razpolago več različnih opažnih sistemov, ki jih treba istočasno razporediti na več gradbišč. Pokazalo se je, da zgolj podatek o ceni instaliranja opaža na gradbišču, ki ga dobimo z obdelavo analize cen, ne zadošča, temveč so prav tako bistveni nekateri ostali vplivni elementi, kot je npr. število ponavljanja uporabe opaža na posameznem

gradbišču. Uporaba prilagojenega transportnega problema omogoča hitro reševanje optimalne rasporeditve z minimalnimi stroški instaliranja posameznega opažnega sistema

ob poprejšnji pripravi dela, ki vsebuje obdelavo taktnega načrta za vsako stavbo in vrsto opaža posebej. Navedena metoda lahko pomaga pri izbiri različnih opažnih sistemov

v podjetjih in pri kooperantih, ki dajejo v najem omejene količine različnih opažev z različnim cenami.

LITERATURA

- Lončarič, R.: Razmatranje industrijskih načina izvedbe i optimalnih postupaka građenja privrednih objekata, Zbornik „Drugi jugoslavenski simpozij “ Organizacija građenja”, Opatija 1986, Građevinski institut, Zagreb., str. 395-412.
- Lončarič, R.: Organizacija izvođenja graditeljskih projekata, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, Zagreb, 1995. str. 180 - 224.
- Martić, Lj.: Nelinearno programiranje -odabrana poglavlja, Informator, Zagreb, 1973
- Martić, Lj.: Matematičke metode za ekonomske analize, II svezak, N.N, Zagreb, 1979
- Mlinarič, V.: Racionalizacija tehnoloških sustava horizontalnih i vertikalnih nosivih konstrukcija u visokogradnji, Disertacija, Zagreb, 1996.
- Program: TP
- Program: TIPOS (DOKA)
- Program: ELPOS (PERI)

OZELENJENE STREHE

GREEN-CLAD ROOFS

UDK 728.043 : 692.415

MARTINA ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, JANEZ KRESAL

POVZETEK

Ozelenjena streha je element bioklimatske arhitekture, ki se množično pojavlja predvsem v skandinavskih deželah. Zmanjševanje zelenih površin v mestnem okolju in ekološka problematika pa narekujejo pogostejše izvajanja tega gradbenega elementa tudi v našem prostoru.

V prispevku so izpostavljeni ugodni vplivi, ki jih imajo ozelenjene strehe na okolje in človeka. Predstavljeni so načini ozelenitve streh ter sestav ozelenitvenih plasti.

Ključne besede: ozelenjene strehe, biotopska ozelenitev, ekstenzivna ozelenitev, intenzivna ozelenitev

SUMMARY

Green-clad roofs are an element of bio-climatic architecture that is widespread mainly in Scandinavian countries. However, ecological problems caused by the continuing lack of vegetation in the urban environment are dictating the use of this building material also in our region. The article states the positive effects that green-clad roofs have on the environment and humans. Also stated are the ways of cladding the roof and the composition of the layers of cladding.

Key words: green-clad roofs, bio-topic cladding, extensive cladding, intensive cladding

Avtorja:

asist. dr. Martina Zbašnik-Senegačnik, univ.dipl.inž.arh., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.
prof.dr. Janez Kresal, univ.dipl.inž.arh., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

1. UVOD

Zelene strehe so znane že od najstarejših časov, saj so pokrivalo naravna zavetja (jame, votline...), v katerih so naši davni predniki iskali zaščito predvsem pred vremenskimi vplivi: V kasnejši megalitski tehnologiji so ljudje že ustvarjali prave podzemne zgradbe (predvsem grobnice in kulturne prostore), jih zasuli in zaščitili z zeleno streho. Med najbolj znanimi dosežki te tehnologije sta Atrejeva zakladnica v Mikenah (1350 p.n.š.)

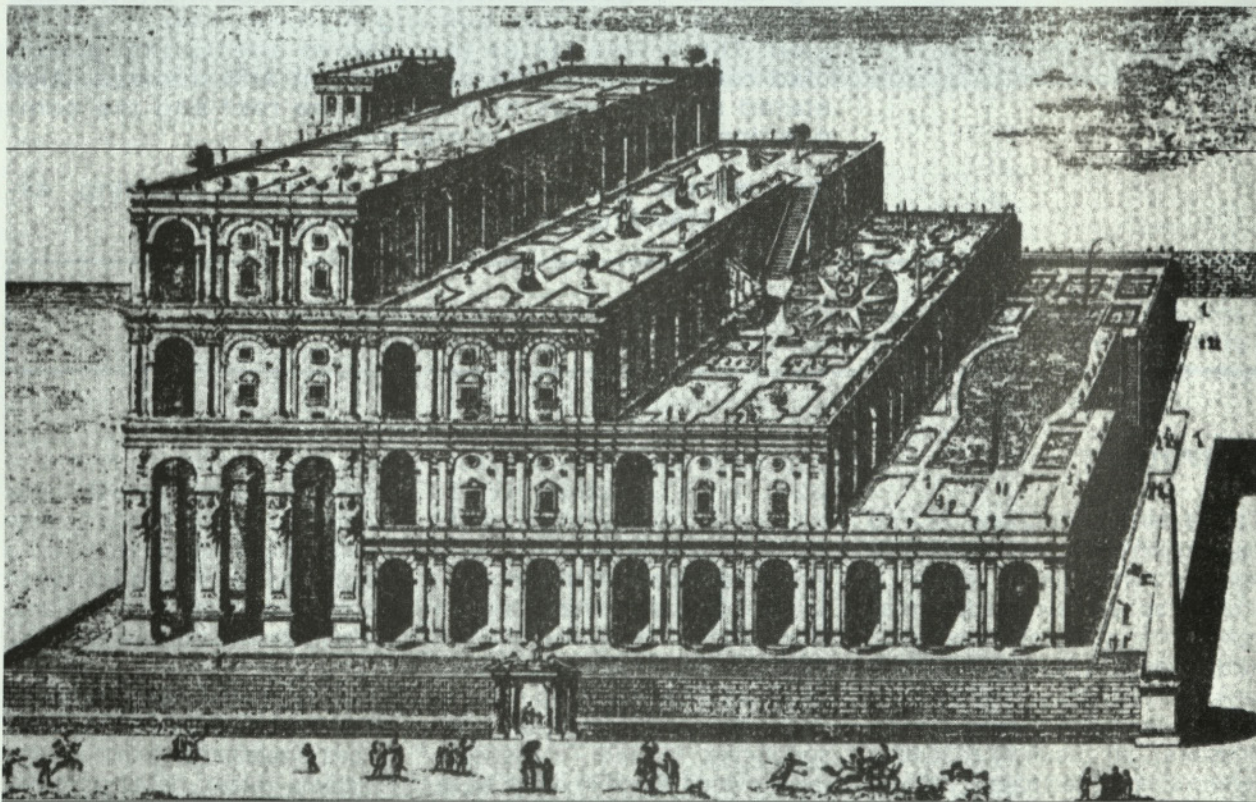
in grobišče Newgrange na Irskem (3200 p.n.š.). Kasneje, v že civiliziranem svetu, so se zaradi nevarnosti pred poplavami pojavile terasaste nadzemne zgradbe, ki kar kličejo po ozelenjeni strehi. Najbolj znan primer te tehnologije so Semiramidini vrtovi na Nebukadnezarjevi palači (9.stol.p.n.š.), ki so s svojo lepoto in smelostjo burili sodobnike in tudi kasnejše raziskovalce. Spomin nanje se je ohranil v pisani besedi, Grki so jih uvrstili med sedmero čudes tedanjega

časa. Rekonstrukcije teh vrtov so navdihovale številne slikarje še stoletja (primer iz 16. stol). Morda so prav ti Semiramidini viseči vrtovi, ki so bleščeč primer sožitja tehnike in lepote, pomagali pri uvajanju ozelenjenih streh v današnjem času.

Danes je zelena streha razširjena predvsem v skandinavskih deželah. Pri nas je zelenje na strehi še vedno le izjema (razen nakaj primerov vkopanih garaž), čeprav ni razlogov za odklanjanje te ekološke bio-



Slika 1: Newgrange danes (7)



Slika 2: Semiramidini viseči vrtovi, kakor si jih je predstavljal neznani slikar v 16 stol. (5)

klimatske rešitve. Kvalitetna gradiva in čedalje bolj razvita tehnika gradnje omogočata hitro, učinkovito in cenovno ugodno rešitev. Če je še pred kratkim veljalo, da zdrži zelena streha 20 – 30 let, je danes življenjska doba take strehe od 70 do 100 let.

2. PREDNOSTI OZELENJENIH STREH

Izpostavimo lahko številne ugodnosti ozelenjene strehe:

- Strešna hidroizolacija je z ozelenjeno plastjo zaščitena pred temperaturnimi in vremenskimi vplivi, kar podaljšuje življenjsko dobo strehe (pri neozelenjeni strehi je temperatura na površini +80°C, pri ozelenjeni pa +25°C)
- Ozelenjena streha zagotavlja zaščito izolacije pred staranjem, krčenjem in pojavom krhkosti materiala zaradi UV-žarkov.
- Ozelenjena streha izboljšuje zvočno in toplotno-izolativnost strehe (nekateri sistemi tudi do 50%). Poleti deluje zelena streha kot zaščita pred soncem, pozimi pa varuje zgradbo pred toplotnimi izgubami.
- Ozelenjene strehe, ki so pohodne, razširjajo življenjski prostor za človeka, nepohodne pa nudijo prijetnejši pogled kot nekatere druge kritine.
- Ozelenitvena plast deluje kot goba, saj zadržuje deževnico in s tem razbremenjuje kanalizacijsko mrežo. Shranjuje meteorno vodo tudi do 3 mesece (do 90% vode zadrži, ostalih 10% pa odteče s časovno zakasnitvijo).
- Rastline na strehi absorbirajo prah, CO₂ in druge škodljive snovi (tudi do 85%), pri fotosintezi pa tvorijo O₂.
- Ozelenitveni sestav s svojo lastno težo izključuje vibracije (in s

tem poškodbe) na hidroizolaciji zaradi srka vetra.

- Strešno izolacijo štiti pred mehanskimi poškodbami in vandalizmom.

Množica navedenih argumentov jasno kaže, da vegetacijska plast na strehi ugodno vpliva na okolje in človeka in zagotavlja učinkovito strešno konstrukcijo. Z ozelenitvijo streh lahko deloma povrnemo izgubljačo pokrajino, do česar prihaja predvsem v mestih zaradi urbanizacije zelenih površin.

3. OZELENITVENI SISTEMI

Obstajajo trije različni principi ozelenitve streh – biotopska, ekstenzivna in intenzivna ozelenitev.

1. Biotopska ozelenitev temelji na naravni mineralni nosilni plasti, na kateri raste izključno samorasla avtohtona vegetacija, ki ne zahteva nege in vzdrževanja ter brez težav prenese sušna obdobja.
2. Ekstenzivna ozelenitev običajno pomeni nizko rastoče rastline, ki ne zahtevajo veliko nege, vgradnja in vzdrževanje pa sta poceni. Hoja po taki strešni površini je navadno omejena le na nujno potrebno vzdrževanje. Ekstenzivna ozelenitev zahteva posebej pripravljen substrat. Zaradi sorazmerno nizke plasti (6-18 cm, izjemoma tudi manj) je izbira rastlin omejena na nezahtevno zelenje. Zalivanje in dognojevanje je potrebno le v fazi rasti, dokler vegetacija ne zaraste 60% površine in se prilagodi pogojem rastišča. Ekstenzivna ozelenitev ima majhno lastno težo, zato je primerna za lahke strehe, naknadno ozelenitev že zgrajenih streh ter sanacije streh.
3. Intenzivna ozelenitev je sistem ozelenitve, ki dopušča neomejeno in zelo različno uporabo zelenih površin. Vegetacijski substrat

ima glede na vrsto posaditve višino 12 – 60 cm, kar omogoča celo rast grmičevja in nizkorastočih dreves. Na ta način je možno oblikovati tudi javne zelene površine kot npr. parke in peskovnike. Intenzivna ozelenitev zahteva pravilno nego, redno dognojevanje in odstranjevanje plevela ter zalivanje rastlin v daljših sušnih obdobjih.

Ozelenitev strehe lahko izvedemo na vsaki hladni, topli ali obrnjeni strehi, upoštevati pa je potrebno gradbeno-fizikalne zahteve:

- pri hladnih strehah ni gradbeno-fizikalnih omejitev
- tople strehe morajo imeti dobro parno zaporo
- pri obrnjenih strehah nad toplotno izolacijo ne sme biti nobene plasti, ki bi onemogočala izhajanje vodne pare

V načelu so za ozelenitve primerne strehe z naklonom do 35 %, v določenih primerih tudi do 45 %. Ravne strehe z naklonom do 1 % veljajo kot posebne strehe. V odvisnosti od naklona strehe je potrebno izvesti drenažo, ki preprečuje poškodbe hidroizolacijske plasti. Pri strmejših strehah mora biti konstrukcija izvedena tako, da preprečuje zdrsa in erozijo substratne plasti.

Izbora rastlin je odvisen od vrste ozelenitve (intenzivna ali ekstenzivna, biotopska ozelenitev nima umetno sajenih rastlin), višine substrata, vrste želenega nasada itd. Če so rastni pogoji primerni, je rastline mogoče med seboj poljubno kombinirati.

M. ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, J. KRESAL: Ozelenjene strehe

Primeri rastlin za ekstenzivno ozelenitev strehe:

višina substrata 6 cm			višina substrata 12 cm			višina substrata 18 cm		
lat. ime	slov. ime	višina - cm	lat. ime	slov. ime	višina - cm	lat. ime	slov. ime	višina - cm
Achillea	rman	10-30	Agrostis	šopulja	20-50	Buxus	pušpan	20-60
Allium	drobnjak	10-25	Bromus	stoklasa	30-100	Campanula	zvončnica	do 80
Cerastium	smiljka	15	Carex	šaš	20-80	Clematis	srobot	do 300
Dianthus	nagelj	10-40	Artemisia	pelin	do 40	Iris	perunika	40-80
Linum	lan	10-25	Aster	astra	15-30	Pinus	bor	60-80
Sedum	homuljica	3-20	Erigeron	hudoletnica	30-100	Robinia	robinija	do 200
Semperviv.	netresk	do 8	Lavandula	sivka	40-70	Rosa	šipek	do 80

Primeri rastlin za intenzivno ozelenitev strehe:

višina substrata nad 12 cm			višina substrata nad 15 cm			višina substrata nad 25 cm		
lat. ime	slov. ime	višina - cm	lat. ime	slov. ime	višina - cm	lat. ime	slov. ime	višina - cm.
Alyssum	grobeljnik	15-30	Aquilegia	orlica	25-50	Achillea	rman	100
Cerastium	smiljka	10-15	Calendula	ognjič	30-60	Alchemilla	plahtica	30-50
Dianthus	nagelj	3-15	Campanula	zvončnica	20-50	Anemone	vetrnica	80
Iris	perunika	20-30	Chrisantem.	krizantema	30-50	Papaver	mak	80
Prunella	črnoglavka	5-20	Cosmos	kozmos	30-100	Rudbeckia	rudbekija	60
Veronica	jetičnik	5-6	Delphinium	ostrožnik	30-70	Salvia	kadulja	60

višina substrata 25-60 cm

majhna drevesa			grmovje		vzpenjalke in ovijalke			
lat. ime	slov. ime	višina - m	lat. ime	slov. ime	višina - m	lat. ime	slov. ime	višina - m
Acer	javor	do 15	Berberis	češmin	do 1,5	Clematis	srobot	5-7
Corylus	leska	do 20	Cornus	dren	do 6	Hydrangea	hortenzija	2-3
Fraxinus	jesen	do 10	Hydrangea	hortenzija	do 3	Jasminum	jasmin	do 5
Prunus	sliva	do 20	Ribes	ribez	do 2	Lonicera	kosteničev.	3-6
Pinus	bor	do 20	Rosa	šipek	do 3	Rubus robida	2-6	
Thuja	klek, tuja	do 20	Viburnum	brogovita	3,5-9		vrtnice vzp.	1,5-3

Preglednica 1: Primeri rastlin za ekstenzivno in intenzivno ozelenitev streh

4. SESTAVA OZELENITVENE PLASTI

Ozelenjena streha je sestavljena iz več plasti. Glede na izbrano gradivo ena plast lahko prevzame več funkcij. Optimalno zagotovitev vseh funkcij strehe omogočajo naslednje plasti:

1. Vegetacijska plast je plast, ki

jo preraščajo rastline. Plast zemlje ali substrata daje rastlinam oporo ter jih oskrbuje z vodo in hranilnimi snovmi. Sestava vegetacijske plasti je zelo različna.

- a) Čiste mineralne vegetacijske plasti so sestavljene iz ekspandirane gline, ekspandiranih skrilavcev, perlitov, koščki lave, plovca, peska ter proda

s premerom zrn 2- 16 mm ter opečnega drobirja. Tak substrat je primeren za zaseditev z mahovi in humulico.

- b) Vegetacijske plasti z zrnatostjo 0-16 mm z 20 % organskih dodatkov v obliki šote in lubja so primerne za rast trav, zelišč in humulice.

c) Vegetacijske mešanice z 20 % organskih dodatkov lahko pripravimo sami. Regionalnim materialom se dodajo koščki opeke, ekspanzirana glina ali koščki plovca.

d) Substratne plošče iz modificirane penaste mase ali mineralnih vlaken imajo podobne lastnosti kot mineralne vegetacijske plasti z 20 % organskih dodatkov, so pa ekološko nesprejemljive zaradi visoke vgradne energije.

2. Filtrska plast preprečuje izpiranje finih delcev iz substrata v drenažno plast.

3. Drenažna plast skrbi za odvajanje in zadrževanje vode. Vodo, ki pronica, najprej shrani, ko pride do presežka, pa jo odvede. Drenažna plast je sestavljena iz grobozrnatega mineralnega drobirja, kot npr. ekspanzirana glina, lava, prod in plovec. Drenaža je lahko tudi v obliki drenažnih blazin ali drenažnih elementov iz umetnih snovi (posebej so primerni pri nagnjenih strehah, kjer lahko pride do zdrsa drenažnega drobirja).

4. Zaščita pred zdrsom je potrebna pri strehah z naklonom prek 20 %. V določenih primerih pri manjših naklonih zadostuje posebna oblika drenažnih elementov, pri večjih naklonih so potrebne diagonalno križane rešetke iz letev, strehe s prek 35 % naklonom pa zahtevajo posebne pragove.

5. Zaščitna plast nudi spodnjim plastem zaščito pred mehanskimi poškodbami in prodirajočimi koreninami (ekstenzivne ozelenitve je ne potrebujejo, ker niso pohodne in je možnost mehanskih poškodb manjša). Običajno se vgradi zaščitna koprena iz geotekstilij, pa tudi plošče npr. iz recikliranega gumijastega granulata in plasti iz betona in litega asfalta. Če je kritina iz zlepljene bitumske

lepenke, lahko zaščitna plast odpade. Ta plast ni potrebna, kadar jo proizvajalci že vgradijo na drenažne elemente.

6. Vmesna plast ščiti streho pred napetostmi zaradi termičnih vplivov (segrevanje zaradi sončnega sevanja) ali pa mehanskih vplivov (npr. hoja in vožnja po površini). Vmesna plast ločuje kemijsko nezdružljive snovi in s tem preprečuje nezaželjene kemične reakcije. Navadno je iz folije ali geotekstilij.

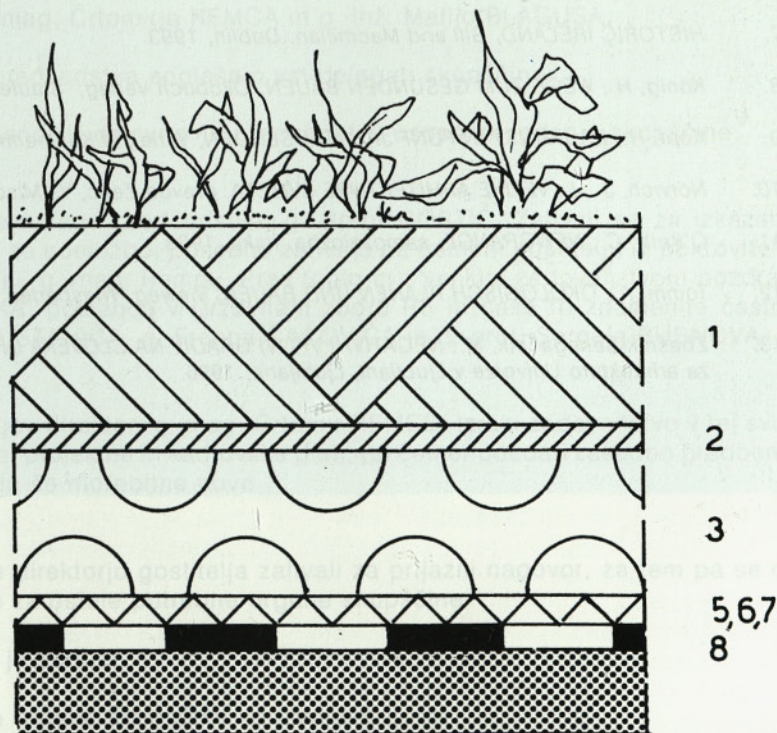
7. Zaščita pred koreninami ščiti strešno izolacijo pred poškodbami zaradi rastlinskih korenin. Običajno rabijo za ta namen strešni trakovi na bazi bitumna, gume ali umetnih snovi.

8. Strešna hidroizolacija mora biti izvedena strokovno in s kakovostnimi gradivi, da se popolnoma izključi možnost zamakanja.

5. POŽARNA VARNOST OZELENJENIH STREH

Ozelenitvena plast ustreza požarnovarnostnim predpisom, kadar je izvedena kot trda kritina. Kot take veljajo biotopska in intenzivna ozelenitev, ki imajo višje plasti substrata. Ekstenzivna ozelenitev ima lastnosti trde kritine takrat, kadar ustreza naslednjim zahtevam:

- plast substrata mora biti debela najmanj 3 cm
- substrat sme vsebovati največ 20 % organskih delcev
- pri velikih ozelenjenih površinah morajo biti najmanj vsakih 40 m narejeni 1m široki požarni odseki (npr. s pasovi iz proda, oblogami iz plošč).
- na strehah morajo biti izvedene vsaj vsakih 40 m požarne stene (ali robovi iz negorljivih materialov) z višino najmanj 30 cm
- pred odprtini v strešni površini



Slika 3: Sestava ozelenitvene plasti

M. ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, J. KRESAL: Ozelenjene strehe

(svetlobne kupole, strešna okna) in pred stenami z odprtini morajo biti najmanj 0,5 m široki pasovi iz grobega proda, masivnih plošč ipd.

V danih primerih je ozelenjena streha popolnoma požarno varna.

6. ZAKLJUČEK

Pretekla arhitektura nam daje mnoge

oblikovalske in vsebinske pobude. Med njimi so tudi ozelenjene strehe, ki so se v zgodovini že pojavljale. V času, ko se naravne zelene površine v mestih umikajo novonastajajočim zgradbam, ozelenjene strehe delno nadomeščajo izgublajočo se pokrajino. Sodobna gradiva ter čedalje bolj izpopolnjene tehnike omogočajo izvedbo zanesljivih strešnih konstrukcij, ki ne le, da izpolnjujejo gradbeno-fizikalne zahteve, ki jih ima streha, temveč jih povezujejo s težnjo po ohranjanju naravnega

ekosistema v mestih. Morda se sliši patetično, pa vendar ni daleč od resnice – »ozelenjene strehe so strehe prihodnosti, ko bo gozd, divji travnik ali zelenjavni vrt na strehi v mestih nekaj samoumevnega in ko si bo težko predstavljati mrtve strehe brez življenja in vegetacije« (1).

LITERATURA

1. Althaus D. et al: *ÖKOLOGISCHES BAUEN IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES*, Hannover, 1980.
2. Daniels, K.: *TECHNOLOGIE DES ÖKOLOGISCHEN BAUENS*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1994.
3. Drefahl, J.: *DACHBEGRÜNUNGEN*, Rudolf Müller, Köln, 1995.
4. Guedes, P.: *ENCYCLOPEDIA OF ARCHITECTURAL TECHNOLOGY*, McGraw-Hill Book Company London, 1979.
5. Gööck, R.: *VSA ČUDA SVETA*, Mladinska knjiga, Ljubljana, 1982.
6. Haefele, G. et al: *BAUSTOFFE UND ÖKOLOGIE*, Ernst Wasmuth Verlag, Tübingen, 1996.
7. *HISTORIC IRELAND*, Gill and Macmillan, Dublin, 1993.
8. König, H., *WEGE ZUM GESUNDEN BAUEN*, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 1991.
9. Köpf, H., *BAUKUNST IN FÜNF JAHRTAUSENDEN*, Verlag W.Kohlhammer, Stuttgart, 1985.
10. Norwich, J., J.: *VELIKE ARHITEKTURE SVIJETA*, prevod Zelić, V., Mladost, Zagreb, 1981.
11. O'Kelly, C.: *NEWGRANGE*, samozaložba, Irska, 1993.
12. Tomm, A., *ÖKOLOGISCH PLANEN UND BAUEN*, Vieweg, Wiesbaden, 1992.
13. Zbašnik-Senegačnik, M.: *NEGATIVNI VPLIVI GRADIV NA ČLOVEKA IN OKOLJE*, doktorska disertacija, Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 1996.



ZAPISNIK

redne skupščine

Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, ki je potekala 22. junija 1999 na Inštitutu za metalne konstrukcije v Ljubljani, Mencingerjeva 7 in pod pokroviteljstvom imenovanega gostitelja.

Prisotni: delegati iz 5 društev GIT in vseh 4 specializiranih društev, predstavnik gostitelja in pokrovitelja skupščine ter drugi vabljeni gostje.

Dnevni red:

1. Otvoritev skupščine
 - izvolitev organov
 - sprejem poslovnika
2. Poročilo predsednika ZDGITS
3. Poročilo predsednika Nadzornega odbora
4. Poročilo glavnega in odgovornega urednika "Gradbenega vestnika"
5. Razprava o poročilih
6. Podelitev priznanj
7. Razno

Ad 1 / 1.

Predsednik ZDGITS, g. Janez REFLAK, otvori skupščino in pozdravi vse prisotne. Delegatom predstavi skupščinski poslovnik in ga da na glasovanje.

1. **SKLEP:** Skupščinski poslovnik je soglasno sprejet.

Za tem predlaga v izvolitev delovno predsedstvo, in sicer: za predsednika delovnega predsedstva g. Boruta GOSTIČA, u.d.i.g., za člana g. mag. Črtomirja REMCA in g. inž. Matijo BLAGUSA.

2. **SKLEP:** S člani delovnega predsedstva soglašajo vsi delegati skupščine.

Po izpeljanih formalnostih zaželi izvoljenemu delovnemu predsedstvu uspešno vodenje skupščine.

Ad 1 / 2.

Po izvolitvi, spregovori predsednik delovnega predsedstva, g. Borut GOSTIČ. Zahvali se za izkazano čast in zaupanje, delegatom in gostom za udeležbo, posebno zahvalo pa nameni gostitelju in pokrovitelju skupščine, IMK, in njegovemu direktorju, g. mag. Remcu. Prav toplo in z velikim zadovoljstvom pozdravi med prisotnimi g. Jakoba PRESEČNIKA, poslanca v Državnem zboru RS in naše tri znamenite častne člane prav tako častitljivih let, g. Cirila STANIČA, g. Franca ČAČOVIČA in g. prof. Sergeja BUBNOVA.

Ad 1 / 3.

V imenu gostitelja nato spregovori njegov direktor, g. mag. Črtomir REMEC. Izrazi zadovoljstvo v tej svoji vlogi, nakar predstavi Inštitut s poslovne, projektne in kadrovske plati, pri čemer poudari zasedbo gradbenih strokovnjakov in povabi v njihovo sredo še morebitne nove.

Ad 1 / 4.

Predsednik delovnega predsedstva se direktorju gostitelja zahvali za prijazni nagovor, za tem pa se da na glasovanje dnevni red ter predloge za ostale potrebne organe skupščine.

3. **SKLEP:** * Dnevni red je sprejet

* V preostale organe skupščine so izvoljeni:

- Zapisnikar: Anka HOLOBAR

- Overovatelja zapisnika: Anton ŽERJAL in Gorazd HUMAR

ZDGITS: Zapisnik redne skupščine

- Verifikacijska komisija: Leander LITERA (predsednik), Boris JUKIČ (član), Darinka OMAHEN (član)
- Komisija za sklepe: dr. Janez REFLAK (predsednik), Borut GOSTIČ (član), mag. Črtomir REMEC (član).

Ad 1 / 5.

Za veljavnost skupščine se nato preveri sklepčnost, zato predsednik delovnega predsedstva prosi za poročilo predsednika verifikacijske komisije, g. Leandra LITERO.

Poročilo se glasi:

Verifikacijska komisija v sestavi: Leander LITERA (predsednik), Boris JUKIČ (član) in Darinka OMAHEN (član), je opravila svoje delo in seznanja skupščino z naslednjo ugotovitvijo:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS) ima v svoji sestavi 8 aktivnih območnih društev gradbenih inženirjev in tehnikov, in sicer:

1. DGIT Maribor
2. DGIT Celje
3. DGIT Velenje
4. DGIT Pomurje
5. DGIT Novo mesto
6. DGIT Gorica-Ajdovščina-Tolmin
7. DGIT Koper
8. DGIT Kočevje

in ima 4 specializirana društva:

1. Specializirano društvo potresnih inženirjev
2. Specializirano društvo konstrukterjev
3. Specializirano geotehnično društvo
4. Specializirano društvo za zaščito voda.

Na podlagi 17. člena Statuta ZDGITS in 4. člena skupščinskega poslovnika se skupščina formira po delegatskem principu: po 5 delegatov iz vsakega društva.

Po 5. členu skupščinskega poslovnika je skupščina sklepčna, če ji prisostvuje več kot polovica delegatov in delegacij.

Po pregledu poverilnic, s katerimi so delegati izkazali svojo udeležbo, je le-ta naslednja:

1.	DGIT Maribor.....	4...delegati
2.	DGIT Celje.....	4...delegati
3.	DGIT Velenje.....	5...delegatov
4.	DGIT Pomurje.....	0...delegatov
5.	DGIT Novo mesto.....	5...delegatov
6.	DGIT Gorica-Ajdovščina-Tolmin.....	5...delegatov
7.	DGIT Koper.....	0...delegatov
8.	DGIT Kočevje.....	0...delegatov
9.	Specialitirano društvo potresnih inženirjev.....	2...delegata
10.	Specializirano društvo konstrukterjev.....	1...delegat
11.	Specializirano geotehniško društvo.....	4...delegati
12.	Specializirano društvo za zaščito voda.....	1...delegat

Skupno število prisotnih delegatov je 31,

kar pomeni, da je **skupščina sklepčna** in lahko nadaljuje svoje delo.



Slika 1: Predsednik Zveze pri nagovoru in delovno predsedstvo skupščine

Ad 2 /

Sledi poročilo predsednika ZDGITS, **g. dr. Janeza REFLAKA**, v katerem predstavi delovanje ZDGITS v letih 1997 in 1998.

(Priloga 1.)

Ad 3 /

Poročilo predsednika Nadzornega odbora **g. Feliksa STRMOLETA**.

(Priloga 2.)

- 4. SKLEP:** * Sprejme in potrdi se zaključni račun za leto 1997 in zaključni račun za leto 1998.
 * Sprejme in potrdi se poročilo Nadzornega odbora.
 * Materialno in finančno poslovanje ZDGITS za leti 1997 in 1998, se oceni kot pozitivno in uspešno.

Ad 4 /

Poročilo glavnega in odgovornega urednika Gradbenega vestnika, **g. Franca ČAČOVIČA**.

(Priloga 3.)

V svojem nagovoru je g. Franc ČAČOVIČ dal v slovo še nekaj dragocenih napotil novemu uredniškemu odboru ter mu zaželel pri delu veliko uspehov.

Ad 5 /

Predsednik delovnega predsedstva, **g. B. GOSTIČ**, povabi prisotne k razpravi, pri čemer jih v povzetku poročil usmeri k najbolj izpostavljenim problemom, kot so članarina, izobraževanje in revija Gradbeni vestnik.

Ad 5 / 1.

Prvi pristopi za govornico **g. Jakob PRESEČNIK, u.d.i.g.**, ter pozdravi skupščino ZDGITS s strani Državnega

ZDGITS: Zapisnik redne skupščine

zboru RS in njegovega odbora za infrastrukturo in okolje, v katerem aktivno deluje.

Takoj ugotavlja, da je ZDGITS za razvoj stroke izredno pomembna, prav tako pa tudi njeno sodelovanje z zakonodajalcem, kar se je pokazalo pri uspešni izpeljavi dopolnil zakona o graditvi objektov, kjer je ZDGITS sodelovala s svojimi pobudami in predlogi. Podobnega sodelovanja se nadeja pri skorajšnji obravnavi zakona o urejanju naselij.

Skupščini zaželi uspešno delo, ZDGITS in njenim članom pa veliko nadaljnje uspešne strokovne aktivnosti.

Ad 5 / 2.

Skupščino pozdravi naš najstarejši aktivni član, **g. Ciril STANIČ**. V svojem govoru poseže v zgodovino, v čas porajanja organiziranih stanovskih društev. Spomni se kolegov, ljudi, ki so pri ustanavljanju društev sodelovali in veliko naredili. Izpostavi družbeni pomen gradbene stroke in njenih strokovnjakov s pripombo, da je vendarle ves čas nekoliko zapostavljena in da je dobro, da se sama organizirano oglašča in opozarja na morebitne napake in nepravilnosti. Čestita kontinuiteti izhajanja Gradbenega vestnika, ki nas informira in izobražuje že 48 let, in njenim vestnim snovalcem. Pozdravi tudi prisotnost konkurenčne revije Gradbenik s tem, da predlaga, v čem naj bi se reviji dopolnjevali in tako zadovoljili strokovne potrebe slovenskega gradbeništva.

Ad 5 / 3.

G. Adi LESNIČAR, delegat DGIT Maribor, najprej izpostavi problem izobraževanja operativnega kadra na gradbiščih. Ugotavlja, da se srednje gradbene tehniške šole z izrazitim krčenjem strokovnih predmetov spreminjajo v tehniške gimnazije. Njegove dolgoletne izkušnje na gradbiščih ga zavezujejo k izpostavitvi tega problema, saj ve, da je na samem gradbišču nujno potreben kvalificirani gradbeni kader. Pri Ministrstvu za šolstvo je treba sprožiti vprašanje, ali je obstoječa organiziranost srednjih tehniških šol primerna, ali ne.

Kar zadeva problem članarine in njene predlagane višine 4 tisoč SIT, se le-ta zdi, glede na razmere, neprimerna in preuranjena. Veliko gradbincev je trenutno brezposelnih; ne bi bilo pa prav, da jim stanovsko



Slika 2: Prisotni na Skupščini

ne stojimo ob strani in jih izločimo iz kroga in edinega naslova, ki jim omogoča soodločanje v gradbeni stroki.

Na koncu spregovori še o zadnji varianti sprememb in dopolni zakona o graditvi objektov, kjer ugotavlja, da se je ponovno vzpostavila vez med inženirji in tehniki. Uspešni izpeljavi zakona pa, poleg drugih pristojnih dejavnikov, predvsem botruje pri ZDGITS pooblaščen komisija za problematiko gradbenih tehnikov in njen predsednik, g. Sandi CARLI, ki mu velja vsa zahvala.

Ad 5 / 4.

G. Stipan MUDRAŽIJA, u.d.i.g., predsednik DGIT Maribor, predstavi svoje društvo in obstoječe pogoje delovanja. V primerjavi z drugimi društvi po Sloveniji imajo zaenkrat vsaj prostore, kjer se zbirajo. Društvo je še zmeraj zelo aktivno in številčno močno. S pojavom Inženirske zbornice Slovenije je društvo edini naslov, ki združuje vse profile gradbenikov v regiji. Kakor vsako leto so tudi letos pripravili svojo številko Gradbenega vestnika, vendar pa pripomni, da to v reviji ni nikjer pribeleženo, kar bi v bodoče veljalo popraviti.

Kar zadeva strokovno izobraževanje gradbenih tehnikov, se navezuje na predhodnikovo diskusijo. DGIT Maribor je podprlo učitelje strokovnih predmetov na srednjih tehniških šolah, ki ugotavljajo absurdnost zmanjševanja obsega strokovnih predmetov v prid obsega splošnih predmetov.

Ad 5 / 5.

Predsednik delovnega predsedstva,

g. Borut GOSTIČ, kot aktivni član Izvršnega odbora ZDGITS razloži, da Zveza veliko deluje na področju izobraževanja; da je o problematiki strokovnega izobraževanja na srednjih šolah Izvršni odbor že tudi razpravljal; vseskozi pa Zveza organizira seminarje, na katerih pripravlja kandidate za strokovni izpit. Delegate želi zdaj opozoriti na drugi pereči problem, t.j. članarina.

Ad 5 / 6.

G. MUDRAŽIJA predlaga, da bi društva nakazovala določen fiksni znesek, ker je od posameznih članov težko pričakovati predlagano članarino.

Ad 5 / 7.

Predsednik ZDGITS, **g. dr. J. REFLAK**, opozori delegate, da ima Zveza redne finančne obveznosti tako do krovne ZIT-s, FEANI in do ECCE, vključujoč vse pošne storitve, potne stroške naših predstavnikov na shodih in sejah teh organizacij v tujini. Do leta 2000 se moramo dogovoriti za članarino, da bo Zveza



Slika 3: Predsednik Zveze dr. Janez Reflak (v sredini), Sergej Bubnov, u.d.i.g. (levo), Franc Čačovič, u.d.i.g. (desno)

ZDGITS: Zapisnik redne skupščine

skladno s svojimi obveznostmi in cilji do članstva in do asociacij, v katere je vključena, lahko delovala.

Ad 5/8.

G. Inž. Matija BLAGUS, predsednik DGIT Velenje, ponuja skupščini v razmislek dva predloga v zvezi s plačevanjem članarine, in sicer:

1. Glede na večino obveznosti, ki jih ima Zveza do inženirjev, bi naj društva plačevala Zvezi določeno članarino za vse svoje člane - inženirje.
2. Zveza naj bi pobirala od društev pavšalni znesek. Glede na število članstva posameznega društva, bi se višina članarine delila v tri razrede: manj kot 50 članov, od 50 do 100 članov, nad 100 članov. Višina pa bi se določila glede na konkretne stroške, ki jih ima Zveza s posameznim društvom. Skladno s statutom ima Zveza vendarle kolektivne člane.

Ad 5/9.

Podpredsednik ZDGITS, **g. Gorazd HUMAR, u.d.i.g.**, najprej izrazi veselje, ker se je naše skupščine udeležil g. Jakob Presečnik, poslanec v Državnem zboru RS in s tem dal naši skupščini dodatno težo. Potem se naveže na vsebino predsednikovega poročila v zvezi z vključevanjem naše ZDGITS v evropske asociacije, kar je neposredno povezano tudi s potrebno članarino, o kateri teče diskusija. Najprej predstavi FEANI kot evropsko zvezo nacionalnih društev, katere članica je tudi Slovenija. V tej Zvezi je sodeloval kot član slovenske komisije, ki je pripravila verifikacijo slovenskih srednješolskih in visokošolskih izobraževalnih programov. Slovenija torej ima vstopnico v Evropi, kjer so ti programi verificirani. Druga stopnja je pridobitev naziva evroinženir, ki ga podeljuje zveza FEANI, in meni, da je ta naziv v bodoči Evropi izredno pomemben. Druga zveza na evropskem nivoju, v katero je vključena ZDGITS, je ECCE - Evropska zveza gradbenih inženirjev, v katero je iz bivšega vzhodnega bloka Slovenija druga po vrsti sprejeta kot stalna članica. Ta zveza ima zelo obsežen program. Ena od njenih pomembnejših nalog je priprava evropskega etičnega kodeksa gradbenih inženirjev, ki bi veljal za vso Evropo enotno. Pripravlja tudi veliko izobraževalnih programov, veliko strokovnih seminarjev, kjer so naši strokovnjaki že tudi aktivno sodelovali (s področja računalništva, v Lahtiju - Finska, 1998). G. Humar meni, da je naše članstvo v teh evropskih organizacijah pomembno in koristno, ker bomo le na tak način v toku z evropskimi dogajanjem. Seveda pa moramo tem pridobitvam plačevati svoj prispevek. Povprečna letna članarina v taki evropski zvezi znaša 100 tisoč SIT, kar ni veliko; je pa veliko, če naša Zveza denarja nima. Vemo, da naša Zveza vključuje inženirje in tehnike in za oboje v svojih dejavnostih tudi skrbi. Zato se mu ne zdi primerno, da bi pri plačevanju članarine tehnike izključevali. Veliko stane tudi naš Gradbeni vestnik. Pravi, kako se moramo zavedati, da smo edini naslov, ki nas povezuje in v katerem lahko organizirano izražamo svoje interese in imamo lastno dragoceno revijo, ki izhaja že 48 let. Zelo težko je ustvariti nekaj novega, enostavno pa je ustvarjeno ukiniti. Premalo nas je vseh skupaj, da bi se delili na ene (inženirje) in druge (tehnike) in sčasoma izničili vse, kar smo skupaj naredili, kar nas je združilo in nam dalo svoje mesto in pomen v družbi.

Ad 5/10.

G. prof. Sergej BUBNOV predlaga aktivnosti v zvezi s pridobivanjem sredstev prek t.i. sponzorstva.

Predsednik delovnega predsedstva se zahvali vsem razpravljavcem za predloge in pripombe in prosi za oblikovanje sklepa v zvezi s temeljnim problemom: plačevanjem članarine.

5. **SKLEP:** Skupščina pooblašča Izvršni odbor, da skupaj s predsedniki društev oblikuje višino in strategijo plačevanja članarine, ki bi se začela plačevati leta 2000.

Ad 6/

Skladno z 19. členom Statuta ZDGITS podeljuje skupščina izjemnim članom za svoje dosežke in aktivno društveno delovanje naziv zaslužnega in častnega člana.

Predlaganim članom na današnji skupščini podeli priznanja predsednik ZDGITS, g. dr. Janez Reflak.

6. **SKLEP:** Skupščina ZDGITS je izvolila za **zaslužnega člana ZDGITS:**
 1. Ivo Lobnik, inž. gradb.
 2. SORTIMO d.o.o. Maribor
 3. Jožeta Bariča, u.d.i.g.

4. Tatjano Miklič
5. Ivana Parklja, u.d.i.g.
6. Branko Kramperšek
7. Leopolda Supina
8. Jožefa Lemuta, u.d.i.g.
9. Pavla Kovačiča, u.d.i.g.
10. Dr. Ivana Jecclja.

častnega člana ZDGITS:

1. Stipana Mudražijo, u.d.i.g.
2. Franca Hribernika, inž. gradb.
3. Anico Kolenc
4. Jožeta Vengusta
5. Slavka Kukovca
6. Boruta Gostiča, u.d.i.g.
7. Vlasto Lederer

Ad7/

Pred zaključkom skupščine še enkrat spregovori predsednik ZDGITS, **g. dr. Janez REFLAK**, in jo zaokroži z zahvalno počastitvijo dveh naših uglednih članov, ki se na lastno željo poslavljata od dolgoletnega aktivnega delovanja v naši Zvezi.

Prvi je **g. Franc ČAČOVIČ, u.d.i.g.**, nekdanji predsednik Zveze, njen častni član, ki je zadnjih 11 let kot glavni in odgovorni urednik urejal Gradbeni vestnik.

Drugi je **g. prof. Sergej BUBNOV, u.d.i.g.**, naš svetovno priznani gradbeni strokovnjak, ki je 40 let aktivno deloval v naši Zvezi in 25 let urejal Gradbeni vestnik ter ga promoviral širom po svetu.

G. dr. Janez Reflak v svojem imenu in v imenu vseh slovenskih gradbincev izrazi obema čast in zahvalo za njun prispevek slovenski gradbeni stroki in ZDGITS, kateri sta vsa svoja ustvarjalna leta zvesto služila. V imenu ZDGITS ob tej priložnosti poklanja obema skromno spominsko darilo.

Predsednik delovnega predsedstva se za tem vsem prisotnim zahvali za aktivno sodelovanje in sklene skupščino s povabilom na družabno srečanje v bližnjem gostišču.

Zapisnikar:

Anka HOLOBAR

Overovatelja zapisnika:

1. Anton ŽERJAL, u.d.i.g.
2. Gorazd HUMAR, u.d.i.g.

Predsednik

Delovnega predsedstva:
Borut GOSTIČ, u.d.i.g.

PRILOGA 1

Spoštovani gostje, spoštovane kolegice in kolegi!

Od zadnje skupščine ZGITS je minilo nekaj več kot dve leti. Današnja skupščina je v skladu z 18. členom veljavnega statuta redna skupščina, na kateri bomo obravnavali delo naših organov od zadnje skupščine ter se dogovorili za prioritete naloge do konca našega mandata.

Vsi, ki ste bili delegati na zadnji skupščini, ali pa ste poročilo prebrali v našem glasilu Gradbenem vestniku, se spominjate dveh glavnih tem takratne skupščine. To sta bila novi zakon o graditvi objektov ter začetek ustanavljanja in vloga Inženirske zbornice Slovenije. Obe temi sta aktualni za vse naše člane tudi danes. Vsi organi naše zveze so se s temi problemi aktivno ukvarjali ves čas po zadnji skupščini. Vzrok je bil nov zakon o gradnji objektov, ki je z določenimi členi korenito posegel v pravice in dolžnosti posameznih strokovnjakov, ki so udeleženci v procesu graditve.

Na svoji 1. seji v januarju 1997 je IO ZDGIT Slovenije razpravljalo o kandidaturah naših članov za organe Inženirske zbornice Slovenije in pozval vsa društva, da pripravijo predloge za kandidate. Na isti seji je bil prvič poudarjen problem ZGO glede pristojnosti dejavnosti gradbenih tehnikov ter o nemožnosti sodelovanja vrhunskih strokovnjakov iz inštitutov in obeh fakultet pri revizijah in projektiranju gradbenih objektov. IO je tudi obravnaval ter pozval vsa društva, naj pripravijo pripombe na Pravilnik o opravljanju strokovnih izpitov po ZGO. Na naslednji seji v marcu 1997 je IO ZDGIT Slovenije na osnovi predlogov društev oblikovalo kandidatno listo za člane IO IZS Matične sekcije za gradbeništvo. Za njenega predsednika je bil izvoljen g. mag. Gojmir Černe. V IZ Slovenije je sedaj včlanjenih 4.809 inženirjev raznih strok, med njimi največ gradbenikov, in sicer 1760, torej slabo tretjino. Gradbenikom je tudi uspelo, da je bil iz njihove srede izvoljen prvi predsednik Inženirske zbornice Slovenije.

Marsikdo se sprašuje, zakaj imamo dve skoraj podobni organizaciji. Odgovor je zelo jasen. IZS je organizacija, ki jo zahteva ZGO in ima pravico in dolžnost izvajati javna pooblastila v skladu z zakonom in v soglasju z MOP. ZDGIT Slovenije pa je zveza regijskih in specialnih strokovnih društev gradbenih inženirjev in gradbenih tehnikov Slovenije na osnovi civilne zakonodaje ter edini legitimni predstavnik naše stroke v Sloveniji in v svetu v nevladnih organizacijah. Članstvo v DGIT ni pogojeno z nobenim zakonom, torej je prostovoljno. Le člani DGIT lahko po določenem postopku dobijo naziv EUR ING, le takšnemu inženirju bodo v Združeni Evropi odprta in dostopna vsa delovna mesta. Naša dolžnost je, da o tem temeljito informiramo predvsem mlade kadre. Vsak, kdor želi pridobiti priznanje naziva EUR ING, mora biti član ustreznega strokovnega društva inženirjev in tehnikov Slovenije. Prav zato naša zveza aktivno sodeluje v FEANI-ju, to je federacija, ki združuje 1.500.000 inženirjev iz 27 evropskih držav. Sedež za Slovenijo je v Mariboru. Za vse svoje člane letno poravnavamo ustrezno članarino in stroške sodelovanja FEANI-ja. Poleg tega je ZDGITS članica ZITS. V letu 1998 smo po velikem naporu in prizadevanju g. Humarja in delno z mojo aktivnostjo postali redni član ECCE (European Council of Civil Engineers). Biti član obeh zvez pomeni aktivno se udeleževati sestankov po Evropi ter redno plačevati ustrezno letno članarino. Udeležbe na teh sejah zahtevajo precej časa in stroškov. Na vseh teh organih so zastopani interesi naše gradbene stroke. Da bodo te aktivnosti mogoče tudi v bodoče, se bomo morali na današnji skupščini dogovoriti za enotno letno članarino na člana v vseh društvih, katere 2/3 naj pripadata matičnemu društvu, 1/3 pa ZGITS. (Konkreten predlog je: enotna letna članarina je 4.000 SIT letno, od tega 2.600 SIT za matično društvo, 1.300 SIT za ZGITS, 100 SIT pa za bančne in poštarne stroške). Prosim delegate, da se v razpravi

PRILOGA 1

o predlogu posebej opredelimo. Od tega sklepa bo v bodoče odvisen tudi obseg dejavnosti ZGITS. ZGITS namreč od države ne dobiva nobenih dotacij in njena aktivnost je odvisna izključno od aktivnosti članstva, od katerega je tudi finančno odvisna.

Tudi na strokovnem področju je bila dejavnost ZGITS v tem obdobju zelo aktivna. V času od zadnje skupščine smo organizirali 13 pripravljanih seminarjev za strokovne izpite za skupaj 445 udeležencev. Naši dosedanji predavatelji in tudi člani izpitnih komisij za strokovne izpite so bistveno pripomogli pri prenovi in dopolnitvi novih programov za strokovne izpite v skladu z novim Pravilnikom, ki smo jih pripravljali pri IZS. Glede na dosedanjo aktivnost in uspešnost menim, da bi morala skupščina obvezati IO, da te aktivnosti opravlja tudi v bodoče, kajti 6.a člen našega statuta določa, da smo poleg ostalega dolžni skrbeti za strokovno izobraževanje gradbenih inženirjev in tehnikov. Posamezni predstavniki ZGITS smo aktivno sodelovali tudi v programskem odboru Gradbenega sejma MEGRA v Gornji Radgoni. Bili smo soorganizatorji ekskurzije na gradbene sejme v Bologno in München.

Junija 1997 je IO na svoji seji imenoval posebno komisijo za reševanje problema pravic gradbenih tehnikov po ZGO. Na tej seji je prišlo prvič do jasnega spoznanja, da del stroke potrebuje pomoč ZGITS kot institucije. Ob tem pa smo tudi ugotovili, da so pričakovali in celo zahtevali to pomoč tudi gradbeniki, ki sploh niso bili člani DGIT. Težko je vedno iskati samo koristi. Menimo, da je s pravilnim pozitivnim odnosom in aktivnostjo ZGITS, na osnovi strokovnih argumentov, pripomogla k temu, da so tehniki, ki imajo dolgoletne izkušnje in primerno znanje, uspeli s spremembo ZGO v njihovo korist. Enako se je ZGITS prizadevala za spremembo v tistih členih ZGO, kjer bi lahko vidni strokovnjaki iz inštitucij in obeh fakultet opravljali revizije zahtevnih projektov. Tudi tu smo bili uspešni. Prevladalo je razumevanje za znanje in stroko pred posameznimi interesi.

Na področju izobraževanja gradbenih strokovnjakov je v zadnjem času prišlo do bistvenih sprememb. Ukinjen je višji študij (t. i. prva stopnja), ki je izobraževal za poklic gradbeni inženir. Evropa namreč takšnega profila ne pozna. Uveden je nov tri in polletni visoki strokovni študij gradbeništva, ki po končanem študiju daje strokovni naziv dipl.gradb.inž.. Visoki strokovni študij je v prvi vrsti namenjen študentom, ki bodo delali v gradbeniški praksi (na gradbišču); sedanji univerzitetni študij, ki daje strokovni naziv univ.dipl.gradb.inž., pa je predvsem namenjen poznejšim projektantom zahtevnejših objektov in raziskovalcem v inštitutih in razvojnih oddelkih ter na fakultetah. Problem pri visokem strokovnem študiju je, kako organizirati kvalitetno 6-mesečno prakso, pri kateri bi morala sodelovati gradbena podjetja. Prav tako menim, da nimamo primerno organiziranega in dorečenega t. i. »stažiranja« oziroma pripravništva za mlade inženirje. Na tem področju bomo morali skupaj z združenjem gradbeništva nekaj urediti. Istočasno ugotavljam, da v primerjavi z razvitim svetom vse premalo posvečamo pozornost t. i. organiziranemu permanentnemu dopolnilnemu izobraževanju po končanem šolanju. Razvoj in tehnologija gresta naprej z izjemnim tempom in vsako znanje zastara že v petih letih. Velika gradbena podjetja so se v glavnem razbila na drobne neodvisne enote in s tem v podjetjih ni več močnih razvojnih oddelkov, ki bi skrbeli za stalen razvoj. V splošnem pa se na področju gradbeništva premalo daje za raziskovalno in razvojno delo, tako na nivoju podjetij kot na nivoju države. Delna osvežitev na tem področju je aktivnost Gradbenega centra, ki s svojim svetovanjem in seminarji na določenih segmentih bistveno prispeva k stroki. V tej luči je potrebno omeniti tudi Znak kakovosti v gradbeništvu, ki postaja vedno bolj prestižno priznanje za dosežke na področju gradbeništva. Ne morem mimo tega, da ne bi omenil problema učnih programov v srednjih gradbenih šolah. Srednje gradbene šole naj bi dajale dober strokovni kader za gradbišča in istočasno tudi primerno znanje s področja matematike,

PRILOGA 1

fizike in mehanike, da bi lahko ti dijaki uspešno nadaljevali študij na visokih strokovnih šolah. Ustrezno ministrstvo za šolstvo v Strokovni svet za poklicno in strokovno izobraževanje za gradbeništvo ni imenovalo nobenega člana, ki bi imel izobrazbo gradbene stroke. Glavno besedo imajo družboslovci. Obe fakulteti, vse srednje gradbene tehniške šole ter ZDGIT so se 22.1. letos sestali na skupnem sestanku v Ljubljani in s skupno deklaracijo opozorili ustrezne forume na problem vsebin programov za srednje tehnične šole. Na tem mestu bi pozval vsa društva in člane, da v zvezi z izobraževanjem in učnimi programi na vseh nivojih svoja gledanja in dejanske potrebe pisno posredujete naši zvezi, kajti le tako se bomo lahko aktivno vključili v oblikovanje pravih programov za našo stroko.

Videti je, da smo z vsakodnevnimi problemi iz naše stroke premalo seznanjeni. Imamo svoje glasilo Gradbeni vestnik, ki že nekaj let, kljub prizadevanju odgovornega urednika in uredniškega odbora, išče svojo pravo identiteto. To je revija, ki jo delno sofinancira MZT. V letih 96-98 je bilo v GV objavljenih 20 izvirnih znanstvenih člankov, 21 preglednih člankov, 82 strokovnih člankov ter 20 ostalih prispevkov. Vsi članki in prispevki revije GV so katalogizirani tudi v sistemu COBISS. Naročnikov GV je nekaj več kot 1300. Trenutno smo v fazi iskanja novega odgovornega urednika, kajti gospod Čačovič iz zdravstvenih razlogov ne želi več opravljati tega odgovornega dela. IO je o problemu GV nekajkrat razpravljal in vedno ugotovil, da je revija nujna in naj bi izhajala mogoče tudi le 6-krat letno. Ko bo imenovan novi odgovorni urednik, se bomo temu problemu znova temeljito posvetili. Pri vseh teh aktivnostih pogrešam večjo prisotnost in aktivnost mladih ljudi, ki naj bi prevzeli del naše, predvsem pa svojo strokovno prihodnost. Smo na pragu Evrope in zato moramo vso našo gradbeno regulativo prilagoditi direktivi Evropske unije. To ni naloga ZDGIT, je pa njena naloga in naloga njenih članov, da zahteva od resornega ministrstva in USM, da zagotovita ustrezna sredstva, da bi lahko strokovnjaki inštitutov in obeh fakultet čimprej uskladili ali pripravili takšno regulativo, ki bo omogočala našim gradbenikom nemoteno delo. Po približnih ocenah je te regulative za ca. 50.000 strani.

To je le nekaj problemov, ki bistveno vplivajo na normalno strokovno delo gradbenikov. Če bodo ti problemi uspešno rešeni (k temu lahko tudi člani ZGDIT veliko pripomorejo), potem bo delo v gradbeništvu v bodoče lepše in prijetnejše.

Kljub vsem problemom, ki nas ta trenutek tarejo, moram reči, da sem optimist glede jutrišnjega dne. V lanskem letu so kolegi s Primorske ustanovili novo društvo s sedežem v Kopru (glavni iniciator je bil g. Kovačič), pred nekaj meseci pa kolegi iz Tolmina in Kobarida svoje društvo (glavni iniciator g. Lemut). Moram reči, da mi je bila udeležba na teh dveh ustanovnih zborih najprijetnejše opravilo v dosedanjem mandatu. Opažam, da gradbeniki počasi spoznavajo, da je dobro biti cehovsko organiziran po lastni meri in podobi in ne tako, kot nekdo predpisuje.

Ob koncu svojega nagovora bom še enkrat opomnil vse delegate, da je le od nas odvisno, kako bodo naša društva in ZDGIT delovala v bodočnosti v dobro naše stroke.

Preden končam, bi se želel zahvaliti vsem članom IO ZDGIT za aktivno sodelovanje na dosedanjih sejah, enako članom nadzornega odbora za korektno oceno delovanja in napotke. Prav tako iskrena hvala odgovornemu uredniku GV, g. Čačoviču, ki se počasi poslavlja iz te funkcije. Iskrena hvala gre tudi vsem dosedanjim članom izpitnih komisij in predavateljem za strokovne izpite.

Hvala vsem za pozornost.

ZDGITS, Kariovška 3, Ljubljana

NADZORNI ODBOR

Ljubljana, 09.06.1999

PRILOGA 2

POROČILO NADZORNEGA ODBORA O DELOVANJU IN POSLOVANJU ZDGITS V LETIM 1997 IN 1998

V mandatnem obdobju med obema skupščinama je Nadzorni odbor deloval skladno s pristojnostmi, ki mu jih nalaga statut. Sestal se je trikrat, in sicer: 06.02.1998, 26.11.1998 ter 17.05.1999. Sklicana je bila tudi seja dne 10.3.1997, vendar zaradi izredno slabih vremenskih razmer ni bila sklepčna. Predsednik oz. pooblaščen predstavnik Nadzornega odbora se je udeleževal tudi sej Izvršnega odbora in na njih poročal o delu in ugotovitvah odbora.

Pri svojem delu je Nadzorni odbor posvečal največ pozornosti finančnemu in materialnemu poslovanju ZDGITS; preverjal pa je tudi izvajanje statuta in drugih aktov ter izvajanje sklepov organov ZDGITS.

Redno je pregledal zapisnike inventurne komisije, stanje sredstev, glavno knjigo, fakture dobaviteljev. Pri tem ni odkril nobenih pomanjkljivosti ali nepravilnosti pri poslovanju in evidentiranju poslovnih dogodkov. Poslovanje je potekalo skladno z letnimi plani in smernicami, ki jih je vsako leto sprejel Izvršni odbor. Pregledana dokumentacija je bila vodena vzorno in ažurno ter v skladu z veljavnimi predpisi.

Za leti 1997 in 1998 sta bila pravočasno izdelana, pregledana in s strani Izvršnega odbora sprejeta zaključna računa.

Na osnovi navedenega Nadzorni odbor predlaga skupščini ZDGITS v sprejem naslednje sklepe:

1. sprejme in potrdi se zaključna računa ZDGITS za leti 1997 in 1998
2. sprejme in potrdi se poročilo Nadzornega odbora
3. materialno in finančno poslovanje ZDGITS za leti 1997 in 1998 se oceni kot pozitivno in uspešno.

Članom Nadzornega odbora se zahvaljujem za vestno in konstruktivno sodelovanje, za uspešno sodelovanje pa izrekam zahvalo tudi Izvršnemu odboru ter delavkama strokovnih služb.

za Nadzorni odbor ZDGITS
Feliks Strmole, u.d.i.g., I.r.

PRILOGA 3**POROČILO GLAVNEGA IN ODGOVORNEGA UREDNIKA
"GRADBENEGA VESTNIKA"**

Spoštovani predsednik, delegatke, delegati in gostje!

Prejšnje poročilo je bilo dano na skupščini dne 28.11.1996.

Od takrat do danes je Gradbeni vestnik izhajal relativno redno. Lansko leto so bile celo izdane vse številke še pred zaključkom koledarskega leta, to je brez zamude.

V vsebinskem smislu je Gradbeni vestnik ohranil zasnovano zadnjih desetih let, kar ga urejam. V vsakem letu so bile izdane 3 dvojne in 2 trojne številke. Tudi v tem obdobju je Gradbeni vestnik ohranil finančno pomoč Ministrstva RS za znanost in tehnologijo.

V zadnjem letu je Gradbeni vestnik izšel v 1000 izvodih.

Ker se mi v tem letu izteka mandat glavnega urednika, se zahvaljujem vsem, ki so v tem obdobju prispevali gradivo, lektorici, tehničnemu uredniku, uredniškemu odboru in drugim sodelavcem.

Bodočemu glavnemu uredniku in sodelavcem želim uspešno delo z željo, da bi Gradbeni vestnik postal za svoje bralce še koristnejši in privlačnejši.

Glavni in odgovorni urednik
GRADBENEGA VESTNIKA
Franc Čačovič, u.d.i.g.

- V Ljubljani 07.06.1999

Hvala vsem za pozornost.

POMISLEKI OB NAŠIH NOVIH AKADEMskih NASLOVIH

BRANKO OZVALD

Avtor obravnava in kritizira nesmiselnost naših novih akademskih naslovov, ki so bili objavljeni v zvezi z ustreznim zakonom v Uradnem listu Slovenije 2. 4. 1999. Zavzema se za naš dosedanji, to je avstrijski, nemški in švicarski sistem, ki pozna v tehniki le nižjestopenjskega inženirja ter višjestopenjskega diplomiranega inženirja. Z uvedbo treh stopenj oziroma univerzitetnega diplomiranega inženirja namesto dosedanjega diplomiranega inženirja pa je porušen mednarodno zakoreninjen sistem akademskih naslovov, ki velja v velikem delu Evrope. Analogno velja seveda še za druge akademske stroke.

V Uradnem listu Slovenije od 2.4.1999 so bili objavljeni akademski naslovi, ki jih po novem zakonu podeljujejo naše univerze oziroma visoke šole. Ti naslovi so konkretno za tehniške stroke po dve do dve in polletnem, tj. višjem študiju, inženir, po triletnem, tj. visokem strokovnem študiju, diplomirani inženir ter po štiri do štiri in polletnem, tj. univerzitetnem študiju, univerzitetni diplomirani inženir. Analogno velja za druge stroke, npr. ekonomist, diplomirani ekonomist, univerzitetni diplomirani ekonomist itd. Izjeme so med drugim nekatere stroke, ki nimajo večstopenjskega študija, npr. medicina (6 let). Pri tem gre predvsem za novi, naknadno interpolirani študij oziroma naslov, v naši stroki konkretno za naslov med dosedanjim inženirjem in diplomiranim inženirjem. S tem smo dobili poleg treh podiplomskih kar tri dodiplomske akademske naslove, česar ne poznajo domala nikjer po svetu. O tej nerazumljivi novosti sem že dosti pisal v raznih časopisih, najprej v Delu 7.7.1999 v članku "Nesmiselni akademski naslovi". Na to mi je odgovoril v istem časopisu in z istim naslovom dne 10.7.1999 predstavnik Ministrstva za šolstvo in šport g. Tone Vrhovnik Straka. Vendar me (in še marsikoga!) s svojim nedorečenim ter jedru stvari izogibajočim se pisanjem ni niti najmanj prepričal o smiselnosti tega posega v sistem naslovov, ki so bolj ali manj standardni vsaj v znatnem delu Evrope, predvsem pa v vseh naših sosednjih državah.

V svojih člankih se med drugim zavzemam za čim večje mednarodno poenotenje takih naslovov ter seveda ustreznih študijev. Saj bi to nedvomno olajšalo meddržavne kvalifikacijske nostrifikacije diplom ter izmenjavo strokovnjakov med državami. Vendar piše g. Vrhovnik, da za poenotenje takih naslovov ni posebnega razloga, da je zanje najpomembnejša prepoznavnost ter da nacionalnih posebnosti ni smiselno odpravljati. Le kako naj torej govorimo o neki prepoznavnosti, če je npr. diplomirani inženir v Hrvaški, Avstriji, Nemčiji, Švici, v nekem smislu v Italiji (dott. ing.) ter drugod naslov za diplomante štiri do petletnega študija, medtem ko velja pri nas po novem za triletni študij. Naslova univerzitetni diplomirani inženir (ekonomist, pravnik itd.) pa ne poznajo nikjer drugod po svetu. In kar zadeva nacionalne posebnosti, se nam ob tem vsili samo po sebi vprašanje, zakaj je bilo potem treba uvesti skoraj po vsem svetu in s strogimi sankcijami mednarodni sistem merskih enot SI ter drugih, npr. denarnih enot z decimalno delitvijo? Menim, da tega poenotenja ali "posega v nacionalne posebnosti" sploh ni treba pojasnjevati.

Dalje se zavzemam za sistem akademskih naslovov, ki ga je uvedla v najnovejšem času sosednja Avstrija, s katero nas veže tradicionalna splošna in tehnična kultura in katerega štejem za najbolj doslednega na svetu. Tam namreč dobi vsak diplomant štiri do petletnega študija na univerzi oziroma visoki šoli naslov magister (npr. prava, ekonomije itd.) z izjemo inženirjev (dipl. inž.) ter zdravnikov (dr. med.). Pri tem pa ni nič narobe, če se pojavljata dva naslova dvakrat, npr. magister farmacije in magister znanosti ter doktor medicine in doktor znanosti. Če pa Avstrijci (in še drugi) ne poznajo naslova magister znanosti, da ne govorimo o našem podiplomskem specialistu, najbrž vedo, zakaj to ni potrebno.

Avtor:
Branko Ozvald, univ. dipl. inž. profesor FAGG univerze v pok. Prijateljeva 19, 1000 Ljubljana

BRANKO OZVALD: Pomisleki ob naših novih akademskih naslovih

Ko omenja g. Vrhovnik v svojem Stališču razliko med naslovoma inž. ter dipl. inž. v Nemčiji, ki smo ju prevzeli pri nas ob uvedbi dvostopenjskega študija, kaže, da si o tem ni povsem na jasnem. Saj bi tudi po našem novem zakonu lahko ostalo pri tem, to je za dvo do triletne diplomante naslov inženir ter za štiri in večletne diplomante diplomirani inženir. Vendar je z našim novim zakonom naslov diplomirani inženir, ki velja v Nemčiji in še marsikod za štiri do petletni študij, degradiran na triletni, torej krajši študij, zato ga zunaj ne morejo nostrificirati kot enakovrednega. Vsekakor zmeda!

Po pojasnilu g. Vrhovnika obravnavana "nepotrebna novost" (tako jo imenujem jaz) ni pomembna za telefonske imenike, dokumente ipd., vendar naj bi bila nujna za prepoznanje pridobljene izobrazbe kjerkoli. Ob tem pa zopet ne moremo mimo ugotovitve, da našega novega diplomiranega inženirja nikakor ne moremo primerjati npr. z enako se glasečim nemškimi naslovom. Le za kakšno prepoznavanje naj bi torej po vsem tem šlo, kot piše g. Vrhovnik? In kar zadeva telefonske imenike, naj bi le-ti bili nekakšni priročni adresarji, kot je to drugod po svetu. Kot pa lahko hitro ugotovimo, mnogi diplomantje po uvedbi dvostopenjskega študija pred kakimi 40 leti svojih akademskih naslovov v imenikih ter drugod vse do danes še niso izpopolnili npr. od naziva inženir na diplomirani inženir ter seveda tudi ne pošta oziroma Telekom sam od sebe. Tako bo tudi sedaj najbrž trajalo še veliko desetletij, da bodo vsi dosedanji diplomirani inženirji izpopolnili svoj naslov na univerzitetni diplomirani inženir. Zato v imenikih še dolgo ne bomo zanesljivo vedeli, kdo je (le) inženir, kdo diplomirani in kdo (celo) univerzitetni diplomirani inženir. Vse to pa pomeni ne le določeno degradacijo, ampak pravcato izničenje dosedanjih, po svetu zakoreninjenih akademskih naslovov, torej zmešnjavo in kaos, kakršnega doslej še nismo doživeli!

Končno piše g. Vrhovnik, da bodo po novem odpravljene težave pri opredeljevanju delovnih mest. Le kakšne težave naj bi se pojavljale doslej pri opredeljevanju kvalifikacij npr. inženirja ter diplomiranega inženirja? Vsekakor pa si ne predstavljam, kako naj bi po novem natančneje opredelili delovno zadolžitev inženirja, diplomiranega inženirja ter univerzitetnega diplomiranega inženirja. Tako novi naslovi napeljujejo kvečjemu na to, da je potreben za vsako leto študija poseben naslov, čemur se v tujini lahko le posmehujejo. Nenazadnje s pojavom brezposelnosti pri nas skoraj ni več delovnih mest ter povpraševanja po nižjestopenjskih diplomantih in nameščajo namesto njih diplomante z najvišjim dodiplomskim naslovom, kar še dodatno zanika potrebo po tolikšnih stopnjah akademskih naslovov. Seveda ob tem tudi ni nepomembno, da so se nekatere prvostopenjske, to je višje ali nekakšne hitre zidarske, tesarske, kovinarske in podobne šole izrodile v ceneno pridobivanje nasplošno malo vrednih naslovov.

V številki 6-7 I. 1999 je v članku S. Bubnova: DILEME POPOTRESNE OBNOVE V POSOČJU prišlo do netočnosti. Na str. 137 se morajo odstavki pravilno glasiti:

Odgovornost za posledice potresa je torej večstranska. Država je odgovorna ker ni izdelala kart seizmične rajonizacije svojega ozemlja, če ni izdala zakonov in predpisov za protipotresno gradnjo in sanacijo potresno neodpornih zgradb, oziroma če takšni akti obstojajo če ni zagotovila izvajanja teh aktov v praksi.

Občine so odgovorne, če niso izdale karte seizmične mikrorajonizacije svojega ozemlja in določila lokacije, ki so bolj primerne za protipotresno gradnjo in če ni zagotovila učinkovitega nadzora nad gradnjo v občini, s katerim bi bila zagotovljena protipotresna gradnja na njenem ozemlju.

Posamezniki so odgovorni če so gradili svoje stavbe brez ustreznih lokacijskih in gradbenih dovoljenj in tudi brez upoštevanja protipotresnih predpisov. Sicer so posamezniki v tem primeru kot črnograditelji odgovorni tudi po drugih zakonih. Razen posameznikov, katerim je odgovornost možno dokazati, je identificiranje, konkretne odgovornosti v okviru države in občine praktično nemogoče. Če odgovornost povežemo z obvezo povrnitve škode, potem je tudi ta obveza ravno tako neugotovljiva, kot je neugotovljiva tudi razmejitev odgovornosti.

Za netočnost se avtorju opravičujem.

**Glavni urednik
Franc ČAČOVIČ**

JUBILEJ

Prof. dr. Janko BLEIWEIS – 90 let

Dne 1. decembra 1999 praznuje 90. rojstni dan prof. dr. Janko Bleiweis, dolgoletni profesor na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Njegovi bivši sodelavci smo srečni, da mu lahko čestitamo ob tako visokem jubileju.

Ves čas nam je bil zgled strokovnjaka in učitelja, ki je poleg vsega dela vedno znal prisluhniti tudi osebnim problemom svojih sodelavcev in jim pomagati. Pri njem smo tudi videli vzor človeka z izredno pozitivnim mišljenjem, ki ga je znal prenašati na sodelavce, in jim dajati voljo, energijo in veselje do dela. Zato je prav, da v kratkem pogledamo njegovo bogato življenjsko pot.

Strokovno delo je pričel kot konstrukter v Železarni Jesenice, dalje pa je ves čas deloval na področju hidravlike in hidrotehničnih objektov. Tudi kot docent in pozneje kot profesor na Univerzi je bil vodja hidravličnih raziskav v Vodogradbenem laboratoriju. V času po vojni, ko v Sloveniji ni bilo mnogo izkušenj pri projektiranju hidroelektrarn, je izdelal projekte za HE Moste in HE Medvode na Savi. Sodeloval pa je tudi pri modelnih raziskavah in projektiranju številnih hidroelektrarn v Sloveniji in Jugoslaviji, kot npr. HE Završnica, HE Gojak, HE Zvornik, HE Čapljinca in drugih, v kasnejšem obdobju tudi pri kanalski elektrarni Srednja Drava I.

Posebno se je ukvarjal s hidravliko dovodnih in odvodnih rovov, jezov in vodostanov. Vodil je tudi razne znanstvene in strokovne raziskave na drugih področjih, npr. za določanje izgub v pravokotnih razcepkih in za hidravlične izpopolnitve hladilnih stolpov termoelektrarn. Priznanje njegovi strokovni usposobljenosti je gotovo tudi dejstvo, da je bil skoraj 13 let direktor Vodogradbenega laboratorija v Ljubljani.

Že v letu 1938 je dobil enoletno štipendijo francoskega ministrstva za izpopolnjevanje v Parizu. Pozneje se je še nekajkrat po več mesecev izpopolnjeval v Toulousu in Grenoblu, kjer je leta 1969 obranil doktorsko disertacijo z naslovom: Eksperimentalna raziskava hidravličnih izgub, ki jih pri stalnem in alternativnem gibanju povzroča hrpavostni element posebne oblike.

Svoje znanstvene izkušnje je objavljajl na večini kongresov Jugoslovanskega društva za hidravlične raziskave in Jugoslovanskega društva za visoke pregrade ter tudi na nekaterih kongresih Mednarodnega društva za hidravlične raziskave. Objavljajl je tudi v mnogih domačih in mednarodnih glasilih. Dolga leta je deloval kot recenzent za Applied Mechanical Review. Več let je deloval kot član komisije Sklada Borisa Kidriča za podeljevanje Kidričevih nagrad in nagrad Sklada Borisa Kidriča. Nekaj let je bil tudi član zvezne komisije za znanstveno delo.

Da je bil zelo spoštovan v krogu jugoslovanskih raziskovalcev na področju hidravlike, pove dejstvo, da je bil od leta



JUBILEJ

1962 do 1966 predsednik Jugoslovanskega društva za hidravlične raziskave, leta 1966 pa ga je društvo izvolilo za zaslužnega člana. Leta 1971 je od istega društva dobil nagrado za znanstveno in raziskovalno delo na področju hidravličnih raziskav.

Prof. Bleiweis je že v obdobju po drugi svetovni vojni prevzel celo vrsto predavanj s področja hidromehanike, hidravlike in hidrotehničnih objektov in to tako na dodiplomskem kot na podiplomskem študiju in tudi na posebnih izobraževalnih tečajih. Ker je vsa leta raziskoval tudi kot sodelavec Vodogradbenega laboratorija, je svoje praktično znanje znal uspešno prenašati študentom na fakulteti. Izredno izstopa njegova sposobnost in zavzetost, da je znal študentom na svojih predavanjih na zelo zanimiv način prikazati poskuse in meritve na hidravličnih modelih in jim prikazati filme, ki jih je ob svojem delu posnel v Vodogradbenem laboratoriju. S tem je prenašal svoj entuziazem in zanimanje za stroko tudi na študente. To je bilo v časih po vojni, ko je bilo malo možnosti in sredstev za take prikaze, še posebno dragoceno, saj so bili predmeti prof. Bleiweisa nekaj časa edini, pri katerih so študentje direktno sodelovali pri poskusih in meritvah. Treba je tudi poudariti njegovo široko razgledanost v stroki, ki jo je prenašal na mlajše. Za primer lahko omenimo, da je še v obdobju, ko so se pri nas šele začeli pojavljati računalniki (okrog let 1964-67), takoj sprevidel nujnost razvoja v to smer in je vedno z razumevanjem pomagal mlajšim sodelavcem pri nabavah in izobraževanju na tem področju.

Svoje znanje je vedno nesebično prenašal na mlajše ljudi in znal vzgajati svoje naslednike.

V letih 1951-1952 je bil prodekan Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, v letih 1971-1973 je bil prodekan in v letih 1973-1975 dekan FAGG. Dolga leta je bil predsednik ali član številnih fakultetnih ali univerzitetnih komisij. Mnogo je deloval v Zvezi gradbenih inženirjev in tehnikov, ki mu je v priznanje 1962 podelila naziv zaslužnega člana. Od leta 1959 pa vse do 1971 je bil direktor Vodogradbenega laboratorija v Ljubljani.

Posebej še lahko poudarimo njegov trud za stike s svetom. Vedel je, da morajo mladi ljudje svoje znanje širiti na tujih univerzah in inštitutih. Posebno dobre stike je vas čas svojega delovanja imel s profesorji na francoskih univerzah in je več mlajšim ljudem omogočil, da so tam lahko pogledali čez ograjo nacionalne znanosti.

Tudi na področju družbenega dela je njegovo delo izredno bogato, saj je bil zelo spoštovan prav zaradi dveh lastnosti, ki sta tu morda najvažnejši: široka strokovna razgledanost ter topel človeški odnos do sodelavcev.

Vedno je ljubil naravo in gore. Bil je med prvimi slovenskimi navdušenimi turnimi smučarji in le redkokdaj je spomladi, ko se začnejo idealne snežne razmere, manjkal na Komni. Že pred drugo svetovno vojno je obiskal grški Olimp in med svojimi bivanji v Franciji so ga spoznale mnoge gore v okolici Grenobla. Zato je med njegovo bibliografijo tudi kar precej člankov v Planinskem vestniku. Tudi tu je svoje izkušnje prenašal na sodelavce. Predvsem je zanj značilna tista umirjena ljubezen do narave, kjer so gore en bistven element, drugi pa je – voda, ki ji je posvetil vse svoje življenje.

Njegovi nekdanji sodelavci verjamemo, da mu je prav pozitivno mišljenje omogočilo tako trdno zdravje. Vedno nam je bil svetel vzor, ne nazadnje zaradi tega, ker ob svojih skoraj devetih križih še vedno hodi po gorah. Ob njegovem častitljivem jubileju mu iskreno čestitamo in mu nazdravljamo: Še na mnoga leta!

Rudi Rajar

OB 50-LETNICI DELOVANJA ZAVODA ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE

Zavod za gradbeništvo Slovenije - ZAG, ki je po imenu sicer mlada organizacija, letos praznuje 50-letnico nepretrganega delovanja. Dejavnosti ZAG kot dela nekdanjega ZRMK so po ustanovitvenem sklepu identične z dejavnostmi, za katere je bil predhodnik ZRMK ustanovljen leta 1949 - uporabljene so le sodobnejše besede. Dosežki ZAG-ovih strokovnjakov na področju raziskav, razvoja in skrbi za kakovost v gradbeništvu so tako že 50 let jasno razpoznavni doma in v tujini, že 50 let pa nepretrgano delujejo tudi naši laboratoriji, ki jim je bila letos z akreditacijskimi listinami tudi formalno potrjena vrhunska usposobljenost.

Kljub deljenim odmevom v strokovni javnosti o upravičenosti ustanovitve, je ZAG, zavedajoč se nove odgovornosti in novih obveznosti, v slabih petih letih obstoja v novi obliki izključno s svojim delom upravičil zaupanje ustanovitelja in že dokazal, da je osrednja slovenska inštitucija za gradbeništvo. ZAG ni toga organizacija. Strokovnjaki različnih profilov in dobra opremljenost laboratorijev omogočajo hitro prilagajanje zahtevam naročnikov. ZAG lahko ponudi celovitost storitev, multidisciplinarnost znanj, vrhunski kader, odlično raziskovalno in preskuševalno opremo in ne nazadnje, bogate reference in v praksi ničkolikokrat izkazano moralno in strokovno kompetentnost svojih sodelavcev. 180 zaposlenih, med katerimi ima polovica univerzitetno izobrazbo, številni med njimi tudi akademske nazive, je jamstvo, da je v časih, ko se obenem z izgradnjo avtocest odpirajo novi projekti nacionalnega pomena, med njimi modernizacija in dograditev železnic, izgradnja verige savskih elektrarn, investicije na področju ravnanja z odpadki, ko doživljamo razcvet visokogradnje, ZAG pripravljen na nove izzive.

Da bi izpolnil tako ambiciozno zastavljene cilje, kot so izpolnjevati zahteve slovenskega gradbeništva in ostati konkurenčen tudi takrat, ko bo Slovenija postala članica EU, se ZAG že sedaj povezuje z uglednimi evropskimi strokovnimi združenji; njegovi strokovnjaki in raziskovalci so kot aktivni soustvarjalci razvoja gradbeniških znanj v Evropi vključeni v različne mednarodne odbore, sodelujejo v akcijah COST in CEN ter v številnih mednarodnih raziskovalnih projektih.

ZAG-ovi dosežki, zaenkrat bolj kot doma odmevni v tujini, niso majhni. Na področju prometnic, kjer je pri nas danes gradbena dejavnost najbolj intenzivna, je bila metoda tehtanja vozil med vožnjo razvita pri nas, pred nedavnim uspešno predstavljena na Švedskem, zanj pa se zanimajo tudi v Veliki Britaniji, na Madžarskem in v Maleziji. Izkušnje in metodologija pregledovanja mostov in ugotavljanja preostale življenjske dobe, ki jo je ZAG razvil za DRSC, so prav tako deležne mednarodne pozornosti z zahtevami, da se ZAG kot ekspert vključi v vzpostavitev nekaterih nacionalnih sistemov. Prav tako je bilo odmevno ZAG-ovo sodelovanje v številnih akcijah COST s področja cestogradnje, predvsem na področju uporabe nevezanih mineralnih agregatov in meritev ravnosti vozišč z doma razvito enostavno in ekonomično metodo. Na drugih področjih velja omeniti dva dosežka: ZAG-ovi raziskovalci so prvi na svetu potrdili, da je mogoče z elektrokemijskim šumom odkriti nastanek napetostne korozije, na področju potresnega inženirstva pa je bilo dolgoletno raziskovalno delo, opravljeno na ZAG, kronano s knjigo, ki je izšla pri ugledni mednarodni založbi.

Z akreditacijo laboratorijev je ZAG izpolnil tudi zahteve, ki jih njegovi vlogi

M. TOMAŽEVIČ: Ob 50-letnici delovanja ZAG

na področju skrbi za kakovost v gradbeništvu postavlja zakonodaja. Akreditacija je zahtevala nekaj let temeljitih priprav, usposabljanja kadrov in vlaganj v opremo, ki so v petih letih obstoja zavoda občutno presegle pol milijarde tolarjev. Za osem laboratorijev in približno 300 metod preskušanja je akreditacijo v sodelovanju z nemškimi presojevalci izvedla Slovenska akreditacija, dva laboratorija pa je akreditirala švedska akreditacijska hiša SWEDAC. To smo izbrali ne le zato, ker je ena najpomembnejših v Evropi, pač pa predvsem zato, ker je podpisnica multilateralnega sporazuma v okviru Evropskega sodelovanja za akreditacijo. Ker bodo rezultati naših preskušanj na področju, ki ga je akreditirala SWEDAC, veljali povsod v Evropi, bodo slovenski naročniki preskušanj lahko bistveno zmanjšali stroške za pridobivanje ustreznih potrdil o skladnosti pri izvozu na evropske trge. Z domačo in tujo akreditacijo preostalih laboratorijev nadaljujemo, pri čemer se bomo držali načela pridobiti mednarodno priznano akreditacijo za vsa preskušanja, ki so ekonomsko upravičena tako za ZAG kot za naročnike preskušanj. Metrološkemu laboratoriju je za kalibracije, ki jih laboratorij izvaja na področju momenta sile, podelil akreditacijo nemški akreditacijski organ PTB. Tudi to je bila le prva od načrtovanih štirih akreditacij metroloških veličin. Tako nemški kot švedski presojevalci so pohvalili usposobljenost ZAG-ovih strokovnjakov, tehnično opremljenost laboratorijev in tudi za evropske razmere zgledno vpeljan sistem kakovosti. Akreditacija po standardu SIST EN 45001 namreč ne pomeni samo, da so laboratoriji usposobljeni za preskušanja, pač pa tudi, da imajo vpeljan sistem upravljanja kakovosti, ki je skladen z zahtevami standardov SIST ISO 9001 in 9002.

Upamo, da bo po vsem tem tudi država, ki se je zavezala v kratkem sprejeti po evropskih merilih pripravljeno zakonodajo o gradbenih proizvodih, ZAG-u dodelila vlogo, ki mu gre v novem sistemu, in ga tudi na sedežu EU priglasila kot predstavnika Slovenije. To bo zavodu omogočilo, da se bo še bolj kot doslej lahko posvetil nalogam, za opravljanje katerih je bil ustanovljen.

Miha Tomaževič

direktor

Zavod za gradbeništvo Slovenije

Slovenian National Building and Civil Engineering Institute

Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA, Telefon: + 386 61/188 81 00, Telefaks: + 386 61/188 84 84
Elektronska pošta: info@zag.si, WWW: http://www.zag.si/

- temeljne in uporabne raziskave
- potrjevanje skladnosti in certificiranje gradbenih materialov, proizvodov in izvedenih del
- razvoj novih metod preskušanja in meritev
- študije, preiskave, meritve, pregledi in opazovanja, ekspertno svetovanje in sodelovanje pri revizijah ter analize stanja na področjih: gradbenih objektov, transportnih naprav, prometnic ter naravnega in bivalnega okolja
- kalibriranje in overjanje meril, etalonov in referenčnih materialov

Materiali

mineralna veziva in malte
kamen in agregat
beton in betonski izdelki
kovine, korozija in protikorozijska zaščita
keramika in ognjevdržni materiali
polimeri

Gradbena fizika

akustika
toplotna in hidro zaščita, stavbno pohištvo
požarna preskušanja
požarno inženirstvo

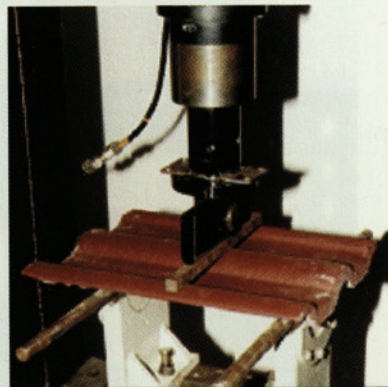
Konstrukcije

stavbe in mostovi
kovinske konstrukcije in transportne naprave
lesene konstrukcije
potresno inženirstvo
dinamika konstrukcij

Geotehnika in prometnice

geomehanika in geotehnika okolja
vzdrževanje in gospodarjenje s cestami
geotehnično opazovanje
inženirska geologija in mehanika hribin
geomehanske preiskave
asfalti, bitumen in bitumenski proizvodi

Metrologija



Preskušanje upogibne trdnosti betonskega strešnika



Preiskave parametrov akustike v športni dvorani



Meritve deformacij med prevozom uparjalnika za JE Krško



Meritve konvergenca v predoru

JUBILEJ

Prof. Sergej BUBNOV - 85 plodnih let



Pred kratkim je prof. Sergej Bubnov dopolnil 85 let svojega več kot plodnega življenja, ki ga je po strokovni plati morda v največji meri posvetil prav problematiki potresnega inženirstva, tako v Sloveniji kot tudi v tujini.

Zdi se mi, da je bilo šele pred kratkim, ko smo prof. Bubnovu na takratnem sedežu ZDGITS, na Erjavčevi 15 v Ljubljani, nazdravili s kozarcem dobrega vina ob njegovi osemdesetletnici. Čas nam vsem vedno bolj beži izpod rok. Slovenija je v zadnjih petih letih doživela izreden razmah gradbene dejavnosti in gradbeništva samega; vsi smo zelo obremenjeni z vsakdanjimi težavami in problemi, zato se res težko utegnemo posvetiti drug drugemu...

V tem intenzivnem dogajanju pa postaja vedno bolj pomemben človek kot osebnost, ki poleg rednega dela utegne še delovati na številnih področjih, povezanih z gradbeništvom.

To je prof. Bubnovu vsekakor vidno uspevalo. Ne poznamo ga samo kot

dolgoletnega (25 let) urednika Gradbenega vestnika, pač pa tudi kot aktivnega nosilca številnih dejavnosti, ki jih je razvila in vodila Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

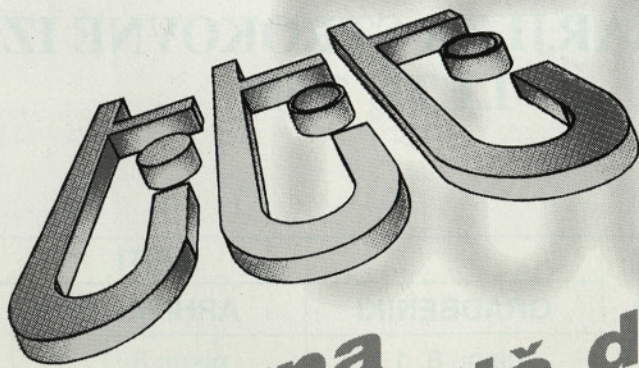
Življenjska pot je prof. Sergeja, Bubnova od rojstnega Petrograda, kjer se je rodil 21. novembra 1914, vodila prek Dubrovnika, Sarajeva in Beograda do Ljubljane, kjer se je ustalil in si ustvaril dom. To, kar sem ob njegovi osemdesetletnici zapisal, da je državljan sveta z domom v Sloveniji, drži dobesedno. Delovanje prof. Bubnova je poleg tega, da je Sloveniji posvetil največji del svoje ustvarjalnosti, segalo daleč prek njenih meja.

Leta 1994 je na Dunaju dobil častno diplomo Evropskega združenja za potresno inženirstvo (EAEE) "za njegovo dolgoletno znanstveno delo na področju potresnega inženirstva, za njegova prizadevanja za razvoj Združenja in za pospeševanje sodelovanja med evropskimi znanstveniki."

Kot že omenjeno, je prav potresno inženirstvo tista dejavnost, ki se ji je prof. Bubnov najbolj posvetil. Svoje široko znanje o potresih je zanimivo in uspešno strnil v knjigi z naslovom Potresi (Mladinska knjiga 1996), kjer je, kot je sam zapisal "prikazal geofizikalne lastnosti tega pojava na način, ki bo razumljiv javnosti, brez navajanja formul in zapletenih gradbenotehničnih postopkov, ki jih za projektiranje posameznih gradbenih konstrukcij uporablja sedanja znanost" (citat). V tej knjigi je prof. Bubnov opozoril na dimenzije in posledice tega naravnega pojava, ki je že večkrat usodno zaznamoval številne predele Slovenije in mnoge kraje po svetu. Knjiga je pomembna tudi zato, ker so v njej zbrane njegove več kot petdesetletne izkušnje s področja potresnega inženirstva.

Prof. Sergej Bubnov - ob Vašem visokem življenjskem jubileju, ko lahko z zadovoljstvom pogledate na svojo dosedaj prehojeno pot, Vam v imenu ZDGITS in v lastnem imenu želimo še veliko vedrih in zdravih let.

Gorazd Humar



**tiskarna
tone tomšič d.d.**



**1000 LJUBLJANA, GREGORČIČEVA 25A
• 061/126 32 19 • FAX 061/218 646**

Cenjeni poslovni partnerji!

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

Obiščite nas in se prepričajte!

*Nudimo kvalitetne izdelke po konkurenčnih
cenah.*

Izdelujemo vse vrste fotokopij in vezav.

STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO, ARHITEKTURO IN KRAJINSKO ARHITEKTURO TER SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 2000

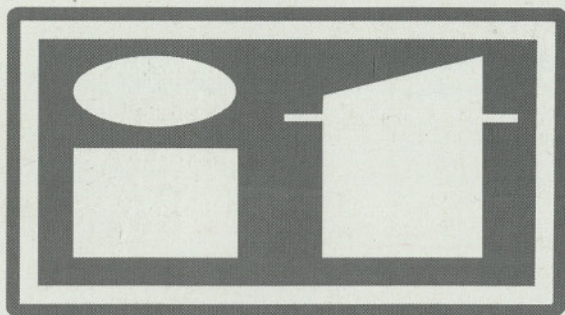
MESEC	SEMINAR	IZPITI		
		GRADBENIKI	ARHITEKTI	KRAJINARJI
Januar	24.–28.	pisni: 8. 1. ustni: 17.–21. 1.	pisni: 8. 1. ustni: 17.–21. 1.	pisni: 8. 1. ustni: 17.–21. 1.
Februar	21.–25.	pisni: 19. 2.	pisni: 19. 2.	pisni: 19. 2.
Marec	20.–24.	ustni: 6.–9. 3. pisni: 25. 3.	ustni: 6.–9. 3.	ustni: 6.–9. 3.
April	17.–21.	ustni: 3.–6. 4.	pisni: 22. 4.	pisni: 22. 4.
Maj	22.–26.	pisni: 20. 5.	ustni: 8.–11. 5.	ustni: 8.–11. 5.
Junij		ustni: 5.–8. 6.		
September	18.–22.			
Oktober	23.–27.	pisni: 21. 10.	pisni: 21. 10.	pisni: 21. 10.
November	20.–24.	ustni: 6.–9. 11. pisni: 18. 11.	ustni: 6.–9. 11.	ustni: 6.–9. 11.
December	18.–22.	ustni: 4.–7. 12.		

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE za strokovni izpit organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, 1000 Ljubljana, Karlovška 3 (tel./fax: 061/221-587). Seminar ni obvezen. Cena seminarja je 65.000,00 SIT. Udeleženca prijavi k seminarju plačnik. Prijava se pošlje na naveden naslov v obliki dopisa, ki mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu. Žiro račun ZDGITS 50101-678-47602.

B. STROKOVNI IZPITI potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Dunajska 104, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti po telefonu (061/168-57-16, 168-46-71) vsak delavnik od 10. do 12. ure pri ga. Terezi Rebernik.

Vsem
gradbincem

SREČNO 2000



STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU **1999**

Rok	Leto	A SEMINAR	B IZPIT	
			pisni	ustni
II.	1999	od 15. do 19. februar	13. februar	od 1. do 5. marec
III.	1999	od 15. do 19. marec	20. marec	od 6. do 9. april
IV.	1999	od 19. do 23. april	17. april	od 3. do 7. maj
V.	1999	od 17. do 21. maj	22. maj	od 7. do 11. junij
VI.	1999	od 20. do 24. september	16. oktober	od 2. do 5. november
VII.	1999	od 18. do 22. oktober	13. november	od 1. do 7. december
VIII.	1999	od 15. do 19. november		
IX.	1999	od 13. do 17. december		

A. **Pripravljalne seminarje** za strokovni izpit organizira Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), 1000 Ljubljana, Karlovška 3 (Telefon/fax: 061/221-587), če 1 teden pred pričetkom seminarja prispe na naslov najmanj 20 pisnih prijav. Prijava naj bo v obliki dopisa, iz katerega je razvidno: ime, priimek, zadnja strok. izobrazba, naslov udeleženca ter rok seminarja in naslov plačnika seminarja. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu. Cena seminarja znaša 65.000,00 SIT.

B. **Strokovni izpiti** potekajo pri inženirski zbornici Slovenije (IZS), 1000 Ljubljana, Dunajska 104 (telefon: 061 168-57-16; 168-46-71. Informacije dobite po telefonu od 10.00 do 12.00 ure pri ga. Terezi Rebernik. Cena izpita znaša 70.000,00 SIT.