

UDK-UDC 05:625;
YU ISSN 0017-2774

LJUBLJANA, MAREC-
APRIL-MAJ, 1993

LETNIK XXXXII
STR.: 49-112

GRADBENI VESTNIK

3-4 -5



inženirski biro

ponting d.o.o.

ponting

maribor

Strossmayerjeva 28

Maribor

MOST PREK DRAVINJE
V ŠTUDENICAH
INŽENIRSKI BIRO
PONTING MARIBOR IN
GP GRANIT
SLOVENSKA BISTRICA

inženirski biro **ponting d.o.o.**

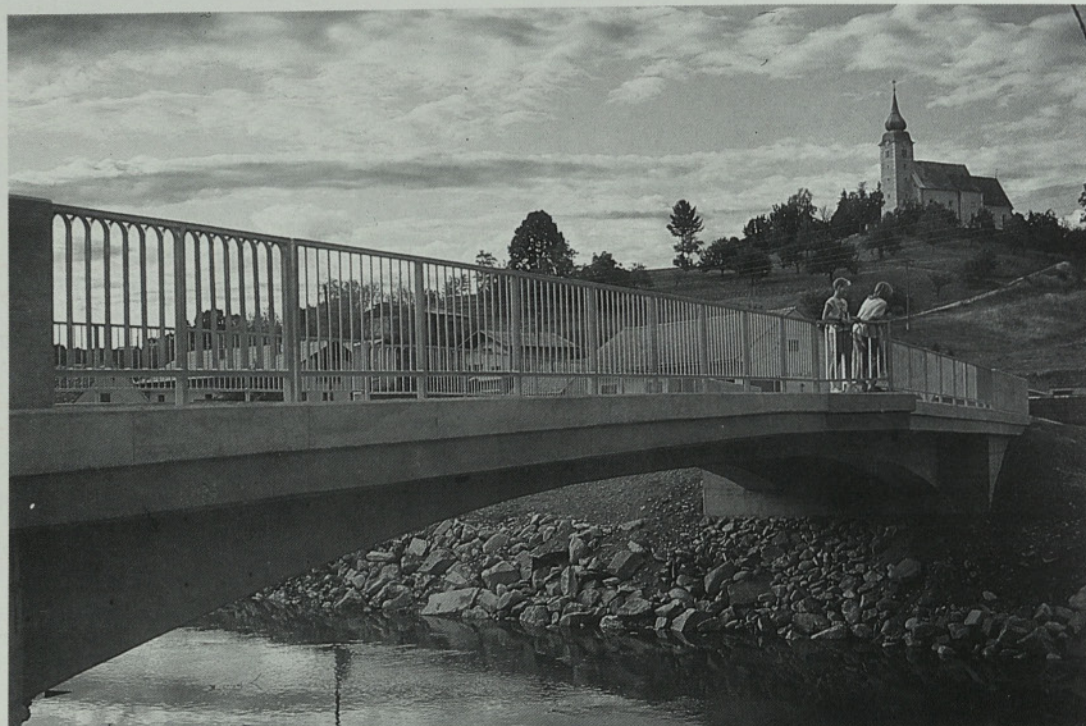
ponting

maribor

Strossmayerjeva 28

Maribor

VITKA FASADA MOSTU PREK DRAVINJE
INŽENIRSKI BIRO PONTING MARIBOR
IN GP GRANIT SLOVENSKA BISTRICA



GP  **GRANIT**

SMO SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE S SKORAJ POLSTOLETNO TRADICIJO

IZVAJAMO VSE VRSTE GRADBENIH DEL S PODROČJA VISOKIH IN NIZKIH GRADENJ TER HIDROGRADENJ. V SESTAVU NAŠEGA PODJETJA JE TUDI KAMNOLOM APNENČASTO DOLOMITNIH AGREGATOV V POLJČANAH.

NAŠA SPECIALNOST JE PRENOVA STARIH OBJEKTOV. PRISOTNI SMO V INDUSTRIJSKI IN STANOVANJSKI GRADNJI, ZGRADILI SMO VEČ MALIH HIDROELEKTRARN IN NEKAJ MOSTOV.

ZA TRG GRADIMO POSLOVNE PROSTORE, LOKALE IN STANOVANJA.



KUPCEM POMAGAMO Z UGODNIMI KREDITI, TEHNIČNE REŠITVE PRILAGAJAMO ŽELJAM UPORABNIKOV.

KOLIKOR SE VAŠI INTERESI IN ŽELJE UJEMAJO Z NAŠO DEJAVNOSTJO, NAS, PROSIMO, POKLIČITE IN DOGOVORILI SE BOMO!
tel.: (062) 811-411 v Slovenski Bistrici,
Titova 87
ali (062) 221-490 v Mariboru, Židovska 2
fax: (062) 811-421

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
ŠT. 3-4-5 • LETNIK 42 • 1993 • ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave Articles studies, proceedings	Marjan Pipenbaher: SANACIJA IN OJAČITEV NAD 60 LET STAREGA LOČNEGA MOSTU PREKO REKE IDRIJCE V SPODNJI IDRIJI 50 REPAIR AND STRENGTHENING THE MORE THEN 60 YEARS OLD ARCH BRIDGE OVER THE RIVER IDRIJCA AT SPODNJA IDRIJA
	Viktor Markelj: MOST PREKO DRAVINJE V STUDENICAH, projektiranje in gradnja 57 THE BRIDGE OVER THE RIVER DRAVINJA AT STUDENICE, design and construction
Poročila – Informacije	Mirko Pšunder, Žarko Povše: RAČUNALNIŠKO PODPRT IZRAČUN USPEŠNOSTI POSLOVANJA GRADBIŠČ 62 COMPUTER AIDED CALCULATION OF BUSINESS EFFICIENCY OF SITES
	Ludvik Trauner, Bojan Žlender: PROTOTIP PLITVEGA TEMELJENJA NA SLABO NOSILNIH TLEH 66 PROTOTYPE OF SHALLOW FOUNDATION ON LAW-BEARING CAPACITY SOILS
	Ludvik Sedonja: MARLES HIŠA V EVROPI 70 THE MARLES HOUSE IN EUROPE
	Rudi Milfelner: ANALIZA IN SELEKCIJA TRŽIŠČ ZA PLASMAN SISTEMA MARLES HIŠ 74 ANALYSIS AND SELECTION OF MARKETS FOR SELLING MARLES HOUSE SYSTEM
	Ivan Jecelj: GRADBENO-FIZIKALNE KARAKTERISTIKE PROTOTIPNEGA OBJEKTA MARLES 2000 IN ZASNOVA ENERGIJSKO VARČEVALNIH UKREPOV ZA SONČNO VAS 78 BUILDING-PHYSICAL CHARACTERISTICS OF A PROTOTYPE MARLES 2000 FAMILY HOUSE AND THE CONCEPT OF ENERGY SAVING MEASUREMENTS IN THE SOLAR VILLAGE
	Branko S. Bedenik: UVAJANJE CAD V FIRMO MARLES HIŠE, d.o.o. 82 CAD IMPLEMENTATION IN MARLES HIŠE, d.o.o.
	Stojan Kravanja, Branko Bedenik, Miroslav Križanič: JEKLENI ZAKLOPNI JEZ BOU HANIFIA V ALŽIRIJI 87 STEEL TILTING DAM BOU HANIFIA IN ALGERIA
	Ludvik Sedonja: LAHKA INDUSTRIJSKA GRADNJA MARLES 93
	Bojan Jagodič: GRADNJA BENCINSKEGA SERVISA V SP. DUPELEKU 96
	Peter Kosi: GRADBENI SEJEM – SLIKA NAŠE PANOGE? 98
In memoriam	Ivan Jecelj: IZ ŽIVLJENJA DRUŠTVA GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV MARIBOR 99
	Branko Zadnik: USTANOVLJEN JE SLOVENSKI NACIONALNI KOMITE ZA VELIKE PREGRADE SLOCOLD 100
Jubilej	Borut Gostič: MARJAN FERJAN, dipl. inž. 101
	80 LET JOŽETA VITKA, dipl. inž. 108
Poročila Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani Proceedings of the Department of Civil Engineering University, Ljubljana	Niko Čertanc: SISTEM RAZISKOVANJA PROMETNIH NESREČ S POMOČJO GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA 103 THE SYSTEM OF RESEARCHING TRAFFIC ACCIDENTS USING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
Novosti – Gradbeništvo Tehniška fakulteta Univerza v Mariboru Civil Engineering News University in Maribor	Mirko Pšunder: RAČUNALNIŠKO PODPRTA IZDELAVA TEHNOLOŠKIH GRADBENIH NAČRTOV S Poudarkom NA OPAŽNIH NAČRTIH 110 COMPUTER AIDED ELABORATION OF TECHNOLOGICAL CONSTRUCTION DRAWINGS WITH EM- PHASIS ON DRAWINGS OF FORMS, MOULDS, PLANKINGS AND CRADLINGS
Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana Institute for testing and research in materials and structures Ljubljana	Miha Tomažević, Vera Apih: OJAČEVANJE KAMNITEGA ZIDOVJA Z ZIDOVJU PRIJAZNIM INJEKTIRANJEM 115 THE STRENGTHENING OF STONE-MASONRY WALLS WITH MASONRY-FRIENDLY GROUTING

SANACIJA IN OJAČITEV NAD 60 LET STAREGA LOČNEGA MOSTU PREKO REKE IDRIJCE V SPODNJI IDRIJI

UDK 624.6:69.059.3

MARJAN PIPENBAHER

POVZETEK

V prispevku je opisana problematika pri izvedbi zahtevnejših sanacij betonskih mostov ter projektiranje in izvedba sanacije prek 60 let starega betonskega ločnega mostu prek reke Idrijce v Marofu. Most predstavlja zaradi svoje starosti, statičnega razpona prek 34.0 m in zanimive konstrukcijske zasnove tehnični spomenik.

Poleg opisa poteka projektantsko in izvajalsko zahtevnega sanacijskega posega je posebej poudarjena problematika konstrukcijskih ukrepov za zagotavljanje stabilnosti konstrukcij v fazi izvedbe sanacije ter ukrepov za zagotavljanje trajnosti tako saniranih kot na novo zgrajenih mostov.

REPAIR AND STRENGTHENING THE MORE THEN 60 YEARS OLD ARCH BRIDGE OVER THE RIVER IDRIJCA AT SPODNJA IDRIJA

SUMMARY

The article presents the problems encountered at the execution of more complex repair of concrete bridges, as well as the repair design and repair execution of 60 years old concrete arch bridge over the rived Idrijca at Marof. Because of its age, statical span of over 34 m and very interesting structural design the bridge represents a technical monument.

Additionally to the description of very complex design and repair execution, the emphasis is given to the problematics of structural measures assuring the structure stability in the execution phase and to measures assuring the durability of so repaired as well as newly constructed bridges.

Investitor: Republiška uprava za ceste Slovenije. Projektiranje: Inženirski biro PONTING d.o.o. Maribor. Izvajalec del: SGP PRIMORJE

UVOD

Ločni most razpona 34,70 m z obešeno voziščno konstrukcijo čez reko Idrijco pri HE Marof je bil zgrajen pred II. svetovno vojno, in sicer okoli leta 1930, tako da ni bilo pred izvedbo sanacije na razpolago nobene projektne dokumentacije razen katastra objekta iz leta 1952, v katerem je bil podan posnetek in shematski prikaz mostu.

Zaradi izredne dotrajanosti in poškodovanosti prek 60 let starega mostu je bil potreben temeljit sanacijski poseg, da bi se zagotovila potrebna nosilnost, stabilnost in uporabnost mostu.

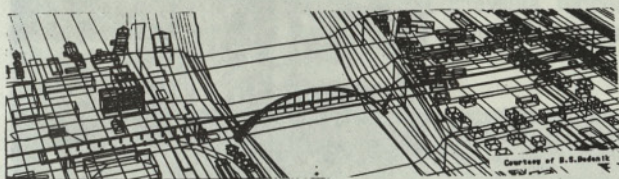
Na podlagi naročila RUC Slovenije smo v Inženirskem biroju PONTING v začetku leta 1991 izdelali konstrukcijski in tehnološki projekt sanacije obstoječega mostu. Izvedba sanacije je bila nato oddana gradbenemu podjetju PRIMORJE iz Ajdovščine kot najugodnejšemu ponudniku, ki je sanacijo tudi uspešno izvedlo. Zaradi zime in izredno zahtevnega sanacijskega posega so sanacijska dela trajala ca. 9 mesecev, tako da je bil v juliju 1992 most ponovno predan v uporabo.

Avtor:
Marjan Pipenbaher vodilni projektant, dipl. ing. grad.,
Inženirski biro PONTING d.o.o., Strossmayerjeva 28, Ma-
ribor

OPIS KONSTRUKCIJE PRED IZVEDBO SANACIJE

Nosilno konstrukcijo tvorita dva armiranobetonska loka dimenzije 100 × 54 cm, statične razpetine 34,0 m s puščico 7,0 m ($f/l = 0,21$). Loka sta v sredini razpona v temenu prečno povezana s štirimi distančniki dimenzij 20 × 50 cm, ki zagotavljajo uklonsko stabilnost pravokotno na ravnino lokov.

Voziščna konstrukcija, ki hkrati predstavlja natezno vez, je obešena na lok prek 16 vešalk – AB zateg, dimenzij 15 × 20 cm, ki imajo zanemarljivo upogibno togost. Voziščno konstrukcijo predstavlja armiranoobetonska brana nasta gredna konstrukcija z voziščno ploščo debeline 15 cm. Primarno nosilno konstrukcijo brane tvorijo prečni nosilci, ki so direktno obešeni na loka, prek njih pa kontinuirano potekata dva robna in dva vmesna nosilca.



Skica mostu z obvoznico

Mostna konstrukcija leži na desnobrežnem oporniku na dveh jeklenih členkastih ležiščih, na levobrežnem oporniku pa na pomičnih jeklenih valjčnih ležiščih.

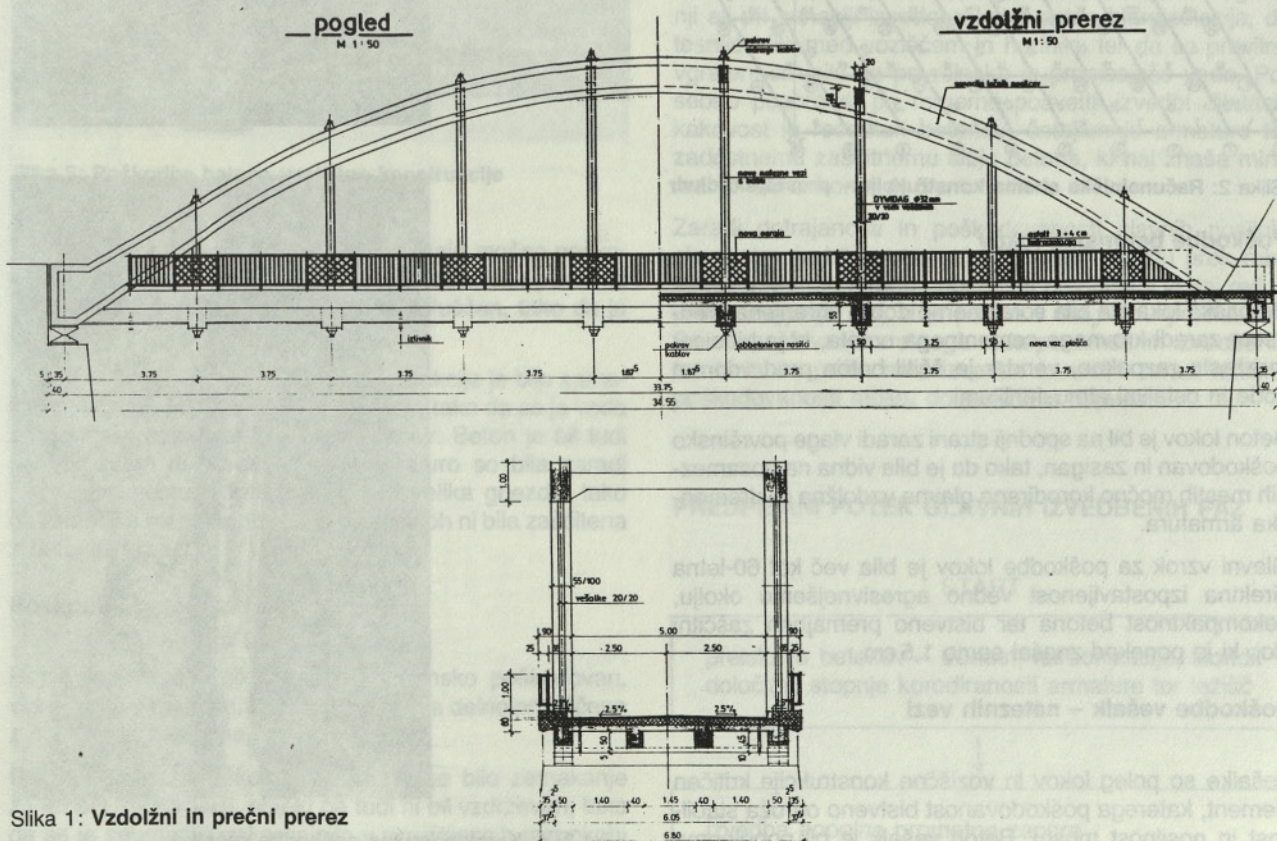
Krajna opornika sta izvedena kot masivna – betonska s komorami. Opornika sta plitvo temeljena v skalnati osnovi, tako da temeljev opornikov ni bilo potrebno ojačevati kljub bistvenemu povečanju stalne in računske koristne obtežbe.

OPIS POŠKODB IN POTREBNIH PREISKAV

Pred pričetkom izdelave projekta sanacije je bilo potrebno izdelati detajlni posnetek objekta z opisom in specifikacijo poškodb posameznih konstrukcijskih elementov. Ker ni bilo na razpolago nikakršne projektne dokumentacije, je bilo potrebno na objektu samem določiti lego, prerez in korodiranost obstoječe armature.

Za uspešno izvedbo je bilo potrebno izvesti preiskave betona nosilnih elementov, in sicer z odvzemom valjev, na katerih je bila določena karakteristična trdnost betona, globina karbonatizacije ter vsebnosti kloridovih ionov.

Na podlagi detajlne statične analize pa so sledile naslednje ugotovitve:



Slika 1: Vzdolžni in prečni prerez

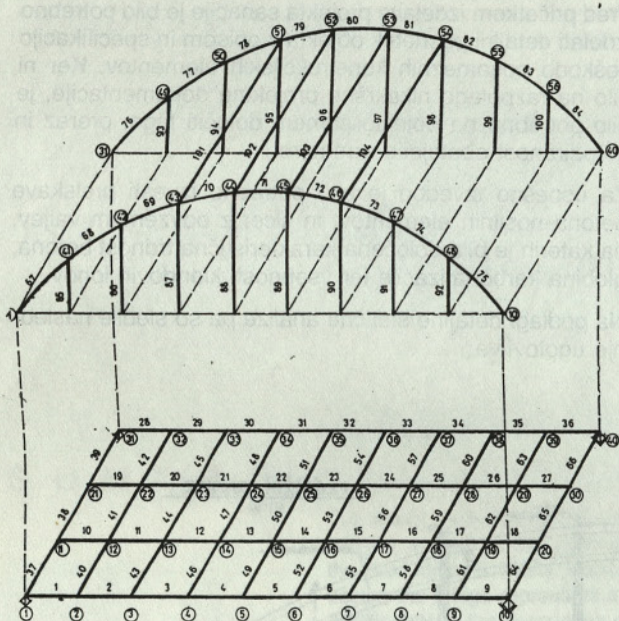
1. Od vseh konstrukcijskih elementov sta zagotavljala predpisani varnosti in stabilnosti samo betonska loka s prečnimi povezavami, kolikor seveda ne bi bila poškodovana.

2. Voziščno konstrukcijo in vešalke pa je bilo tudi računsko potrebno ojačati in sanirati, tako da je zagotovljena po sanaciji poleg trajnosti tudi stabilnost in predpisana nosilnost mostu (SLW 30).

Detaljni posnetek objekta, določitev lege, prereza ter stopnje korodiranosti armature, rezultati preiskav betona in statične presoje, so bili osnova za odločitev o potrebnih konstrukcijskih ukrepih in načinu sanacije mostu.

razpokan in odluščen, zaščitni sloj betona do armature pa je odpadel. Obstoječa armatura je bila korodirana do te mere, da se je luščila, prerez pa je bil zaradi korozije zmanjšan na 40 % prvotne vrednosti, kar dejansko ogroža varnost mostu.

Glavni vzrok poškodb je bil premajhen zaščitni sloj betona, ki je znašal na posameznih mestih samo 5 mm. Beton je bil tudi porozen in nekompakten, tako da armatura praktično ni bila zaščitena. Vešalke so bile kot natezni betonski element več kot 60 let izpostavljene direktnim vplivom atmosferilij ter temperaturnim spremembam.



Slika 2: Računalniška shema konstrukcije – prostorski okvir



Poškodbe betonskih lokov

Betonska loka sta bila sorazmerno dobro ohranjena predvsem zaradi krovnega cementnega ometa, ki je bil sicer mrežasto razpokan, vendar je ščitil beton pred vdorom vode in ostalimi atmosferilijami.

Beton lokov je bil na spodnji strani zaradi vlage površinsko poškodovan in zasigan, tako da je bila vidna na posameznih mestih močno korodirana glavna vzdolžna in stremenska armatura.

Glavni vzrok za poškodbe lokov je bila več kot 60-letna direktna izpostavljenost vedno agresivnejšemu okolju, nekompaktnost betona ter bistveno premajhen zaščitni sloj, ki je ponekod znašal samo 1,5 cm.

Poškodbe vešalk – nateznih vezi

Vešalke so poleg lokov in voziščne konstrukcije kritičen element, katerega poškodovanost bistveno ogroža stabilnost in nosilnost mostu. Beton vešalk je bil popolnoma

Slika 3, 4: Karakteristične poškodbe vešalk

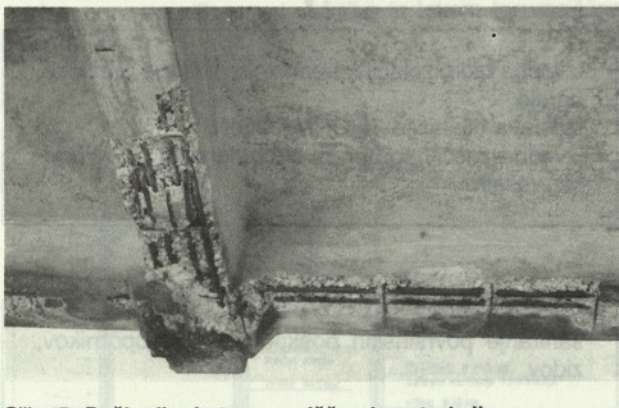
Poškodbe voziščne konstrukcije

Voziščna konstrukcija je bila v izredno slabem stanju. Beton vseh nosilnih konstrukcijskih elementov (plošča, vzdolžni in prečni nosilci) je bil močno poškodovan.

Beton krajnih vzdolžnih nosilcev je bil po celotni dolžini na spodnji in fasadni strani popolnoma propadel, zasigan in odlučen, tako da je bila vidna močno korodirana armatura, katere prerez je bil bistveno zmanjšan.

Vmesni vzdolžni nosilci so bili dokaj dobro ohranjeni, površinska poškodovanost betona se je pojavljala samo na mestih, kjer je prišlo do zamakanja konstrukcije.

Tudi beton prečnikov je bil na fasadni in spodnji strani močno poškodovan, odlučen, razpokan in močno zasigan. Vidna je bila močno korodirana vzdolžna in prečna armatura. Posebno nevarnost je predstavljala močna korodiranost natezne armature vešalk na mestu sidranja v obstoječo voziščno konstrukcijo.



Slika 5: Poškodbe betona voziščne konstrukcije

Tudi beton plošče je bil zaradi zamakanja močno poškodovan. Na posameznih mestih je bila betonska površina močno zasigana, površinski sloj pa odlučen, tako da je bila vidna močno korodirana armatura.

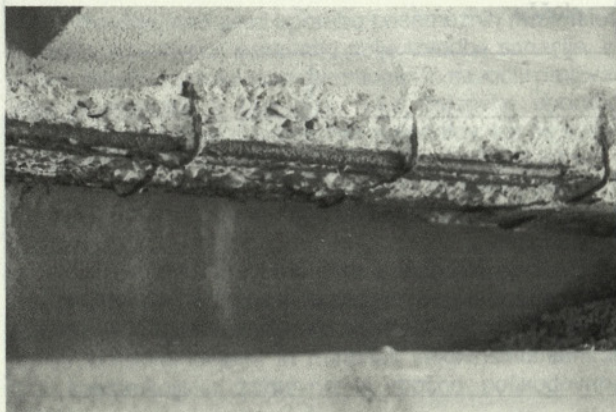
Glavni vzrok poškodb voziščne konstrukcije je bilo zamakanje, kajti na objektu ni bilo izlivnikov, tako da se je voda z vozišča prosto prelivala prek vencev. Beton je bil tudi nekompakten in porozen, pod armaturo so bila zaradi nepravilne sestave frakcij agregata velika gnezda, tako da armatura na posameznih mestih sploh ni bila zaščitena z betonsko maso.

Poškodbe betonskih opornikov

Beton krajnih opornikov je bil površinsko poškodovan, vidne so bile razpoke, površina pa je bila delno poraščena z mahom in zasigana.

Glavni vzrok za poškodbe opornikov je bilo zamakanje za ležišči (dilatacija!), objekt pa tudi ni bil vzdrževan, tako da se je vegetacija zakoreninila v posameznih razpokah. Ker ni bilo urejeno odvodnjavanje pred objektom, je voda

s cestišča prodirala na most, kjer se je prosto prelivala prek vencev po konstrukciji in krajnih opornikih.



Slika 6: Poškodbe betonskega prečnika nad ležiščem

OPIS POTEKA GLAVNIH IZVEDBENIH FAZ IN UKREPOV PRI SANACIJI

Prvi pogoj za kakovostno projektirano in izvedeno sanacijo je, da se že v zasnovi skuša preprečiti in odstraniti vzroke za propadanje konstrukcij, še posebej pa še premostitvenih objektov, ki so najhuje izpostavljeni.

Pri mostovih je še posebej pomembno, da je pri novogradnji ali pri sanaciji izvedena kakovostna hidroizolacija, da tesnijo stiki med voziščem in hodniki, ter da so pravilno vgrajeni izlivniki za površinsko in pronicajočo vodo. Posebno pozornost pa moramo posvetiti izvedbi dilatacij, kakovosti in recepturi betonov, detajliranju armature ter zadostnemu zaščitnemu sloju betona, ki naj znaša minimalno 4,0 oziroma 4, 5 cm.

Zaradi dotrajanosti in poškodovanosti glavnih nosilnih elementov je bilo potrebno pri sanaciji mostu prek reke Idrijce v Marofu strogo upoštevati predpisani vrstni red in potek izvajanja del, ki je podan v diagramu poteka del. Pri neupoštevanju vrstnega reda posameznih izvedbenih faz bi lahko prišlo med izvedbo sanacije zaradi kritične poškodovanosti mostu do porušitve objekta.

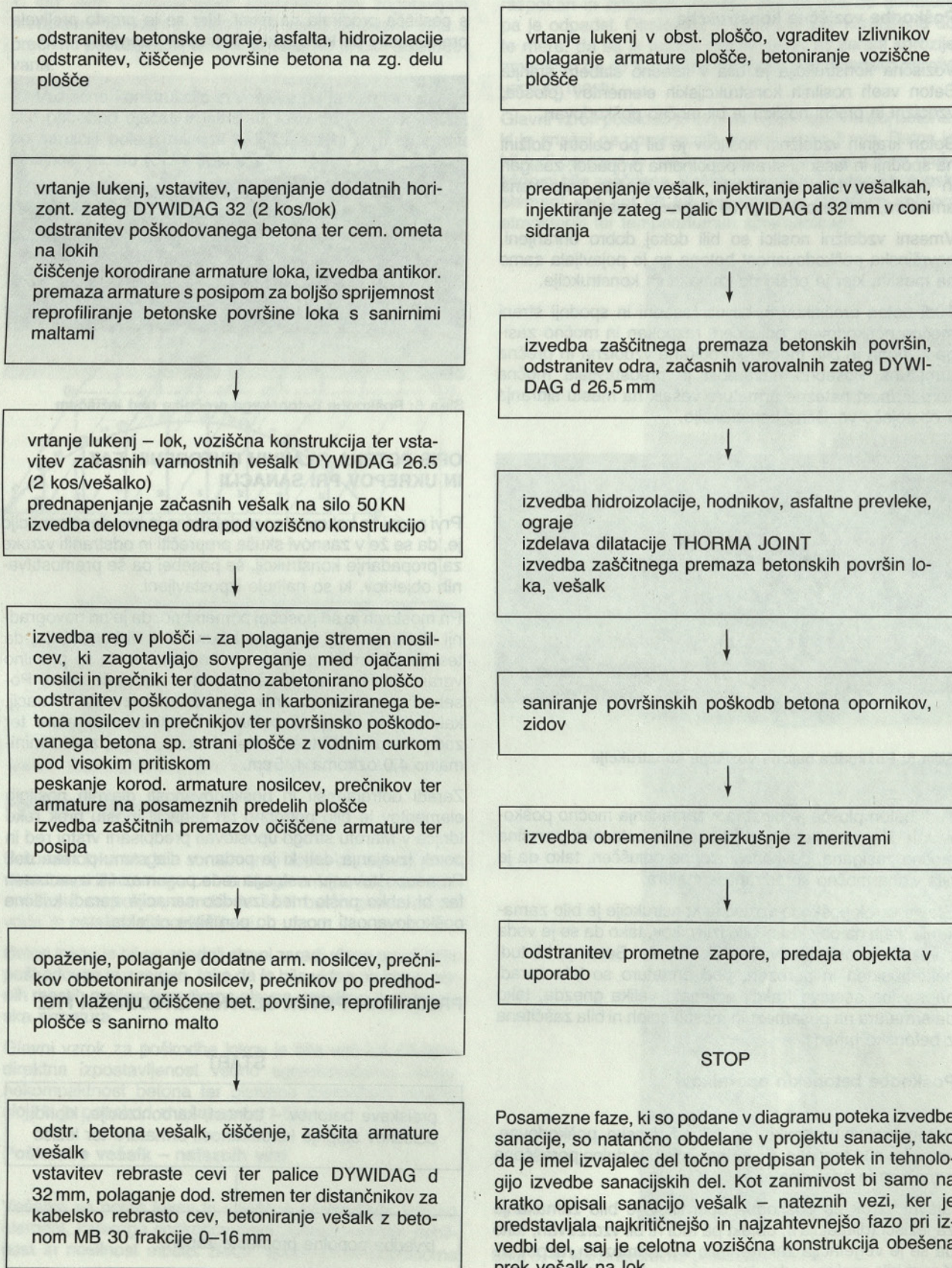
PREDPISANI POTEK GLAVNIH IZVEDBENIH FAZ

START

preiskave betonov – trdnost, karbonizacije, kloridi
določitev stopnje korodiranosti armature ter ležišč



izvedba popolne prometne zapore



S sanacijo vešalk smo pričeli šele takrat, ko je bil lok že saniran. Voziščno betonsko konstrukcijo smo obesili na lok prek začasnih palic DYWIDAG d 26,5.

Potek sanacije vešalk je nato potekal po naslednjih fazah:

- Ročno je bilo potrebno odstraniti beton vešalk, tako da smo lahko speskali obstoječo armaturo ter izvedli zaščitni premaz.
- Sledila je namestitve rebraste cevi d 44/48 v sredino vešalke, v katero je bila vstavljena palica DYWIDAG d 32 mm, kakovosti 835/1030. Položiti je bilo potrebno nova stremena, nakar je sledilo betoniranje vešalk dimenzij 20 × 25 cm, in sicer v betonu MB 40.
- Ko je dosegel beton predpisano trdnost, smo prednapeli palico d 32 mm na 250 KN, tako da je vešalka še vedno tlačena pri obtežbeni kombinaciji 1,0 G + 0,3 P. S takšnim ukrepom je zagotovljena trajnost in zadostna varnost pri morebitni porušitvi ene izmed vešalk pri udaru vozila.
- Po napenjanju so se palice zainjektirale s spodnje strani, tako da je injekcijska masa zapolnila tudi eventualne pore na stiku med vešalko in lokom ter voziščno konstrukcijo.

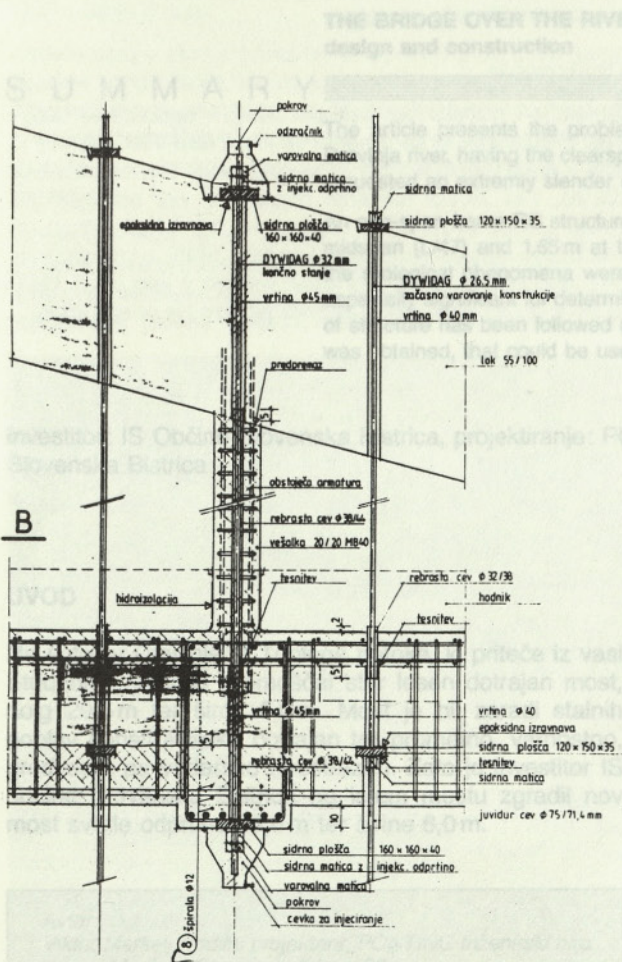
– Zaradi direktne izpostavljenosti vešalk vplivom atmosfere ter zaradi enotnega videza smo predvideli zaščitni premaz na osnovi epoksidov.

V fazi izvedbe smo pred uporabo posameznih materialov ali postopkov izvedli poskusno polje izvedbe sanacije, in sicer v skladu s predpisano tehnologijo in navodili proizvajalca materialov. S tem smo pred dejansko uporabo zagotovili ustreznost posameznih materialov, kar še posebej velja za sanirne malte in predpremake.

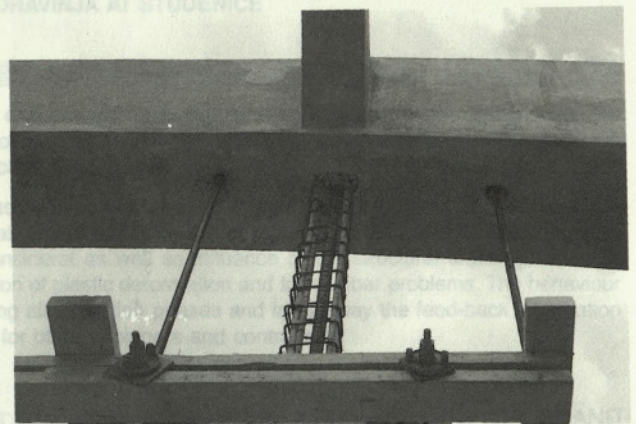
SKLEP

Uspešno izvedena sanacija ločnega mostu z visečo voziščno konstrukcijo dokazuje, da je možnost s sodobnimi konstrukcijskimi prijemi in materiali kakovostno sanirati tudi konstrukcijsko zahtevne in močno poškodovane objekte.

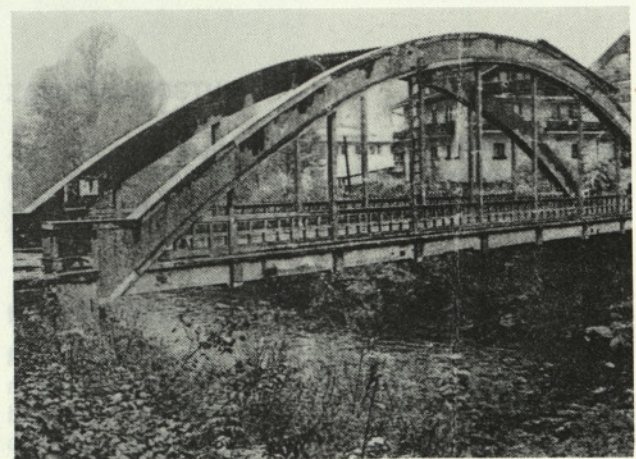
Uspelo nam je ohraniti izredno zanimiv most, ki bi ga morali glede na njegovo starost in konstrukcijsko zasnovo uvrstiti med tehnične spomenike v Sloveniji.



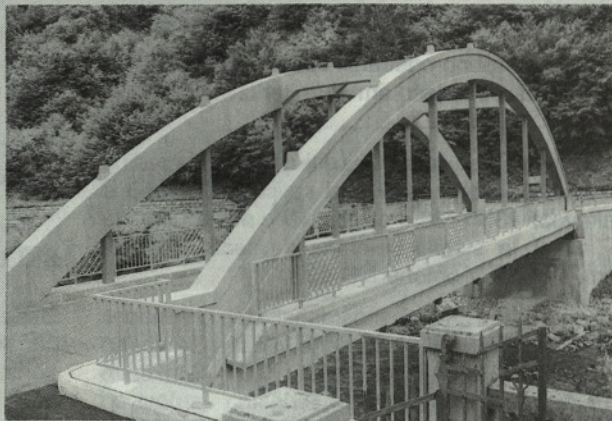
Slika 7: Detajl izvedbe sanacije natezne vezi – vešalke



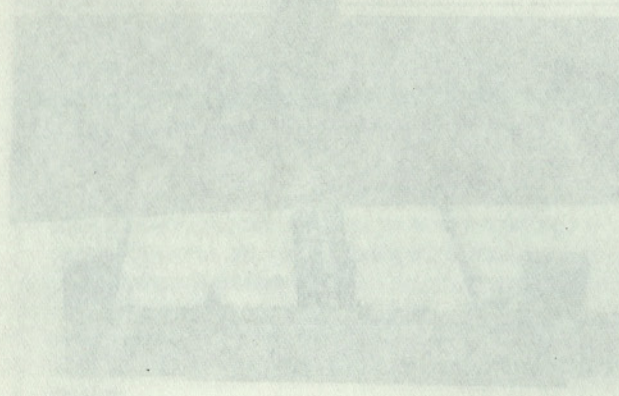
Slika 8: Sanacija vešalk



Slika 9: Most pred sanacijo



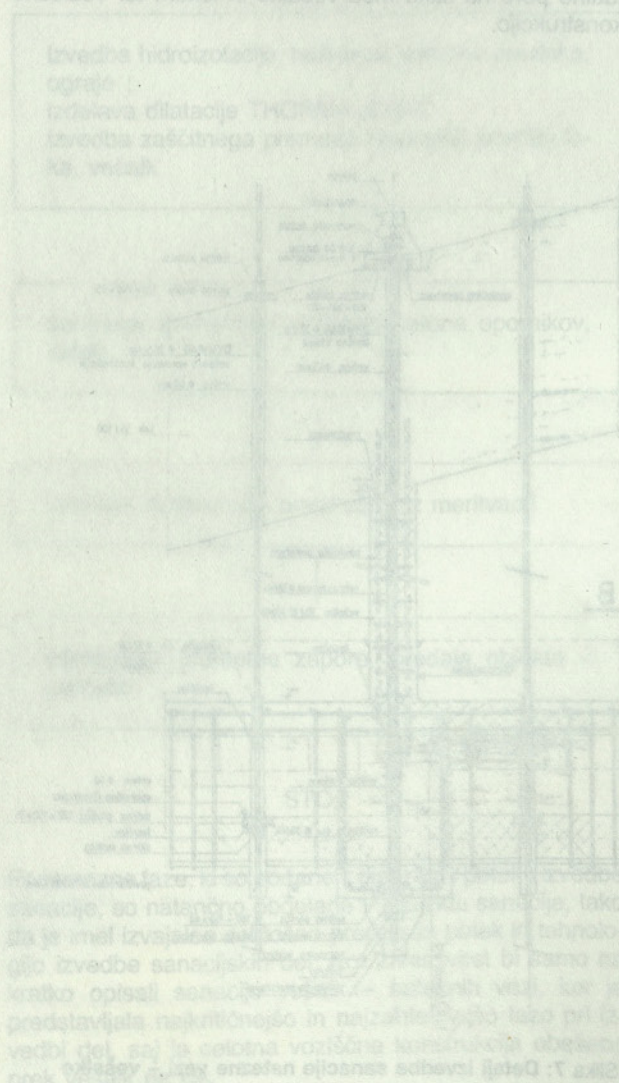
Slika 10: Most po sanaciji



Slika 8: Sanacija vaskla



Slika 9: Most pred sanacijo



Slika 7: Detalji izvedbe sanacije notranje nosilne konstrukcije

MOST PREKO DRAVINJE V STUDENICAH

projektiranje in gradnja

UDK: 624.21

VIKTOR MARKELJ

POVZETEK

Prikazana je problematika pri projektiranju in izgradnji mostu preko Dravinje svetlega razpona 30 m ter širine 8 m, pri katerem so hidravlični in prometni pogoji zahtevali izjemno vitko konstrukcijo.

Izvedena je okvirna armiranobetonska konstrukcija v enem razponu s samo 65 cm statične višine v sredini razpona (L/47) ter 1,65 m pri opornikih (L/19). V računu betonske konstrukcije smo upoštevali tudi reološke vplive ter vplive razpokanja konstrukcije, kar je posebej pomembno pri določanju plastičnih deformacij ter pri problemu nadvišanja. Obnašanje konstrukcije smo spremljali v vseh fazah gradnje ter s tem dobili povratno informacijo, ki lahko koristi tudi ostalim projektantom in izvajalcem.

THE BRIDGE OVER THE RIVER DRAVINJA AT STUDENICE design and construction

SUMMARY

The article presents the problems encountered at design and construction of the bridge over the Dravinja river, having the clearspan of 30 m and width of 8 m, where the hydraulic and traffic conditions requested an extremely slender structure.

An one-span frame RC structure has been constructed, having the statical height of only 65 cm at the midspan (L/47) and 1.65 m at the abutment (L/19). In the calculation of the concrete structure also the reological phenomena were considered as well as influence of the structural cracking, which is especially significant for determination of plastic deformation and for camber problems. The behaviour of structure has been followed during all execution phases and in this way the feed-back information was obtained, that could be useful for other designers and contractors.

investitor: IS Občine Slovenska Bistrica, projektiranje: PONTING Inženirski biro d.o.o., Maribor, izvedba: GP GRANIT Slovenska Bistrica

UVOD

Na sotočju Dravinje in Toplega potoka, ki priteče iz vasi Studenice, je reko premoščal star lesen dotrajan most, dolg 29,5 m ter širok 5,0 m. Most je bil zaradi stalnih poplav konstrukcijsko dotrajan ter prometno, varnostno, predvsem pa vodarsko neustrezen. Zato je investitor IS občine Slovenska Bistrica na istem mestu zgradil nov most svetle odprtine 30,0 m ter širine 8,0 m.

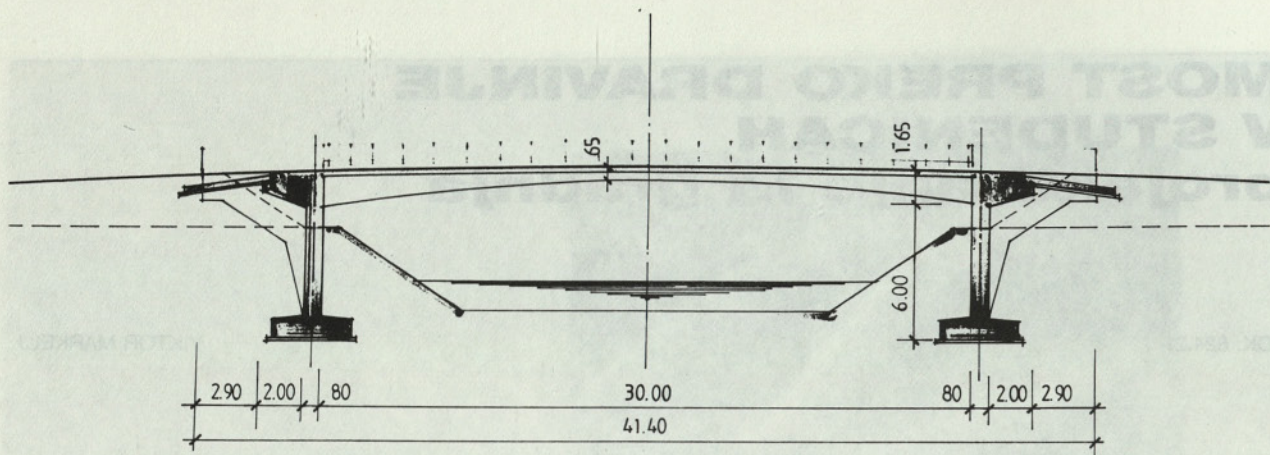
ZASNOVA MOSTU

Zasnova mostu je splet znanj iz širokega spektra različnih področij, pri tem objektu pa so na konstrukcijo odločujoče vplivali cestno-prometni, vodarsko-hidravlični ter arhitekturni pogoji krajine.

Prometna zasnova

Most je na lokalni cesti v Studenice, tik ob križišču z regionalno cesto Poljčane–Majšperk. Niveleta ceste je bila zato vezana na višino obstoječega križišča in je omejena z maksimalnim vzponom 5% za to kategorijo ceste. Sam most je v vertikalnem konveksnem radiju $R = 500$ m ter tlorisno v premi. Vzdolžni padec na mostu

Avtor:
Viktor Markelj, vodilni projektant, PONTING Inženirski biro
d.o.o., Maribor, Strossmayerjeva 28



Vzdolžni prerez objekta

se spreminja od 2,9% do -2,9%, prečni pa je konstanten 2,5%. Kot križanja trase z reko znaša 90 st.

Objekt je dimenzioniran na prometno obtežbo po DIN 1072 – razred vozila SLW 30 ton.

Hidravlična zasnova

Dravinja v tej dolini ob Boču redno poplavlja, zadnje čase, zaradi gorvodno izvedenih regulacij, tudi do 10x (desetkrat!) letno. Stari leseni most je zaradi nizke nivelete ter vmesnih podpor predstavljal izrazito zmanjšanje pretočnega profila, kar je bil še dodatni razlog za večji obseg poplav na tem mestu.

Izredno velika količina nanosa reke (vejevje, drevje in zemlja), ki je zapirala odprtine mostu ob poplavih, je bil razlog, da je bil izbran en sam razpon pri zasnovi novega mostu. Most je bil situativno postavljen na osnovi obstoječe struge ter je bil približno enak celotni dolžini starega mostu.

Pri določitvi višine spodnjega roba konstrukcije je vodno-gospodarski strokovnjak vztrajal, da ima most tudi ob najvišjih (računskih) poplavih varnostno višino 30 cm, ki še omogoča pretok naplavin. Ta pogoj smo, zaradi hidravličnega vleka in strujanja k sredini, zagotovili samo v sredi mostu.

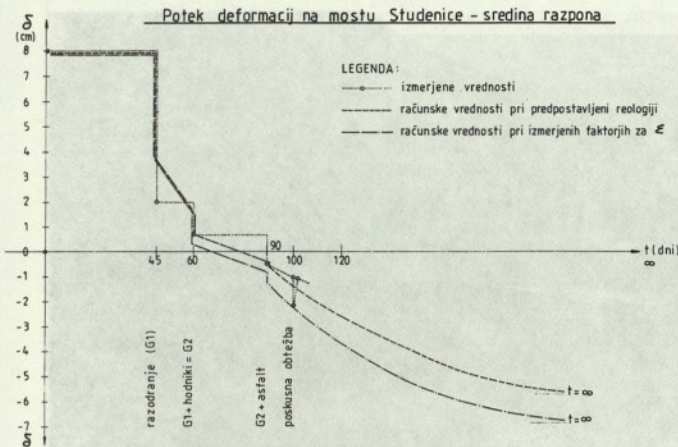
Ker prometni pogoji tiščijo niveleto navzdol, vodarski pa navzgor, je bila izbira tanke konstrukcije edini način, da se zadovoljita oba pogoja.

Oblikovanje

Objekt je v občutljivem vaškem okolju v neposredni bližini vasi Studenice, ki se omenja že okoli leta 1600 kot trg in ima v središču vasi tipične mestne hiše. V Studenicah je danes, tudi zaradi številnih poplav, ki vas odrežejo od sveta, manj prebivalcev kot pred tristo leti. Znan je studeniški samostan (opustošen leta 1945) z grobnico ter cerkvijo, katere začetki gradnje segajo v leto okoli 1200 in nudi ogled vseh arhitekturnih slogov na enem kraju.



Stari objekt med »običajno« poplavo (nov. 91)



Časovni potek deformacij – sredina razpona

Iz Studenic prek mostu stoji cerkev sv. Lucije, natanko v sredi priključka mostu in regionalne ceste pa še kapelica trikotnega tlorisa. Vse to, kakor tudi bližina Štatenberškega gradu ter zdravilišča Rogaška Slatina, kaže na možnost turistične revitalizacije tega demografsko ogroženega območja ter s tem tudi potrebo po ustreznem oblikovanju mostu.

Objekt smo v okolje poskusili vklopiti že z izborom same nosilne konstrukcije, ki ima ločno oblikovan prekladni del. Na sredi mostu se ponovi oblika trikotne kapelice na dveh balkonskih razširitvah hodnikov, ki označujeta sredino in najvišji del objekta, istočasno pa razbijata dolgo linijo ograje.

Dodatni poudarek se naredi z izborom ograje, ki je na tankem prekladnem delu konstrukcije transparentno in lahko oblikovana v jeklu, na močnejšem delu je v masivnejši jekleni izvedbi, zaključuje pa se s polnim

betonskim parapetom nad opornikom. Betonski ograjni zid je površinsko obdelan s štokanjem, da smo se izognili industrijskemu videzu.

Po končani gradnji so krajan predlagali ob mostu še postavitev dveh svetnikov, zaščitnika popotnikov (sv. Ignacij) ter zaščitnika mostov (sv. Janez Nepomuk). Kamnita kipa v naravni velikosti so krajan hranili od nasilne odstranitve leta 1945 do danes, ko ponovno stojita na približno istem mestu kot nekoč.

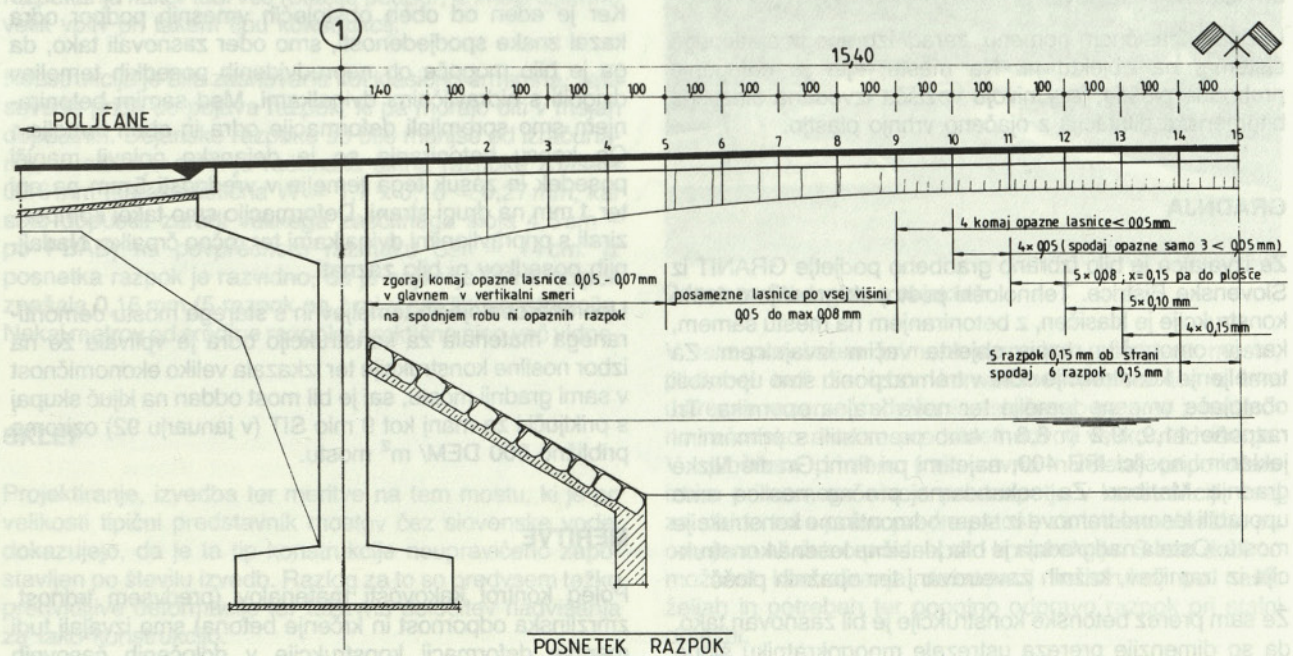
KONSTRUKCIJA

Glavna nosilna konstrukcija je zasnovana kot okvirna monolitna AB svetlega razpona 30 m oziroma statičnega razpona 30,80 m, celotna dolžina konstrukcije med dilatacijama pa znaša 35 m. Prečko okvirja predstavljata dve rebri spremenljive višine ter voziščna plošča, katerih skupna višina se spreminja do 0,65 m v sredini (L/47) do 1,65 m ob vpetju (L/19). Debelina same voziščne plošče se spreminja od 20 do 25 cm.

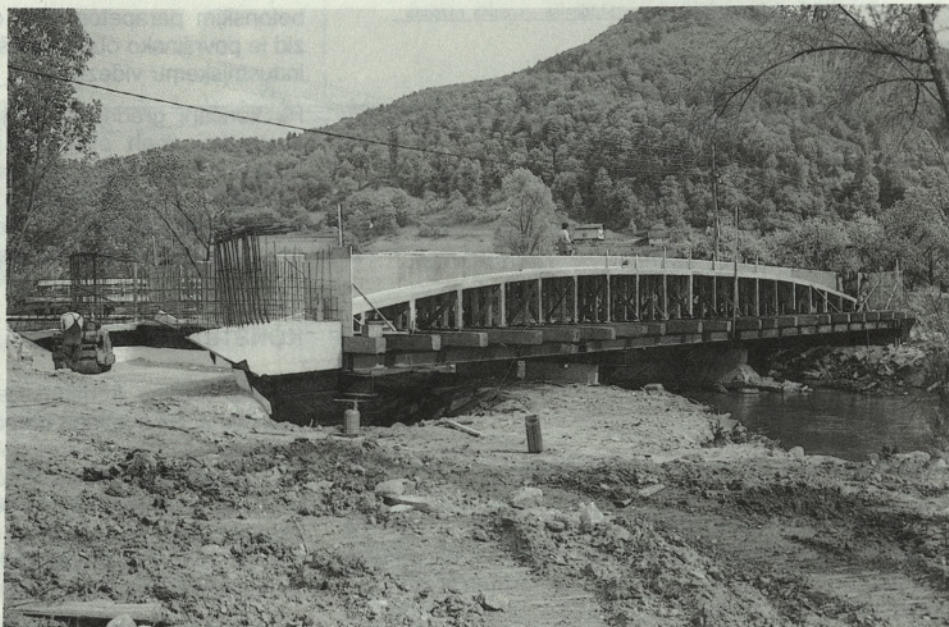
V vogalu okvira se vpetostni moment »lovi« s podporno steno ter trikotno oblikovanimi krili. Stena je debeline 80 cm, krilo z natezno armaturo pa je debelo 75 cm. Konzolni del krila ima spodaj posnete robove zaradi boljšega raznosa in lažjega vgrajevanja nasipa.

Statično je konstrukcija upoštevana kot dvočlenski okvir, pri čemer armatura nad temeljem ni oblikovana kot klasični členek, ampak kot plastično deformirano področje s primerno konstruirano armaturo.

Temeljenje je izvedeno na pasovnem temelju širine B = 3,60 m. Ker so okvirne konstrukcije takega tipa zelo občutljive za deformacije temeljev, je temeljna zemljina simulirana z elastičnimi nihajkami.



Oder in opaž za novi objekt (maj 92)



Obremenitve so izračunane na ravninskem ter na prostorskem modelu, kjer je analizirano tudi dolgotrajno obnašanje okvirne konstrukcije zaradi delovanja stalnih obtežb ter vplivov krčenja in lezenja betona, kakor tudi vplivov zmanjšane togosti zaradi razpokanja.

Kakovosti materialov:

beton	MB 30
jeklo	RA 400/500-2, GA 240/360
zaščitni sloj betona	4,5 cm

Pri detajlih in opremi objekta so upoštevani tipski detajli za objekte na ceste (DOC – RUC), s posebnim poudarkom na trajnosti ter oblikovanju objekta, kot je opisano v arhitektonski zasnovi.

Ležišč v klasičnem pomenu, zaradi izbranega statičnega sistema, na objektu ni. Na mestu, kjer je naleganje prehodne plošče, je v nivoju vozišča izvedena elastična bitumenska dilatacija z ojačeno vrhno plastjo.

GRADNJA

Za izvajalca je bilo izbrano gradbeno podjetje GRANIT iz Slovenske Bistrice. Tehnološki postopek gradnje celotne konstrukcije je klasičen, z betoniranjem na mestu samem, kar je omogočilo razpis objekta večim izvajalcem. Za temeljenje konstrukcije odra v treh razponih smo uporabili obstoječe vmesne temelje ter nova krajna opornika. Tri razpone 11,9, 9,2 in 8,8 m smo premostili s primarnimi jeklenimi nosilci IPB 400, najetimi pri firmi Gradis Nizke gradnje Maribor. Za sekundarne prečne nosilce smo uporabili lesene tramove iz stare odmontirane konstrukcije mostu. Ostala nadgradnja je bila klasična lesena konstrukcija iz tramičev, križnih zavetrovanj ter opažnih plošč.

Že sam prerez betonske konstrukcije je bil zasnovan tako, da so dimenzije prereza ustrezale mnogokratniku širine

opažnih plošč ($n \times 0,50$ m). Tako, razen za bočne stranice, ni bilo nepotrebne razreza opažnih plošč.

Oder in opaž smo zaradi same konstrukcije odra, predvsem pa zaradi deformacij glavne betonske konstrukcije pri razodranju ter predvidenih dolgotrajnih deformacij, nadvišali za 7,8 cm v sredini 30 m razpona.

Zadnje betoniranje v količini ca. 160 m^3 (do tega 90 m^3 prekladne konstrukcije $L_{sv} = 30$ m ter za 70 m^3 zgornjega dela obeh opornikov) je bilo izvedeno v normalnem delovnem času s pomočjo dveh črpalk za beton. Betoniranje je potekalo od obeh opornikov simetrično proti sredini.

Ker je eden od obeh obstoječih vmesnih podpor odra kazal znake spodjednosti, smo oder zasnovali tako, da ga je bilo mogoče ob nepredvidenih posedkih temeljev dvigniti s hidravličnimi dvigalkami. Med samim betoniranjem smo spremljali deformacije odra in obeh temeljev. Ob koncu betoniranja se je dejansko pojavil manjši posedek in zasuk tega temelja v vrednosti 5 mm na eni ter 1 mm na drugi strani. Deformacijo smo takoj kompenzirali s pripravljenimi dvigalkami ter ročno črpalko. Nadaljnjih posedkov ni bilo zaznati.

Uporaba obstoječih temeljev in s starega mostu demontiranega materiala za konstrukcijo odra je vplivala že na izbor nosilne konstrukcije ter izkazala veliko ekonomičnost v sami gradnji mostu, saj je bil most oddan na ključ skupaj s priključki za manj kot 9 mio SIT (v januarju 92) oziroma približno 800 DEM/ m^2 mostu.

MERITVE

Poleg kontrol kakovosti materialov (predvsem trdnost, zmrzljinska odpornost in krčenje betona) smo izvajali tudi meritve deformacij konstrukcije v določenih časovnih



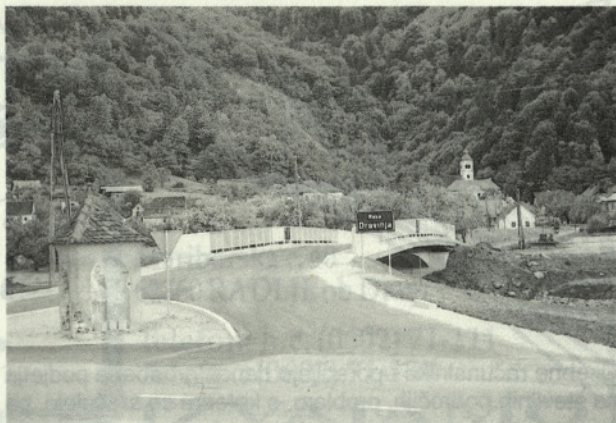
Vitka fasada objekta

intervalih ter posameznih fazah gradnje. Izmerjene upogibe smo primerjali z računskimi v elastičnem območju ter računskimi v plastičnem (razpokanem) prerezu. Če hočemo dobiti uporabne rezultate, ki bodo podobni dejanskim, moramo upoštevati dodatno rotacijo prereza zaradi razpokanja kakor tudi vse rotacije podpor, ki imajo izjemno velik vpliv pri takem tipu konstrukcij.

Konstrukcija je bila zasnovana kot klasično armirana, zato seveda pride do pojava razpok, ki pa morajo biti v mejah dopustnih. Dejanske razpoke so bile manjše od izračunanih, in sicer je srednja računaska širina razpoke znašala 0,16 mm (karakteristična $W = 1,7 \times 0,16 = 0,27$ mm, kar smo dopustili zaradi velikega zaščitnega sloja 4,5 cm – po PBAB) na povprečnem razmaku $S_{sr} = 14$ cm. Iz posnetka razpok je razvidno, da je največja širina razpok znašala 0,15 mm (5 razpok na 1 m) v sredini konstrukcije. Nekaj metrov od sredine razpoke praktično niso več vidne.

SKLEP

Projektiranje, izvedba ter meritve na tem mostu, ki je po velikosti tipični predstavnik mostov čez slovenske vode, dokazujejo, da je ta tip konstrukcije neupravičeno zapostavljen po številu izvedb. Razlog za to so predvsem težko predvidljive deformacije ter težavna določitev nadvišanja za tako konstrukcijo.



Odcep za Studence z objektom

V tem posebnem primeru sem, kot projektant mostu, poskrbel tudi za izbor konveksne nivelete ter s tem ustrezne rezerve nadvišanja, istočasno pa smo z natančno računsko analizo predvideli dovolj veliko nadvišanje. V splošnem primeru (npr. ravna niveleta) priporočam izbiro primerne nivoja prednapetja v konstrukciji, vsaj za stalno težo polno prednapetost, za totalno obtežbo pa omejeno ali delno prednapeto konstrukcijo. S tem dobimo možnost kontroliranja deformacij konstrukcij po naših željah in potrebah ter popolno odpravo razpok pri stalni obtežbi.

RAČUNALNIŠKO PODPRT IZRAČUN USPEŠNOSTI POSLOVANJA GRADBIŠČ

UDK: 624.05:519.68

Dr. Mirko PŠUNDER, Žarko POVŠE

POVZETEK

V prispevku je predstavljena problematika vrednotenja rezultatov poslovanja gradbišč. V prvem delu je opisan način reševanja, ki je trenutno v veljavi v GIP Pionir iz Novega mesta. V ostalih gradbenih podjetjih je pristop sicer drugačen, v temelju pa enak. V drugem delu sledi opredelitev celotnega problema in razlaga metodologije, ki je uporabljena pri izdelavi računalniškega programa za oceno uspešnosti poslovanja gradbišč.

COMPUTER AIDED CALCULATION OF BUSINESS EFFICIENCY OF SITES

SUMMARY

In the paper the problems regarding the results of business management of sites are discussed. First the solution presently adopted in the firm GIP PIONIR Novo mesto is presented. In other building construction companies the approach is different, but the basic principle is the same. Further on the problem is defined in detail and the methodology that supports the computer program for evaluating the efficiency of business management of sites is explained.

1. UVOD

Osebne računalnike uporabljajo danes gradbena podjetja na številnih področjih, problem, s katerim se srečujejo, pa je, da so posamezna področja nepovezana, čeprav so med seboj informacijsko odvisna.

Na Tehniški fakulteti Maribor smo oblikovali raziskovalno skupino, katere naloga je, da sestavi informacijski model, ki bo povezal posamezne faze gradbenega poslovanja. S tem bo omogočen pretok podatkov od izdelanega projektantskega popisa del, pogodbenega predračuna in

operativnega plana na gradbišče in nazaj do vodstva, ki bo tako dobilo kakovostne informacije z gradbišča.

2. PREDSTAVITEV RAZISKOVALNE NALOGE

Naloga je tematsko razdeljena na štiri dele:

- kalkulacije v gradbeništvu,
- gradbiščno poslovanje,
- operativno planiranje in spremljanje graditve,
- obračun uspešnosti poslovanja.

Časovno je naloga opredeljena kot triletna (1991 do 1993). Zasnovana je na računalniškem programu KALK (Kalkulacije v gradbeništvu), s podatkovno bazo z normativi dela, materiala in mehanizacije. Nanj se navezujejo dodatni programi, ki so uporabni pri gradbiščnem poslovanju, operativnem planiranju in obračunu uspešnosti poslovanja.

Avtorja:

prof. dr. Mirko Pšunder, Tehniška fakulteta Maribor
Žarko Povše, dipl. ing. gr., Tehniška Fakulteta Maribor

3. OBRAČUN USPEŠNOSTI POSLOVANJA

3.1. Splošno

Za vrednotenje rezultatov poslovanja gradbišč je bistvenega pomena, da so pravočasno na voljo vse informacije o rezultatih poslovanja. Na podlagi teh informacij vodstvo lahko ukrepa in prepreči negativne posledice, ki bi lahko sledile. Informacije so zbrani in obdelani naslednji podatki:

- normirano-dopustna poraba delovnih ur, materiala in mehanizacije, ki jih je investitor plačal v mesečni situaciji,
- dejanska poraba delovnih ur, materiala in mehanizacije.

To je v splošnem velika množica podatkov, enostavno obvladljiva le z uporabo osebnega računalnika v vseh predhodnih fazah, te pa so:

- računalniško izdelane kalkulacije,
- računalniško vodena knjiga obračunskih izmer,
- računalniška izdaja mesečnih situacij,
- računalniško evidentiranje dejanske porabe, delovnih ur materiala in mehanizacije.

3.2. Opis dosedanjega načina spremljanja poslovanja gradbišč

Preučitev trenutnega stanja pokaže, da smo s praktičnimi rezultati naloge nekje na polovici poti. Računalniško imamo podprte in povezane prve tri faze, problem je četrta faza, to je evidentiranje dejanskih potroškov, ki poteka ločeno in medsebojno neodvisno. Problematika je v vseh

gradbenih podjetjih enaka, razlika je le v pristopih k reševanju.

Dejansko porabo delovnih ur zbirajo na gradbišču dnevno. Ob koncu obračunskega meseca te količine evidentirajo v obračunskih listih delavca, ki jih dostavijo na upravo podjetja. Tam jih uporabijo pri obračunu osebnega dohodka. Povprečna akordna stopnja stroškovnega mesta je še en podatek, ki ga je potrebno dostaviti za obračun osebnega dohodka, saj predstavlja nagrado (sankcijo) za dobro (slabo) delo.

Povprečna akordna stopnja stroškovnega mesta se izračuna z naslednjim izrazom:

$$aSM = \left(\frac{NU}{PUU} - 1 \right) \cdot 100$$

NU ... razpoložljive ure za akordni obračun,

PUU ... porabljene ure po učinku iz obračunskih listov delavcev.

$$NU = U_5 - (U_6 + U_7)$$

$$U_5 = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$$

U₁ ... ure po računalniških izvlečkih mesečnih situacij,

U₂ ... ure, ki niso v računalniških izvlečkih,

U₃ ... ure po računih, temeljnicah, razkontaciji,

U₄ ... razlika ur v izjemnih primerih (več ali manjša dela...),

ep RADLJE

Gradbeno podjetje Radlje

Mariborska c. 40
62360 RADLJE ob Dravi
Telefon: h.c. (0602) 71-111
Telefax: (0602) 71-157

IZVAJAMO

VISOKE GRADNJE

NIZKE GRADNJE

VSE VRSTE OBRITNIŠKIH IN INSTALACIJSKIH DEL

U_6 ... ure kooperantov, uslug delavnic in obratov,
 U_7 ... dejansko porabljene ure po času iz obračunskih listov delavcev.

Dejansko porabo materialov na gradbiščih vodijo klasično s skladiščno službo na podlagi prevzemnic, izdajnic in prenosnic. Zatem porabo knjižijo v računovodski službi in bremenijo ustrezno stroškovno mesto.

Dejansko porabo mehanizacije (stroji in transportna sredstva) zbirajo na gradbiščih dnevno, z evidenco delovnih ur mehanizacije. Na podlagi »strojnih poročil« in »prevoznic« organizacijska enota, ki posoja mehanizacijo, izstavi račun za posojeno mehanizacijo. V računovodski službi nato bremenijo ustrezno stroškovno mesto.

Vsi podatki o dejanski porabi virov se, po različnih poteh, zberejo v računovodski službi podjetja. To sicer so natančne informacije, vendar je čas, potreben za njihovo pridobitev, odločno predolg. Čas za učinkovito ukrepanje je že davno potekel, saj so medtem nastopila nova dejstva.

Eden od ukrepov je nagrajevanje (sankcioniranje) vseh zaposlenih na obravnavanem stroškovnem mestu. Če pride do zamika med opravljenim delom in nagrado (sankcijo) na podlagi tega dela, potem se učinki plačila po delu »skalijo«. Delavci se pogosto selijo iz enega gradbišča na drugo, pri tem delajo enkrat dobro, drugič slabo. Plačila, ki ne sledijo temu gibanju, dajejo videz neresnosti in vplivajo na slabšo storilnost.

3.3. Obračun uspešnosti poslovanja po novem

Za oceno uspešnosti poslovanja gradbišč je nujno pridobiti informacije pravočasno. To je lahko doseči z uporabo osebnih računalnikov, ki so že na gradbiščih.

Edini pogoj (iz točke 3.1), ki ga je še potrebno izpolniti, je računalniško evidentiranje dejanske porabe virov na gradbišču.

3.4. Metodologija

Primerjava normirano dopustne porabe virov z dejansko porabo, ločeno za delo, material in mehanizacijo, da jasne kazalce uspešnosti:

– za delo /1/:

$$K_d = \frac{NU}{PUU}$$

K_d ... količnik porabe delovnih ur,
 NU , PUU ... razloženo v točki 3.2.

– za material /1/:

$$K_m = \frac{Nm}{Pm}$$

K_m ... količnik porabe materiala.

Izračun K_m je lahko količinski ali vrednostni. V prvem primeru pomeni:

N_m ... vrednost normirano dopustne porabe materiala,

P_m ... vrednost dejanske porabe materiala.

V primeru, da računamo vrednostno, pomeni:

N_m ... vrednost normirano dopustne porabe materiala,

P_m ... vrednost dejanske porabe materiala.

– za mehanizacijo /1/:

$$K_s = \frac{N_s}{P_s}$$

K_s ... količnik porabe mehanizacije,

N_s ... normirano dopustna poraba mehanizacije,

P_s ... dejanska poraba mehanizacije.

Tudi v tem primeru je primerjava lahko količinska ali vrednostna. Koeficienti K_d , K_m in K_s so popolnoma natančni, če gradnja poteka po predvidenem tehnološkem procesu. Znano je, da je gradnja objektov težko predvidljiva v podrobnostih, saj pogosto prihaja do odstopanja od predvidenih tehnoloških procesov (npr. ročno/strojno delo).

Upoštevač dejstvo, da je čas osnovni element nastajanja nove vrednosti, se izrazijo vsa odstopanja med normirano dopustno porabo in dejansko porabo, tako da se primerjajo z normirano dopustno porabo vložnega dela. Primerjave so izvedljive le, če je poraba vseh virov ovrednotena s cenami iz interne kalkulacije.

Za izračun poslovnega uspeha smo uporabili naslednji izraz /3/:

$$K_{usp} = \frac{1}{1 \pm L_d \pm L_m \pm L_s}$$

K_{usp} ... koeficient uspešnosti poslovanja gradbišča.

$$L_d = \frac{PUU - NU}{NU}$$

$$L_m = \frac{PM - NM}{NM}$$

$$L_s = \frac{PS - NS}{NS}$$

3.3.2. RAČUNALNIŠKI PROGRAM

Pri realizaciji naloge smo trenutno v fazi računalniškega programa, ki bo izračunal uspeh poslovanja gradbišča po metodologiji iz prejšnje točke.

Vhodni podatki za računalniški program so:

- normirano dopustna poraba virov, ki jih program poišče sam, v modulu za izdajo mesečne situacije,
- dejanska poraba delovnih ur, materiala in mehanizacije, ki jih je potrebno vnesti ročno.

Rezultati bodo računalniški izpisi, ki bodo prikazovali naslednje informacije:

- izračun vseh faktorjev, ki so kazalci uspeha (K_{usp} , K_d , K_m , K_s), prikazani so v preglednici 1.

Preglednica 1

STROŠKOVNO MESTO: DOM STAREJŠIH OBČANOV

OBJEKT	K _d	K _m	K _s	K _{usp}
DOM	1.23	0.91	0.92	1.16
BOLNIŠNICA	1.08	0.95	0.89	0.97
.....

– izpis normirano dopustne in dejanske porabe virov, prikazani so v preglednici 2.

informativna povezava med posameznimi fazami v gradbenem poslovanju:

- projektantski popis del s predizmerami in predračunom,
- pogodbeni predračun,
- operativni plan,
- knjiga obračunskih izmer,
- mesečna situacija,
- izračun uspešnosti poslovanja.

Preglednica 2

Objekt: Dom starejših občanov

Šifra	Opis	Dopustno	Dejansko	D _{op} /D _{ej}
002013	PK železokrivec	14.80	16.00	0.92
002014	PK delavec	1350.00	1210.00	1.11
004013	KV železokrivec	14.80	16.00	0.92
072511	Žica žgana za vezanje	2.00	2.00	1.00
074310	GA 240/360 do Ø 12 mm	416.00	423.00	0.98
088001	Plast. distančniki	80.00	81.00	0.99
121223	GA 240/360 zaht. do Ø 12	400.00	392.00	1.02
909110	Električna energija	18.40	22.00	0.83
...

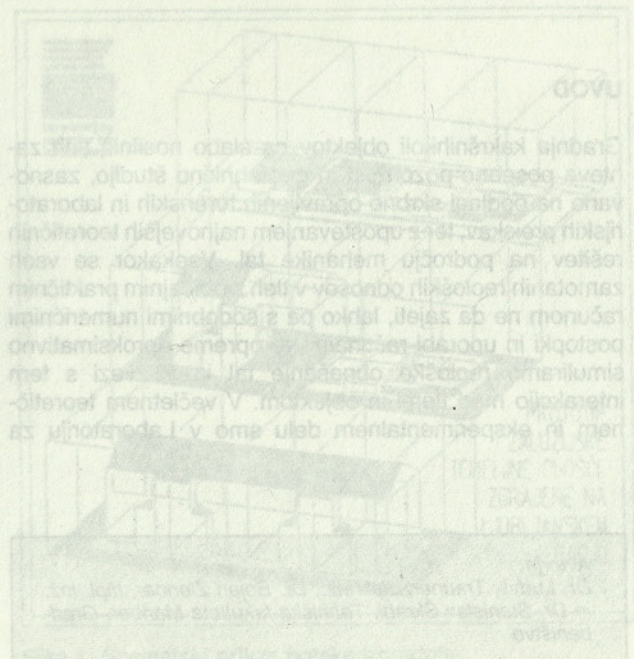
4. SKLEP

Z izdelavo in vpeljanju računalniškega programa v praktično uporabo bo naloga končana. Tako bo sklenjena

To bo velika pridobitev, ki bo omogočila ažurno spremljanje poslovanja gradbišč. Odražala se bo v večanju integralne produktivnosti in bo služila za pravičnejše nagrajevanje.

LITERATURA

1. Mirko Pšunder: »Gradbeno poslovanje«, TF Maribor, 1987.
2. Mirko Pšunder: »Ekonomika gradbene proizvodnje«, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1991.
3. Skupina avtorjev: Analize i Kalkulacije u građevinarstvu, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1984.
4. Miran Stanko: Kalkulacije v gradbeništvu – navodila za uporabo, GIP Pionir Novo mesto, 1989.



Prototip plitvega temeljenja na slabo nosilnih tleh

UDK: 624.159.1

LUDVIK TRAUNER, BOJAN ŽLENDER, STANISLAV ŠKRABL

POVZETEK

Na podlagi večletnih nelinearnih in časovno odvisnih teoretičnih in eksperimentalnih preiskav je bilo izvedeno prototipno temeljenje na členkasto povezanih temeljnih žaluzijskih ploščah. Takšen način temeljenja je uporaben na zelo mehkih zemljinah, kjer konvencionalno plitvo temeljenje (na ločenih temeljnih ploščah) ni izvedljivo, medtem ko postaja tradicionalno temeljenje (na pilotih) predrago. Meritve posedkov štirih prototipnih vzorčnih hiš in soseske atrijskih hiš na Ljubljanskem barju potrjujejo naša teoretična predvidevanja.

PROTOTYPE OF SHALLOW FOUNDATION ON LAW-BEARING CAPACITY SOILS

SUMMARY

On the basis of several years non-linear and time dependent theoretical and experimental research, prototype of the hinge-tide plate foundation (called the "bild plate") was erected on site. Such a foundation can be used on a very soft soils where conventional shallow foundation (on a separate foundation plates) is no more feasible but the traditional foundation (on piles) tend to be too expensive. Settlement measurements for four prototype sample houses and neighbourhood atrium houses on the Ljubljana fen were our theoretical expectations verified.

UVOD

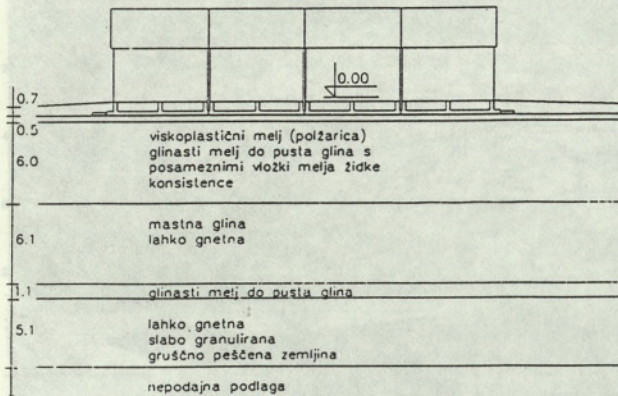
Gradnja kakršnihkoli objektov na slabo nosilnih tleh zahteva posebno pozornost in geotehnično študijo, zasnovano na podlagi skrbno opravljenih terenskih in laboratorijskih preiskav, ter z upoštevanjem najnovejših teoretičnih rešitev na področju mehanike tal. Vsekakor se vseh zamotanih reoloških odnosov v tleh z običajnim praktičnim računom ne da zajeti, lahko pa s sodobnimi numeričnimi postopki in uporabi računalniške opreme aproksimativno simuliramo reološko obnašanje tal in v zvezi s tem interakcijo med tlemi in objektom. V večletnem teoretičnem in eksperimentalnem delu smo v Laboratoriju za

mehaniko tal na TF Univerze v Mariboru razvili fizikalni in matematični model, ki hkrati obravnava nelinearne in časovno odvisne karakteristike tal in linearno elastične lastnosti konstrukcije objekta. Pričujoče poročilo podaja strnjen prikaz rezultatov raziskovalnega dela, ki smo ga opravili z namenom, da bi poiskali tehnično in ekonomsko optimalne rešitve temeljenja stanovanjskih hiš, grajenih na slabo nosilnih tleh. Tla Ljubljanskega barja, na katerih so bile zgrajene vzorčne hiše, imajo tako slabe reološke karakteristike, da jih v klasičnem geomehanskem obravnavanju štejejo kot neprimerna za plitva temeljenja. Na podlagi skrbno vodenih terenskih in laboratorijskih preiskav ter primerne numerične analize interakcije med tlemi in objektom smo podali izvirno rešitev temeljenja na med seboj členkasto povezanih AB ploščah. Na podlagi rezultatov analiz smo izdelali projekt temeljenja za štiri vzorčne hiše, ki jih je Marles zgradil med koncem 1988. in spomladjo 1989. leta. Meritve, ki smo jih opravili v dveletnem obdobju (odkar so hiše zgrajene), so pokazale primernost teoretičnih rešitev in uporabnost konstrukcijskih rešitev, ki smo jih razvili.

Avtorja:
Dr. Ludvik Trauner, dipl. inž., Dr. Bojan Žlender, dipl. inž.
in Dr. Stanislav Škrabl, Tehniška fakulteta Maribor, Gradbeništvo

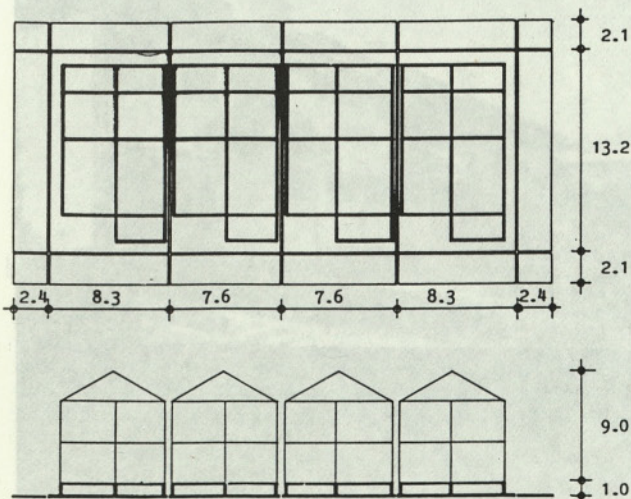
1. KRATEK OPIS TEMELJNIH TAL IN PROTOTIPNE KONSTRUKCIJE

Prototipno temeljno konstrukcijo smo zgradili na Ljubljanskem barju, ki je znano po izrazito slabih tleh. Površinska tla sestavljajo visoko plastične glinenomeljaste zemljine (tako imenovana polžarica) v židkem konsistenčnem stanju. Stratigrafski podatki zemeljskega polprostrora so prikazani na sliki 1.



Slika 1: Stratigrafski podatki temeljnih tal

Slika 2 shematsko prikazuje geometrijske podatke prototipne temeljne konstrukcije, na katero so postavljene štiri montažne Marlesove hiše. Lahke lesene hiše so grajene kot vrstne hiše, ki so dilatacijsko (členkasto) povezane v niz strnjenih objektov, temeljenih na AB temeljni konstrukciji – imenovani žaluzijski temeljni plošči. Temeljno konstrukcijo tvorijo med seboj členkasto povezane rebraste in gladke AB plošče. Na rebraste plošče so prek talne konstrukcije sidrane hiše, medtem ko gladke plošče (po obodih objektov) omogočajo ugodnejšo razporeditev kontaktnih tlakov med tlemi in konstrukcijo. S tem se poveča stabilnost tal in zmanjšajo se absolutni posedki objektov.

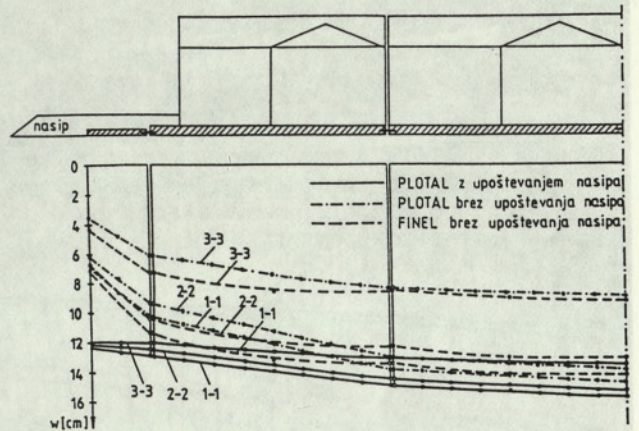


Slika 2: Geometrija prototipne temeljne konstrukcije

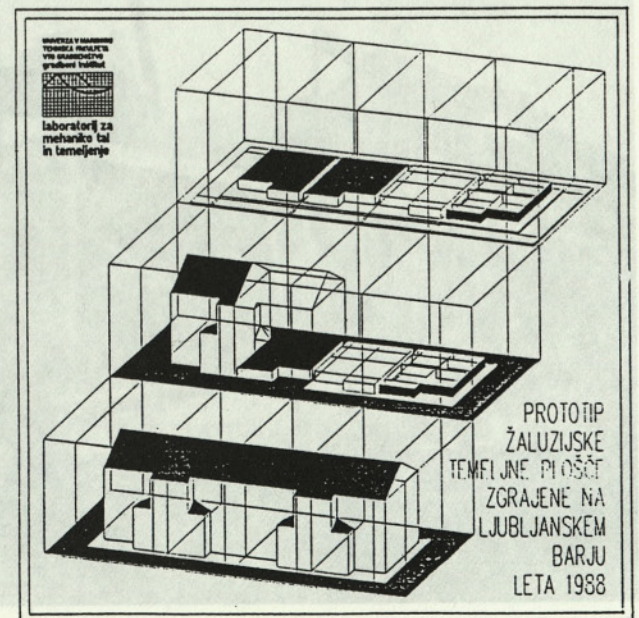
Konstrukcija je skonstruirana tako, da so na dilatacijah preprečeni medsebojni relativni pomiki oziroma so le-ti zanemarljivo majhni; omogočeni pa so medsebojni zasuki objektov, ki so v mejah dopustnih.

2. O ANALIZI IN IZGRADNJI PROTOTIPA

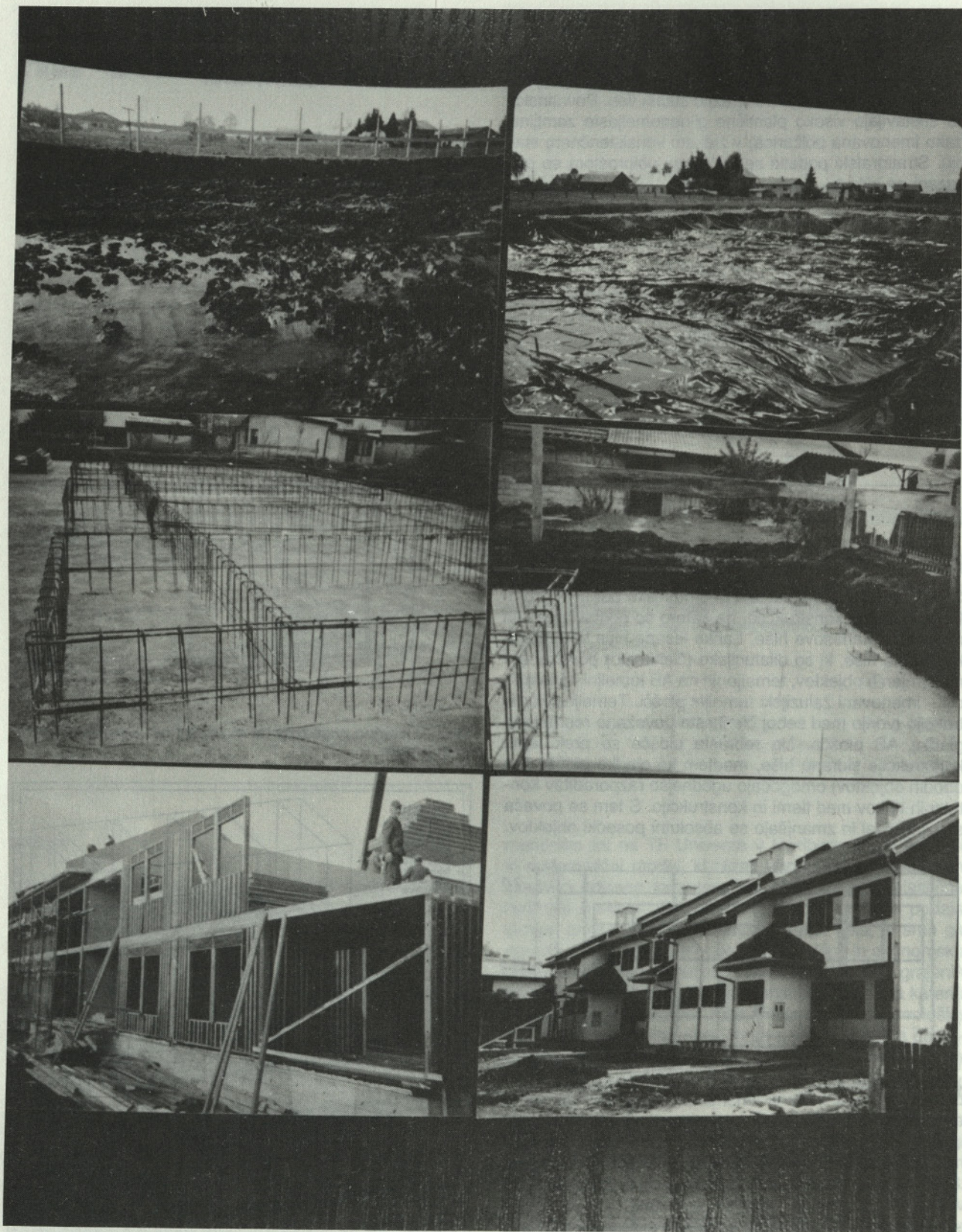
Obsežne analize interakcije med tlemi in objektom smo izvršili na 2D in 3D modelih. Upoštevali smo elasto-viskoplastične napetostno deformacijske odnose v tleh, distorzijske vplive na robovih temeljne konstrukcije in konsolidacijske procese, ki bodo opravljeni v daljšem časovnem obdobju. Numerične analize so pokazale, da lahko ob tehnološko pravilni izvedbi omenjene temeljne konstrukcije dosežemo dovolj majhne absolutne posedke oziroma minimalne relativne posedke in zasuke med objekti (glej sliko 3).



Slika 3: Izračun posedkov tal in kontaktnih tlakov med tlemi in objektom

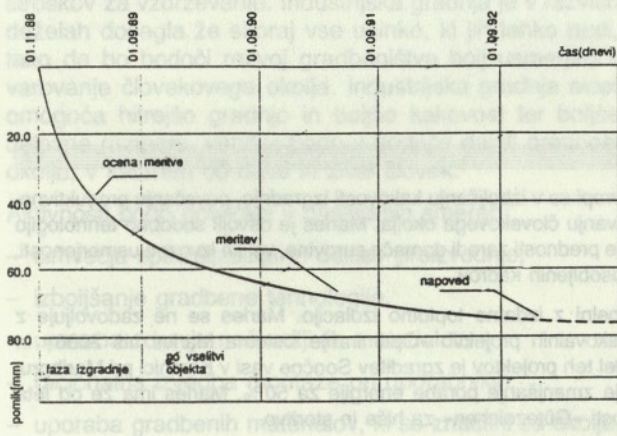


Slika 4: Shematski prikaz poteka izgradnje



Slika 5: Razvoj gradnje prototipa temeljne konstrukcije in objektov

Projekt gradnje smo zasnovali tako, da je izvedba enostavna in po potrebi časovno kontrolirana. Potek gradnje, ki se je pričela konec 1988. leta in trajala do pomladi 1989, je shematsko prikazan na sliki 4 in s fotografijami (slika 5).



Slika 6: Časovni razvoj posedanja vrstnih hiš
a) Relativni posedki
b) Hitrost posedanja

3. MERITVE POSEDKOV VZORČNIH HIŠ

Terenske meritve kažejo, da so posedki hiš v okvirih naših pričakovanj (glej sliko 6). Žal ne razpolagamo z meritvami posedanja med gradnjo, predvidevamo pa, da se je v tem času izvršilo ca. 2 cm inicialnih in 3 cm distorzijskih (nedreniranih) posedkov. Nadaljnji posedki merjeni po izgradnji objektov, pa so celo nekoliko manjši od naših napovedi. Iz časovne kirvulje merjenih posedkov, hitrosti posedanja in pospeškov lahko napovemo nadaljnji časovni potek posedanja, ki se ujema z rezultati numeričnih analiz. Ugotavljamo, da so se relativni posedki in medsebojni zasuki večinoma izvršili že med samo gradnjo, ko še niso imeli posebnega vpliva na konstrukcijo objektov; zato upravičeno lahko pričakujemo, da bodo vse nadaljnje deformacije zanemarljivo majhne oziroma nepomembne za varnost in standard objektov.

4. SKLEP

Prototipna izvedba temeljenja štirih vrstnih hiš na Ljubljanskem barju je potrdila naše napovedi, da je tudi na slabo nosilnih in zelo stisljivih tleh (s pravilnim tehnološkim pristopom pri gradnji) možno izvajati plitvo temeljenje objektov. Rezultati opravljenih meritev posedkov potrjujejo naše teoretične rešitve in nas ohrabrujejo pri nadaljnem raziskovalnem delu na tem področju.

ZAHVALA

Avtorji prispevka se skupaj z vsemi sodelavci, ki so sodelovali pri raziskovalni nalogi zahvaljujemo takratni Raziskovalni skupnosti Slovenije za sofinanciranje naloge.

LITERATURA

Trauner L., PERFORMANCE OF THE HINGE – TIED PLATE FOUNDATION, International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rio de Janeiro, 1989.

Trauner L., Žlender B., TERENSKA EKSPERIMENTALNA ANALIZA TEMELJENJA NA MODELU ŽALUZIJSKE PLOŠČE NA MEHKIH TLEH, Raziskovalna naloga, Maribor, 1990.

Trauner L., Žlender B., PROJEKT TEMELJENJA STANOVANJSKE SOSESKE MARLES NA GALJEVICI NA LJUBLJANSKEM BARJU, Maribor, 1988.

Trauner L., Žlender B., PROJEKT TEMELJENJA STANOVANJSKE SOSESKE JURČKOVA POT NA LJUBLJANSKEM BARJU, Maribor, 1989.

MARLES HIŠA V EVROPI

UDK 728.3 Marles«:69.057

LUDVIK SEDONJA

POVZETEK

Razvojne usmeritve gradbeništva v Evropi so v izboljšanju kakovosti izgradnje, povečanju produktivnosti, znižanju stroškov energije in varovanju človekovega okolja. Marles je osvojil sodobno tehnologijo gradnje, saj ima komparativne razvojne prednosti zaradi domače surovine, velike izvozne usmerjenosti, majhne tehnološke odvisnosti in usposobljenih kadrov.

Marlesov sistem gradnje je velikotabelni z izdatno toplotno izolacijo. Marles se ne zadovoljuje z doseženim in dela na razvojno raziskovalnih projektih »Optimiranje sistema Marles hiš 2000« in »Energetsko varčne hiše.« Sestavni del teh projektov je zgraditev Sončne vasi v Kamnici pri Mariboru. Cilj razvojno raziskovalnih projektov je zmanjšanje porabe energije za 50%. Marles ima že od leta 1972 nemški in avstrijski znak kakovosti »Gütezeichen« za hiše in storitve.

Marles sodi danes med največje in najboljše evropske proizvajalce hiš.

THE MARLES HOUSE IN EUROPE

SUMMARY

In Europe the development trends in civil engineering and building construction are oriented towards the improvement of the construction quality, increased productivity, the reduction of energy costs and environmental protection.

Marles has adopted an advanced construction technology because of its comparative development advantages which are provided by domestic raw materials, an intensive exportation orientation, well qualified cadre and small technological dependence.

The Marles house consists of large panels, with substantial insulation. Marles is not satisfied with the attained results, it keeps working intensively on two research and development projects: "Optimization of the Building system Marles 2000" and "Energy Saving Houses". The Solar village in Kamnica near Maribor is a component part of these projects. The final objective of these projects is a 50% reduction of energy consumption. Since 1972 Marles holds the German and the Austrian quality mark called »Gütezeichen« for houses and services.

At present, Marles belongs among the largest and the best European manufacturers of prefabricated houses.

1. RAZVOJNE USMERITVE GRADBENIŠTVA

Gradbeništvo predstavlja v svetovnem gospodarstvu pomembno panogo v gospodarskem razvoju, ustvarja več kot 5% družbenega proizvoda gospodarstva in zaposluje skoraj 10% vseh zaposlenih. Gradbeništvo pa je velik potrošnik energije, tako v sami izgradnji kot nato v potrošnji. Energija je torej nedvomno ključno vprašanje, ne samo razvoja in perspektive, pač pa tekočega, normalnega gospodarjenja in družbene reprodukcije nasploh in s tem tudi vse pomembnejši in odločilen faktor neodvisnosti vsake države.

Avtor:
Ludvik Sedonja, dipl. inž. arh.
Marles Maribor

Znanstveni in tehnološki napredek v gradbeništvu je usmerjen v izboljšanje kakovosti izgradnje, povečanje produktivnosti, znižanje stroškov energije in doseganje optimalne uporabe gradbenega materiala. Kljub stalnemu razvoju na tem področju še vedno obstaja glavni faktor ekonomičnost, izredno veliko pozornost pa namenjajo problemu bivanja in okolju v novih zgradbah ter problemu stroškov za vzdrževanje. Industrijska gradnja je v razvitih deželah dosegla že skoraj vse učinke, ki jih lahko nudi, tako da bo bodoči razvoj gradbeništva bolj usmerjen v varovanje človekovega okolja. Industrijska gradnja sicer omogoča hitrejšo gradnjo in boljšo kakovost ter boljše delovne razmere, vendar bodo v bodoče dajali prednost okolju, v katerem bo delal in živel človek.

Aktivnosti bodo potekale v naslednjih smereh:

- čimvečja specializacija in delitev proizvodnje,
- izboljšanje gradbene tehnologije,
- uporaba zdravju neškodljivih materialov,
- racionalna izvedba montaže pri uporabnikih,
- uporaba gradbenih materialov, ki so značilni za okolje, kjer se izvaja gradnja,
- upoštevanje pogojev uporabnikov in sodelovanje načrtovalcev z uporabniki,

- zmanjšanje negativnih vplivov na okolje,
- varčevanje z materiali in energijo pri gradnji in uporabi.

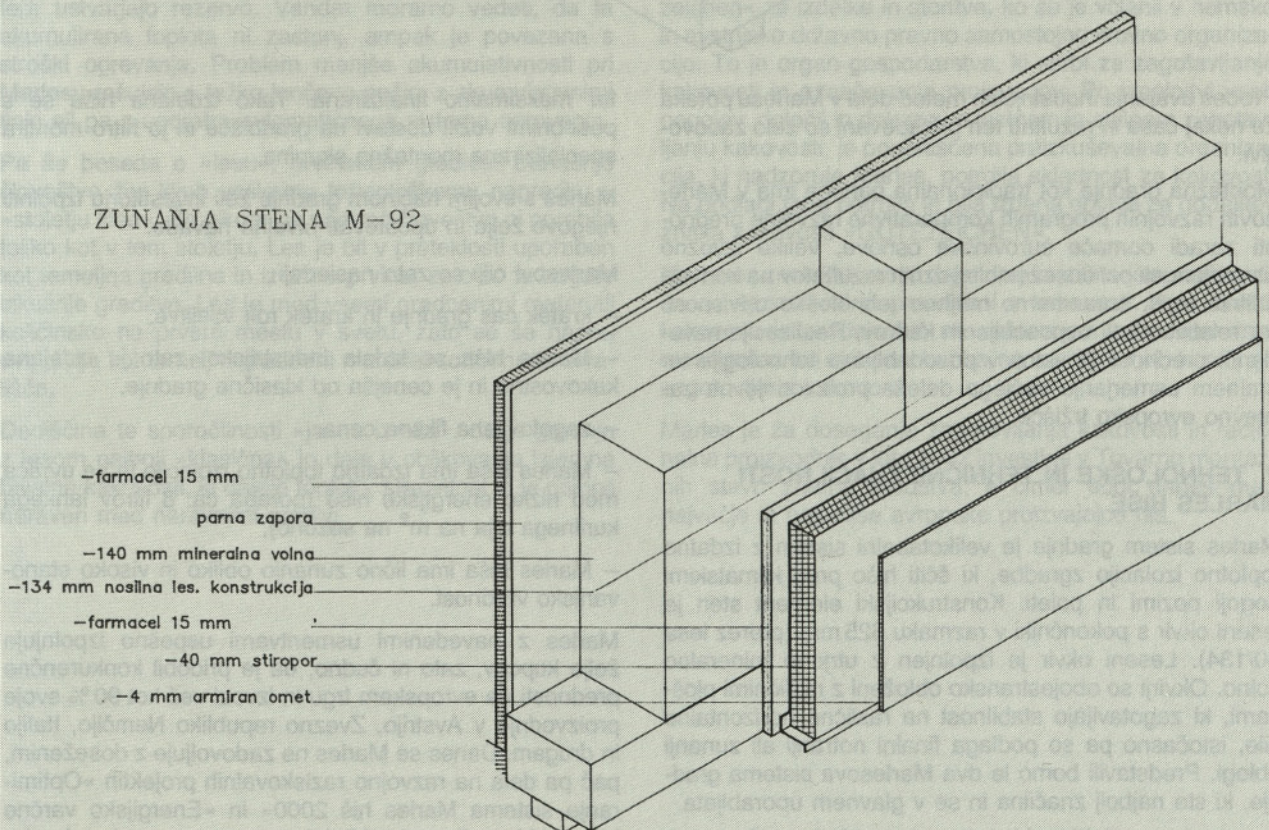
Ne glede na vrsto gradbenih del se bo gradbeništvo razvijalo v sferi povečanja produktivnosti, večje kakovosti, medsebojnega izmenjavanja tehnoloških informacij in sodelovanja z instituti ter uporabniki in čim bolj avtomatiziranega procesa.

Določanje tehničnih zahtev za gradbene materiale, gradbene konstrukcije in idejne arhitektonske rešitve glede na klimatske in sociološke zahteve bodo v vse večji meri usklajene na meddržavnih nivojih.

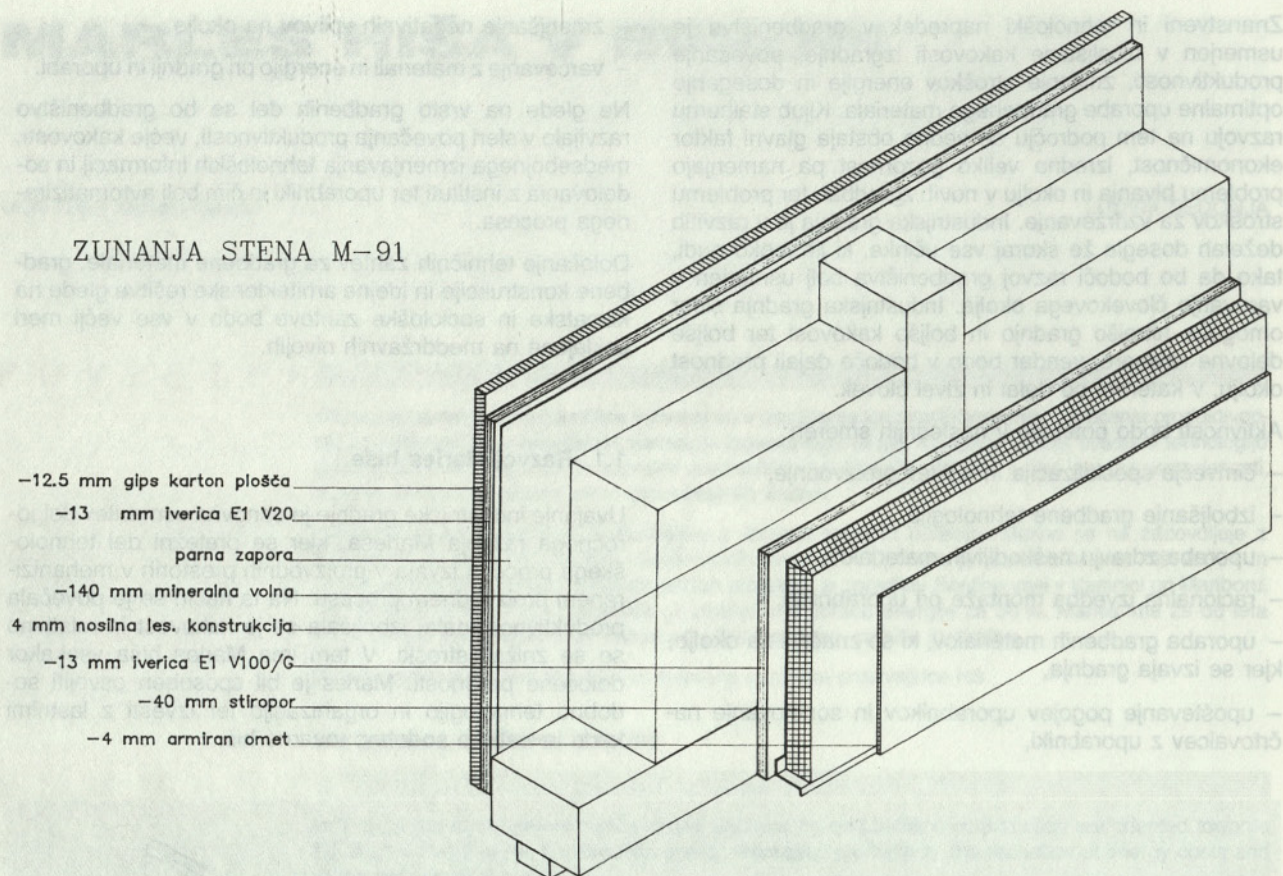
1.1. Razvoj Marles hiše

Uvajanje industrijske gradnje je osnovna usmeritev dolgoročnega razvoja Marlesa, kjer se pretežni del tehnološkega procesa izvaja v proizvodnih prostorih v mehaniziranem proizvodnem procesu. Na ta način se je povečala produktivnost dela, izboljšala se je kakovost in relativno so se znižali stroški. V tem ima Marles hiša vsekakor določene prednosti. Marles je bil sposoben osvojiti sodobno tehnologijo in organizacijo ter izvesti z lastnimi kadri investicijo sodobne tovarne hiš.

ZUNANJA STENA M-92



ZUNANJA STENA M-91



Proces uvajanja industrijskih metod dela v Marlesu poteka že nekaj časa in rezultati teh prizadevanj so zelo zadovoljivi.

Montažna gradnja kot tradicionalna panoga ima v Marlesovih razvojnih programih komparativne razvojne prednosti zaradi domače surovinske osnove, velike izvozne usmerjenosti oz. doseženih izvoznih rezultatov na konvertibilnih trgih, sorazmerno majhne tehnološke odvisnosti ter relativno bolj usposobljenih kadrov. Realizacija navedenih prednosti je vidna v posodabljanju tehnologije ter stalnem usmerjanju večjega deleža proizvodnje na zahtevno evropsko tržišče.

2. TEHNOLOŠKE IN TEHNIČNE ZNAČILNOSTI MARLES HIŠE

Marles sistem gradnje je velikotabelni sistem z izdatno toplotno izolacijo zgradbe, ki štiti hišo pred klimatskimi pogoji pozimi in poleti. Konstrukcijski element sten je leseni okvir s pokončniki v razmaku 625 mm (prezesa 60/134). Leseni okvir je izpolnjen z utrjeno mineralno volno. Okvirji so obojestransko obloženi z različnimi ploščami, ki zagotavljajo stabilnost na različne horizontalne sile, istočasno pa so podlaga finalni notranji ali zunanji oblogi. Predstavili bomo le dva Marlesova sistema gradnje, ki sta najbolj značilna in se v glavnem uporabljata.

Iz navedenega lahko sklepamo, da je Marles hiša individualno zasnovana, po načrtih izdelana v proizvodni hali

ter maksimalno finalizirana. Tako izdelana hiša se s posebnimi vozili dostavi na gradbišče in jo hitro montira specializirana montažna skupina.

Marles s svojim načinom gradnje želi investitorju izpolniti njegove želje in upoštevati bivalne navade.

Marlesovi cilji so zato naslednji:

- kratek čas gradnje in kratek rok vsetitve,
- Marles hiša se izdelava industrijsko, zato je izdelana kakovostno in je cenejša od klasične gradnje,
- zagotovljena fiksna cena,
- Marles hiša ima izdatno toplotno izolacijo in se uvršča med nizko energijske hiše (poraba ca. 8 litrov lahkega kurilnega olja na m² na sezono),
- Marles hiša ima lično zunanjo obliko in visoko stanovanjsko vrednost.

Marles z navedenimi usmeritvami uspešno izpolnjuje želje kupcev, zato ni čudno, da je pridobil konkurenčne prednosti na evropskem trgu in izvozi več kot 90 % svoje proizvodnje v Avstrijo, Zvezno republiko Nemčijo, Italijo in drugam. Danes se Marles ne zadovoljuje z doseženim, pač pa dela na razvojno raziskovalnih projektih »Optimiranje sistema Marles hiš 2000« in »Energijsko varčne hiše«, ki ju sofinancira Ministrstvo za znanost in tehnologijo Republike Slovenije. Na razvojno raziskovalnih pro-

jektih sodelujejo univerze: TF Maribor, Strojna fakulteta Ljubljana, EPF Maribor in ZRMK Ljubljana.

Pri Marlesovem načrtovanju novih sistemov gradnje je vključeno prizadevanje za gospodarno rabo energije. Ta usmeritev posredno zmanjšuje negativen vpliv na okolje.

Marlesovi varčevalni ukrepi so torej usmerjeni v zmanjševanje energetskih izgub, ki jih doseže z dobro toplotno zaščito stavbe in z izkoriščanjem pasivne sončne energije. Marlesove hiše spadajo med nizko energijske hiše. Nemško zvezno ministrstvo za gradbeništvo ima zahtevo za nizko energijsko hišo pri povprečnem $K = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pri taki predpisani toplotni izolaciji je poraba ca. 15 litrov lahkega kurilnega olja na m^2 na sezono za ogrevanje prostorov. Marles se s tako porabo ni zadovoljil. Skonstruiral je hiše, kjer je poraba za ogravanje zmanjšal za 40% (na 8 litrov lahkega kurilnega olja na m^2 za ogrevanje prostorov). To je pomemben in prvi korak za bodočnost individualne stanovanjske gradnje.

Pri dobro izolirani Marlesovi zunanji steni je $k = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Taka toplotna prehodnost se doseže z industrijsko kontrolirano proizvodnjo in z dobro izvedenimi detajli.

Za dobro izolirane hiše se zahtevajo visoko kakovostna okna z dvojnimi tesnjenjem in toplotnim zaščitnim izolacijskim steklom K 75 M THERMO 1,33, ki jih v Marlesu tudi sami proizvajajo. Razlikovati moramo toplotno prehodnost in akumulacijo toplote, ki je pri lahko gradnji malenkostna. Debeli in težki gradbeni elementi toploto zbirajo in si s tem ustvarjajo rezervo. Vendar moramo vedeti, da ta akumulirana toplota ni zastoj, ampak je povezana s stroški ogrevanja. Problem manjše akumulativnosti pri Marlesu rešujejo s težko lončeno pečjo, z akumulativnimi tlaki ali pa z uporabo avtomatičnega sistema ogrevanja.

Pa še beseda o »lesu«, prvinskem gradivu. Današnje človeštvo živi kljub velikemu tehnološkemu napredku v »stoletju lesa«. Še nikdar ga namreč človeštvo ni porabilo toliko kot v tem stoletju. Les je bil v preteklosti uporaben kot temeljna gradilna in izrazna prvina, zato so tu bogate izkušnje graditve. Les je med vsemi gradbenimi materiali količinsko na prvem mestu v svetu, zato se še naprej uveljavlja kot temeljni gradbeni material sodobnega bivališča.

Dediščina te sporočilnosti »jasno izraža«, da je gradnja z lesom najbolj »klasična« in daje v oblikovanju izjemne bivalne kakovosti, ki dajejo toploto, slikovitost in je najbolj naraven med naravnimi gradivi.

2.1. Energetsko varčne hiše

Razvojno raziskovalni projekt Energetsko varčne Marlesove hiše, ki se sedaj izvaja, ima za cilj, zgraditi sončno vas, ki mora upoštevati naslednje:

- maksimalno izkoristiti pasivno sončno energijo,
- z dodajanjem energetsko varčnih dodatkov zmanjšati porabo energije za ogrevanje,
- predložiti in preizkusiti program varčnih instalcijskih naprav.

Razvojno raziskovalni projekt Energijsko varčne hiše mora dati rezultate zmanjšanja porabe energije za 50%, to je ca. 4 litre lahkega kurilnega olja na m^2 na sezono. Gre torej za raziskovanje sistema, ki bo imel sposobnost zajeti maksimalni del sončne energije v najtežjih zimskih pogojih. Rešitve morajo kljub temu zadovoljiti arhitekturne kriterije, funkcionalnost in ugodnost bivanja.

3. KAKOVOST

Označevanje izdelkov z blagovnimi znamkami se je v zadnjem času izredno razmahnilo. Marles se zaveda, da trg potrebuje argumente o kakovosti in da kakovost sodi med odločilne faktorje konkurenčnosti. Marles je že v 70. letih pridobil nemški in avstrijski znak kakovosti – »Gütezeichen« za izdelke in storitve, ko se je včlanil v nemško in avstrijsko državno pravno samostojno krovno organizacijo. To je organ gospodarstva, ki skrbi za zagotavljanje kakovosti in označevanje proizvodov. Po izpolnitvi vseh pogojev, določil in dokazov o lastnem in stalnem zagotavljanju kakovosti, je pooblaščen preizkuševalna organizacija, ki nadzoruje Marles, potrdila skladnost za kakovost. Na podlagi tega potrdila je bila izdana objava za dodelitev znaka kakovosti »GÜTEZEICHEN«.

Marlesov znak kakovosti daje torej investitorjem možnosti, da so seznanjeni in prepričani o kakovosti. Brez znaka kakovosti je prodaja hiš na zahtevnem zahodnem trgu nemogoča, saj nobena banka ne kreditira hiš, ki nimajo zagotovljene kakovosti.

Marles je za doseganje zagotavljanja kakovosti in racionalne proizvodnje v letu 1992 investiral v Tovarno montažnih stavb znatna sredstva, s čimer sodi danes med največje in najboljše evropske proizvajalce hiš.

ANALIZA IN SELEKCIJA TRŽIŠČ ZA PLASMAN SISTEMA MARLES HIŠ

UDK 728.3»Marles:«339.13

RUDI MILFELNER

POVZETEK

Na stanovanjskem tržišču Slovenije in nekaterih drugih izbranih tržiščih obstaja v zadnjih letih od 1985 dekonjunktura in se proizvodnja zmanjšuje do 20 %. Individualne hiše zasebnih graditeljev dopolnjujejo družben stanovanjski fond v Sloveniji. Delež industrijsko izdelanih hiš (montažne hiše) – gotove hiše v zasebni gradnji se giblje okoli 8 %. Proizvajalci gotovih hiš ponujajo tržišču do 22 različnih tipov hiš. Med temi vrstami se uveljavljajo novi koncepti glede alternativnih energij, biopogojev in arhitekturne zasnove. Plasman gotovih hiš bo odvisen tudi od marketinškega spleta aktivnosti in od pridobivanja dokumentacije, možnosti financiranja in zaključnih del.

ANALYSIS AND SELECTION OF MARKETS FOR SELLING MARLES HOUSE SYSTEM

SUMMARY

In the last years from 1985, the unfavourable conditions in the housing market in Slovenia, as well as in some other world markets, caused the production to be decreased by up to 20 %. The private individual houses fill the gap left by the state housing fond in Slovenia. The market share of private pre-fabricated houses is about 8 %. Presently, there are about 22 different types of prefabricated houses offered by the producers. Some of these show new concepts regarding alternative energies, bio-conditions and architectural design. The sale of prefabricated houses will depend also on the marketing mix and on obtaining the necessary documents, as well as on the financing and finishing works.

UVOD IN IZHODIŠČE

V tematskem sklopu bodo predstavljeni bistveni razvojni dejavniki stanovanjskega tržišča v Sloveniji in v nekaterih bližnjih državah Evrope. Ko opredeljujemo stanovanjsko tržišče, ugotavljamo, da poleg osnovnih potreb – imeti stanovanje – obstajajo številni drugi vplivi, ki so pomembni za širše družbeno-socialno okolje. Spoznavanje teh vplivov, ki so obenem impulzi za gradbeno dejavnost in poslovno strategijo, pomeni za podjetja oblikovanje različnosti stanovanjske ponudbe. V novem stanovanjskem zakonu Slovenije je opredeljena kategorizacija stanovanj po potrebah posameznih ljudi in njihovih finančnih možnosti. To pomeni, da se bo pojavil stanovanjski trg, kar bo vplivalo na usmeritev stanovanjske gradnje.

Podjetje Marles je razvijalo več let montažno gradnjo poslovnih stavb in stavb za infrastrukturne namene ter tudi stanovanjske hiše. S posodobitvijo proizvodnje in novo tehnologijo je vključeno na evropska tržišča, kjer obstaja močna konkurenca in prilagajanje različnim zahtevam posameznih regionalnih tržišč. Spoznavanje vplivnih dejavnikov stanovanjskega tržišča bo omogočilo izbiro tistih tržišč, kjer bo Marles nastopal s svojim programom hiš.

1. STANOVANJSKO TRŽIŠČE

Stanovanjsko tržišče je v preteklosti usmerjala predvsem stanovanjska politika s konceptom gradnje večstanovanjskih stavb, ki pa ni pokrivala vseh potreb po stanovanjih. Vzporedno z družbeno gradnjo se je razvijala individualna gradnja eno- ali dvostanovanjskih stavb. Delež te gradnje se je povečeval, ker so bile velike potrebe po stanovanjih, vendar se je gradilo brez dobrih načrtov in posluha za urbano okolje. Podobni problemi so obstajali tudi v evropskih državah, kjer so jih poskušali reševati z gradnjo tako imenovanih »gotovih hiš«. Taka hiša je bila po značaju

Avtor:
Mag. Rudi Milfelner
Ekonomsko-poslovna fakulteta
Maribor

industrijski izdelek, ker je bila izdelana na industrijski način v tovarni s posameznimi končnimi elementi ter konstrukcijami, sestava hiše pa je bila izvedena na samem gradbišču v nekaj dneh.

Stanovanjska gradnja je bila odvisna od pospeševanja in politike usklajevanja ponudbe in povpraševanja. Individualna gradnja je bila v največji meri prepuščena posameznim graditeljem – investitorjem, razen kolikor ni bila usmerjena prek stanovanjskih združenj. Gradbena podjetja pa tudi zasebna podjetja se niso usmerjala v serijsko gradnjo individualnih hiš, ker to ni bilo v skladu z njihovimi poslovnimi cilji. Individualni graditelji so reševali problematiko gradnje na različne načine, pač v okviru svojih možnosti. Celovite ponudbe, kako graditi, da bi bilo energetsko racionalno in skladno z okoljem, predvsem kar se tiče krajinskih značilnosti, ni bilo.

Statistični podatki o dokončanih stanovanjih kažejo na naslednje stanje:

- Skupni stanovanjski sklad v Sloveniji je znašal konec 1989. leta 687.290 stanovanj,
- Povprečna površina stanovanj je imela 66.9 m²,
- Povprečna površina stanovanja na 1 osebo je 23 m² in vsako stanovanje je bilo zasedeno s povprečnim številom 2,9 oseb,
- Razvojne tendence gradnje stanovanj kažejo na zmanjševanje od leta 1975; v letu 1989 je bilo letno dokončanih 8.541 stanovanj, kar je za 7.352 stanovanj manj kot leta 1975,
- Od leta 1970 se povečuje število stanovanj v lasti občanov ter je njihov delež 73%, medtem ko je delež družbene lastnine 27%.

Značilen za stanovanjske stavbe je podatek, da je bilo last občanov v letu 1989 ca 60% vseh stanovanj v individualnih hišah, medtem ko je bilo v večstanovanjskih hišah 40% stanovanj last občanov.

Konjunktura in dekonjunktura stanovanjskega tržišča, prikazana v indeksih v letih 1989/1985, je za:

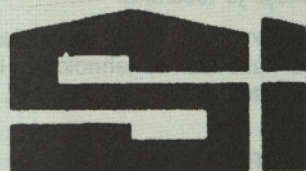
- republiko Slovenijo indeks 86

V nekaterih potencialnih tržiščih je stanovanjska gradnja prav tako stagnirala, kar je prikazano v indeksih od leta 1989/1985 po državah:

	Indeks
Avstrija	92,0
Zvezna republika Nemčija	76,3
Nemška demokratična republika	43,4
Švica	94,7
Madžarska	71,0

Primerjava stanovanjskega fonda med Slovenijo in navedenimi državami na 1000 prebivalcev nam pokaže, da je v Sloveniji najmanj stanovanj na 1000 prebivalcev, tj. 345. Največ stanovanj na 1000 prebivalcev ima Švica, 480, sledi ZR Nemčija 443, Avstrija 433, bivša NDR 411 in Madžarska 374.

Navedeni podatki nam samo ilustrirajo obseg in razmerja ter dinamiko stanovanjskega gospodarstva v celoti. Gotove hiše so del stanovanjskega tržišča. Poskušali smo raziskati vsaj nekatere podatke, ki bi prikazali pomembnost industrijskega načina gradnje hiš. V statističnih virih Slovenije zasledimo podatke o sistemih graditve stanovanjskih hiš, ki so grajene pretežno iz tradicionalnih



»STANINVEST« MARIBOR, p.o.

organizacija za stanovanjsko gospodarstvo, svetovanje in inženiring

DEJAVNOSTI

- inženiring
- upravljanje s stanovanjskimi hišami, kotlovnici, poslovnimi prostori
- vzdrževanje stanovanjskih hiš, stanovanj
- finančno-računovodske storitve
- pravne storitve
- AOP

telefon

25-011

25-011

25-011

27-181

28-294

24-654

materialov. Stavbe iz sodobnih materialov v lasti občanov imajo v letu 1989 ca 9% delež od vseh zgrajenih hiš občanov.

Avstrija ima zelo razvito industrijo gotovih hiš in je bil delež gotovih hiš v individualni gradnji leta 1989 ca. 22%. V celotnem številu dokončanih stanovanj pa število gotovih hiš predstavlja delež 9,5%. ZR Nemčija je bila vodilna na področju gradnje gotovih hiš v 70 letih, vendar znaša sedaj delež gotovih hiš ca. 4,2% od števila v letu 1989 dokončanih stanovanj.

2. PONUDBA IN POVPRŠEVANJE

Proizvajalci gotovih hiš uporabljajo pri ponudbi in prodiranju na tržišče intenzivno strategijo spleta marketinških aktivnosti ter upoštevajo zahteve in želje porabnikov – investitorjev individualne hiše. Čeprav je stanovanjska ponudba gotovih hiš sorazmerno majhna v primerjavi s stanovanjskim fondom, pa so proizvajalci v nekaterih razvitih deželah (Avstrija, Zvezna republika Nemčija in Švica) dosegli visok stanovanjski standard za različne potrebe po konceptu okolju prijaznega doma.

Ponudbo na podlagi marketinškega koncepta so izvajali edinole proizvajalci gotovih hiš, ki so ponudili asortiment projektov hiš po posameznih fazah gradnje do hiše na ključ. Industrijski način gradnje individualnih hiš in večje serije hiš pomeni za marketing reševanje ključnih problemov, kot npr. pomoč pri pridobivanju zemljišč in lokacijskih dovoljenj, organiziranje varčevalnega sistema za potencialne graditelje ter reševanje drugih problemov graditeljev.

Tržišče individualnih hiš je zelo pod vplivom številnih dejavnikov, ki omogočajo uspešnost ali pa tveganje plasmata. Med dejavniki uspešnosti so pomembni tisti, ki povečujejo konkurenčnost pri različnih ciljnih skupinah in različnih dohodkovnih razredih. Konkurenčnost je opredeljena s ceno, primerjavo o energetskem varčevanju, biološki neoporečnosti, arhitekturni zasnovi in prilagoditvi krajinskim značilnostim, tehnološko-gradbeni zasnovi, realizaciji po določenih terminih in ne nazadnje tudi pomoči pri pridobivanju financiranja investicije. Tveganje pa je stalno prisotno zaradi neizpolnjevanja pogodbenih terminov in kakovosti, slabega imagea in nezaupanja do firme in njenih sodelavcev, neplačanih faktur na domačem tržišču, državnih preprek v izvozu lokalnih predpisov za gradnjo ter sodelovanje s tujimi ali domačimi partnerji.

Struktura ponudbe proizvajalcev po asortimentu hiš obsega dve glavni skupini stanovanjskih hiš v lastnini občanov:

• pritlične hiše	75%
• mansardne in enonadstropne hiše	25%

Posamezni proizvajalci imajo v svojem asortimentu montažnih hiš od 11 do 22 različnih tipov, od katerih so na tržišču uspešni po trije tipi hiš, ki predstavljajo ca. 65% plasmata.

3. RAZVOJNI TRENDI STANOVANJSKIH HIŠ

Značilnosti in pogoji gradnje gotovih hiš na domačem tržišču in na razvitih tujih tržiščih so v nekaterih primerih enake, npr.:

- varčevanje z energijo, ker se že pri planiranju in konstrukciji upošteva varčna hiša,
- gretje iz centralnega izvora z alternativnimi viri energije,
- stanovanjski komfort je skoraj enak,
- zahteve po stanovanjski površini na 1 osebo se približujejo,
- izločajo se izolacijski materiali in premazi, ki so škodljivi človeku,
- individualna gradnja je ovirana zaradi visokih obresti ali nizkega življenjskega standarda.

Razlike pa se nanašajo na kreditno situacijo pri nas in visoko inflacijo, ki onemogoča stanovanjske investicije individualnih hiš. Država ne pomaga s svojo stanovanjsko politiko voditi diferencialne stanovanjske gradnje z dotacijami za graditelje s podpoprečnimi dohodki. Zaviranje individualne gradnje se kaže delno tudi v konceptiji ohranjanja stanovanjskega fonda in obnovi ter spremembi namembnosti stanovanjskih prostorov.

Gotove hiše so konkurenčne klasični »mokri« gradnji individualnih hiš samo v nekaterih kriterijih, kar se kaže tudi v deležu gotovih hiš v celotni individualni gradnji.

Kriteriji konkurenčnosti so:

- sistem graditve montažni z zunanji stenami iz težkih panelov in lahkih panelov na podlagi industrijske proizvodnje,
- cena montažnih elementov, montaža, prevoz, kritina, fasada in krovno kleparska dela,
- kratek čas graditve do tretje ali pete faze gradnje,
- izolacija proti vlagi in hrupu ter manjša poraba energije,
- garancija za gotovo hišo,
- potresna varnost konstrukcije je testirana.

V ZR Nemčiji in Avstriji so ustanovili združenja proizvajalcev gotovih hiš, ki določajo kakovostne, tehnološke in poslovne standarde za opredelitev gradnje gotovih hiš.

4. INTEGRALNI KONCEPTI PROIZVODNJE IN PLASMATA GOTOVIH HIŠ

Veliki proizvajalci hiš v razvitih deželah ne bodo mogli več uvajati velikih serij in ne množične proizvodnje hiš zaradi individualnih potreb investitorjev, tako da se bo število variant – tipov hiš povečevalo. Toda več tipov pomeni tudi večje stroške, saj se s podvojitvijo variant – tipov stroški povečajo za 20–30%.

Pri omejevanju stroškov zaradi povečanja variant uvajajo podjetja koncept fleksibilnih, avtomatiziranih proizvodnih tehnologij in koncept **segmentiranja** proizvodnje. Oba koncepta omogočata optimiranje proizvodnje in omejujeta povečanje stroškov pri podvojitvi variant za ca. 10–15%. Z optimiranjem proizvodnje variant hiš bi dobilo podjetje na tržišču konkurenčno prednost, če bi uvajalo **strategijo diferenciacije hiš**. Za uspešnost te strategije pa je nujno

analizirati diferenciacijske stroške in njihovo nižanje po posameznih variantah. Običajno se uporablja metoda analize vrednosti, kjer dobimo optimum stroškov, ki so odvisni od velikosti serije in števila variant.

Poslovna strategija bo morala z vidika ekonomičnosti presojati naslednje možne strategije programa in variant hiš:

- zmanjševanje širine programa hiš,
- zmanjševanje širine tržišč in kupcev hiš,
- zmanjševanje števila sestavnih delov hiš,
- zmanjševanje raznolikosti surovin za hiše,
- segmentacija proizvodnega procesa,
- določevanje variant v posameznih fazah poslovnega oz. proizvodnega procesa.

Poleg diferencirane ponudbe gotovih hiš se kot protiutež pojavlja strategija **globalnega** tržnega nastopa, kjer se na vsakem tržišču prodajajo hiše, ki so standardizirane, tj. enake v vseh ozirih glede na mednarodne standarde (npr. ISO ali pa nacionalni standardi). V strategiji gotovih hiš se globalna strategija skoraj ne more uporabljati (kot npr. pri zabavni elektroniki, avtomobilski industriji, potrošnem blagu idr.), ker so pri gotovih hišah individualne želje in zahteve graditeljev – investitorjev zelo raznolike ter se razlikujejo ne samo po državah, temveč tudi po posameznih regijah kake države.

Po predvidenih notnih standardih gospodarskih skupnosti (EGS, ZDA, SND idr.) pa se bo globalizacija proizvodnje kazala v standardnih graditvah, biološko prijaznih

izvedbah, energetskem varčevanju, načinih transporta in montaži ter zaključnih delih. V EGS bodo verjetno še nadalje ostali nacionalni standardi za kakovost gotovih hiš (npr. Gütezeichen idr.), ki bodo imeli veljavnost le v posamezni državi ali regiji. Po konceptu evropske znamke (Eurobrand concept) se bodo samo nekateri izdelki deklarirali kot evropski izdelki. Za uspešnost podjetja nastopa na evropskem tržišču bo nujno spoznati dejavnike uspešnosti, ki odločajo o sprejemu hiš. Upoštevatvi moramo naslednje dejavnike za uspešnost hiš:

- cenovno situacijo za gotove vzročne hiše,
- specializacija proizvodnje hiš,
- inovativnost glede na bivanje z ekološkimi vidiki ter individualnostjo (hiša po meri). Tipski program hiš bi moral biti analiziran in bi morali stari program primerjati z novim. Ker bo nujno, da bosta oba programa v ravnotežju, pomeni to naslednjo strategijo:
 - ohraniti je treba temeljni program hiš za več segmentov kupcev, ker je možnost plasmaja mnogo večja, kakor če bi se program usmeril samo na tržne hiše,
 - pri programu se ne odloča izključno o inovativnosti hiš, ker je čas uvajanja novih konceptov daljši in je nujno, da je na razpolago rezervni program, če se pokaže interes kupcev,
 - poslovna politika proizvodnje hiš ima nekatere omejitve zaradi tveganja trga in proizvodnih zmogljivosti. Verjetno se bodo morala podjetja specializirati na področju ponudbe različnih tipov hiš, tako glede cene, kakovosti, regionalnih pogojev ter drugih zahtev inozemskih tržišč.

2.1.2. Mansardna streha (delož pod kritino neposredno)

Krov je izveden tako, da je pod gostim kritjem iz opečnih bobrovcev na letvah, vgrajena rezervna kuzina iz armirane polietilenske folije. Pod njo je praznovalna plast, zgrajena s pomočjo letev za nadvijanje nad toplotno izolacijo. Izolacija je iz mineralne vlna. Na vrhu krova je plast PE folija. Strojni del prošle mansardne strehe je izdelan iz aluminija. V mansardni strehi je izvedena neposredna toplotna izolacija pod kritino. Za toplotno izolacijo je uporabljen mineralna vlna. Na vrhu krova je plast PE folija. Strojni del prošle mansardne strehe je izdelan iz aluminija. V mansardni strehi je izvedena neposredna toplotna izolacija pod kritino. Za toplotno izolacijo je uporabljen mineralna vlna.

V mansardni strehi je izvedena neposredna toplotna izolacija pod kritino. Za toplotno izolacijo je uporabljen mineralna vlna. Na vrhu krova je plast PE folija. Strojni del prošle mansardne strehe je izdelan iz aluminija.

Mansardna streha je v eksperimentalni objekt vgrajena najkakovostnejša okna, kar jih je lahko izdelati. Okna imajo steni s toplotno prehodnostjo $1,33 \text{ W/m}^2 \text{K}$ (skoki stekleni del). Naše meritve kažejo na največjo dinamično toplotno prehodnost $2,2 \text{ W/m}^2 \text{K}$, kar ovrže našo izjavo o kakovosti.

Gradbeni Tehniški laboratorij iz Maribora se v istem letu zadrževal s strokovnjaki Mariborskega tehnološkega inštituta na področju eksperimentalne analize. Naše meritve kažejo na največjo dinamično toplotno prehodnost $2,2 \text{ W/m}^2 \text{K}$, kar ovrže našo izjavo o kakovosti. Maribor 2000. - pr. izdat. angleško. 1. Uvod. Gradbeni Tehniški laboratorij iz Maribora se v istem letu zadrževal s strokovnjaki Mariborskega tehnološkega inštituta na področju eksperimentalne analize. Naše meritve kažejo na največjo dinamično toplotno prehodnost $2,2 \text{ W/m}^2 \text{K}$, kar ovrže našo izjavo o kakovosti.

3.1. Toplotna izolacija: elementi ovirajo toplotno izmenjavo med notranostjo in zunanostjo objekta. V letah se prikazuje toplotno izolacija v različnih delih objekta. Načrt prikazuje toplotno izolacijo 5 cm trdoga termola. Nad tem toplotno izolacijo 5 cm trdoga termola.

Gradbeno-fizikalne karakteristike prototipnega objekta Marles 2000 in zasnova energijsko varčevalnih ukrepov za Sončno vas

UDK 728.3»Marles«:536.21

IVAN JECELJ

P O V Z E T E K

Na zgrajenem prototipnem objektu Marles 2000 v Mariboru smo merili letne in zimske toplotne karakteristike objekta in njegovih elementov; akustične lastnosti, požarne karakteristike, vgrajeno primarno energijo v objektu ter smo mu določili energijsko karakteristično število. V drugem delu članka je prikazan program raziskav, ki bo izveden v Sončni vasi v Kamnici pri Mariboru z namenom, da bi dosegli minimalno porabo energije, ki je značilna za energijsko varčne hiše.

BUILDING-PHYSICAL CHARACTERISTICS OF A PROTOTYPE MARLES 2000 FAMILY HOUSE AND THE CONCEPT OF ENERGY SAVING MEASUREMENTS IN THE SOLAR VILLAGE

S U M M A R Y

Winter and summer thermal characteristics were measured on an erected prototype family house Marles 2000 and on its elements. Determined were the acoustic properties, fire resistance characteristics, the primary incorporated energy, and the energy characteristic number. Included is the program of investigations which will be performed in the Solar Village in Kamnica near Maribor. The objective is to attain the minimal energy consumption which is characteristic of energy saving buildings.

1. UVOD

Gradbeniki Tehniške fakultete iz Maribora že vrsto let sodelujemo s strokovnjaki Marlesa na razvojno-raziskovalnem področju. Naša skupna želja je, da bi njihove hiše po kakovosti postale vodilne prefabricirane hiše v Evropi. Rezultat takega sodelovanja je prototipni model hiše Marles 2000, ki je zgrajen ob tovarni. Letos končujemo razvojno-raziskovalno nalogo »Optimiranje sistema hiš Marles 2000«, pri kateri sodeluje tudi Ekonomsko-poslovna fakulteta. Poteka že nov raziskovalni projekt Energijško varčne hiše, ki se bo končal z izgradnjo in analizami meritev eksperimentalnega naselja, poimenovanega Sončna vas v Kamnici. Ta bo končan konec prihodnjega leta,

v projekt sta vključena Strojna fakulteta in ZRMK iz Ljubljane.

Prototipni objekt Marles 2000 je med drugim imel namen doseči naziv energijsko varčnih hiš. V referatu so prikazani rezultati meritev in računov gradbeno-fizikalnih parametrov eksperimentalnega objekta. V nadaljevanju referata je predstavljen širši program ukrepov za zmanjševanje porabe energije, ki pa bo preizkušen v eksperimentalnem naselju v Kamnici.

2. PREGLED GRADBENO-FIZIKALNIH LASTNOSTI PROTOTIPNEGA OBJEKTA MARLES 2000

Vse meritve so opravljene v meteorološkem letu 1992.

2.1. Toplotne karakteristike elementov ovoja zgradbe

V referatu so prikazane tako računsko-projektirane vrednosti kot dosežene, izmerjene po posameznih elementih objekta.

Avtor:

Mag. Ivan Jecelj, dipl. inž.,
Tehniška fakulteta Maribor, Gradbeništvo

2.1.1. Fasadne stene

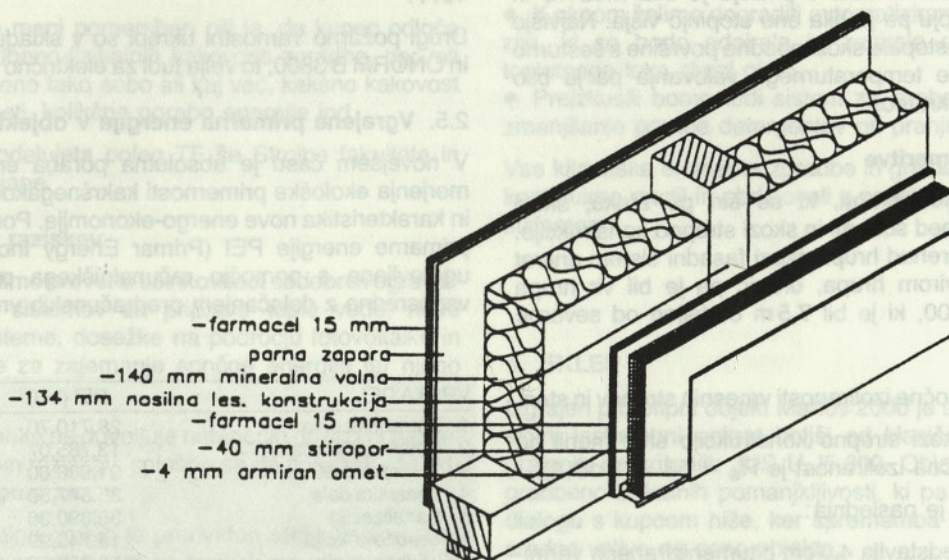
Sestava sten prototipnega objekta je povprečna toplotna prehodnost skozi fasadno steno z upoštevanjem vseh toplotnih mostov je $k_{sten} = 0,283 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izmerjena največja dinamična toplotna prehodnost pa je bila $0,270 \text{ W/m}^2\text{K}$.

pod iz komcel plošč in parketa.

Povprečna talna prehodnost izvedenega objekta je $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$. Povečana prehodnost je ob robu plošče do $15\%/m$ (robni toplotni most).

2.1.4. Odprtine v ovoju zgradbe

ZUNANJA STENA M-92



2.1.2. Mansardna streha (delež pod kritino neposredno)

Krov je izveden tako, da je pod gostim kritjem iz opečnih bobrovcev na letvah, vgrajena rezervna kritina iz armirane polietilenske folije. Pod njo je prezračevalna plast, zgrajena s pomočjo letev za nadvišanje nad toplotno izolacijo. Toplotna izolacija je iz 14 cm debelega tervola. Pod njim je parna zapora – PE folija. Stropni del prostorov zaključujeta dve plasti komcel plošč po 0,95 cm. Zaradi toplotnih mostov skozi grede je povprečna toplotna prehodnost $0,330 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Največja merjena hitrost zraka v prezračevalni plasti je bila $0,96 \text{ m/s}$. Povprečna hitrost zraka v prezračevalni plasti v zimskem obdobju je bila zgolj $0,10\text{--}0,20 \text{ m/s}$ – s pogostostjo 65%.

V mansardnem delu strehe imamo poleg poševnih površin s kritino (strešno) še mansardne stene in stropove. Vsi elementi so enako izolirani z 14 cm tervola, prehodnost skozi te elemente je povprečno $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.1.3. Pod nad tlemi v pritličju

Sestava poda je naslednja: Nad 60 cm debelim gramoznim nasutjem je 5 cm podbetona, sledi 15 cm debela armiranobetonska plošča s hidroizolacijo (Jubitekt) ter toplotno izolacijo 5 cm trdega tervola. Nad tem sledi suh

Marles se je potrudil in je v eksperimentalni objekt vgradil najkakovostnejša okna, kar jih je lahko izdelal. Okna imajo atest o toplotni prehodnosti $1,33 \text{ W/m}^2\text{K}$ (skozi stekleni del). Naše meritve kažejo na največjo dinamično toplotno prehodnost $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar ocenjujemo na izjemno kakovost.

2.2. Meritve na objektu

Toplotne karakteristike objekta smo merili februarja in avgusta 1992. S pomočjo termo členov smo kontinuirano merili zunanje temperature na jugu in severu zgradbe ter na strehi, notranje temperature pa v sobah mansarde in v dnevni sobi; posebej pa smo še merili kontaktno temperaturo poda. Objekt je bil zaradi lažjega ugotavljanja porabe energije ogrevan z električnimi radiatorji.

2.2.1. Zimske meritve

Temperaturo zraka v pritličju smo vzdrževali na $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Merjena temperatura na podu je bila za stopinjo višja, v nadstropju pa je bila temperatura zraka $22\text{--}23^\circ\text{C}$. Glede na temperaturno razliko in ob predpostavki, da je za mariborsko lego potrebno 3308 stopinj na leto, je bila izračunana letna poraba grelne energije $105,57 \text{ kWh/m}^2$, kar uvršča hišo med energijsko manj potratne objekte.

Zanimiv podatek je, da so ventilacijske izgube objekta kar 54% vseh izgub. Skozi streho uhaja zgolj 15% toplote, skozi fasadne elemente 32%, okna 11% podno ploščo 11%, toplotni mostovi odnašajo 15% in notranji viri prispevajo kar 45% potrebne grelne energije.

2.2.2. Letne meritve

Zunanja temperatura zraka je nihala od 12 °C do 25 °C. Osončene površine strehe so dosegle najvišjo temperaturo 34 °C in površina južne fasade celo 37 °C. Notranja temperatura v dnevni sobi v pritličju je bila med 19 in 20 °C, v nadstropju pa je bila eno stopinjo višja. Najvišje temperature so vstopale skozi obodne površine s šesturno zamudo, dušenje temperaturnega valovanja pa je bilo približno tridesetkratno.

2.3. Akustične meritve

Merili smo prehod hrupa, ki se širi po zraku, skozi predelne stene med sobami in skozi stropno konstrukcijo. Merili smo tudi prehod hrupa skozi fasadni sistem enkrat s standardnim virom hrupa, drugič pa je bil vir hrupa kamion TAM 5500, ki je bil 7,5 m oddaljen od severne stene objekta.

2.3.1. Meritve zvočne izoliranosti vmesnih stropov in sten

Prehod hrupa skozi stropno konstrukcijo smo merili na treh mestih. Zvočna izoliranost je $R_w = 53 \pm 1$ dB(A).

Stropna sestava je naslednja:

Plavajoči pod predstavlja 4,0 cm bitumeniziranega vermikulita, dvojne komcel plošče in lamelni parket. Nosilno konstrukcijo tvorijo stropniki 40/180 mm na razdalji 40 cm. Nad njimi je iverica 20 mm, pod njimi pa letve, vmes je še kamena volna debeline 14 cm. Kot strop in požarna zaščita s spodnje strani so komcel plošče debeline 15 mm.

Predelne stene so narejene iz lesenega ogrodka, obojestransko obitega s kamcel ploščami debeline 15 mm. V vmesnem prostoru so enostransko priložene 50 mm debele plošče iz kamnite volne. Skupna debelina sten je 120 mm.

Merjena zvočna izoliranost v pritličju je bila 40 dB(A), v nadstropju med spalnicama pa 38 dB(A).

2.3.2. Zaščita pred prometnim hrupom iz okolja

Meritve na severni steni so dosegle izoliranost $R_w = 54$ dB(A) (stene brez oken).

Ostale stene so dosegle nekoliko manj zaradi vratnih in okenskih odprtih $R_w = 42$ dB(A).

2.3.3. Meritve odmevnega časa

Dnevna soba je relativno velika in omogoča postavitev klavirja ali pianina. Izmerjen odmevni čas v dnevni sobi ob popolni opremljenosti prostora je bil 0,85 sek.

2.4. Požarne karakteristike objekta

Čeprav skoraj v vseh evropskih državah ni posebnih

požarnih predpisov za individualne hiše, pa je požarna varnost objekta zanimiva za kupca predvsem zaradi zavarovalniških premij, ki se vlečejo skozi življenjski cikel uporabe objekta.

Na poizkusnem objektu izvedene notranje stene in stropovi se po DIN 4102/4 uvrščajo v požarni razred F 30-B. Izboljšave požarne odpornosti so enostavne in lahke in se izvedejo s podvojitvijo komcel plošč, takrat pa prestopimo v požarni razred F60-B. Tak atest za zunanje stene Marles že ima od OTO Graf inštituta iz Stuttgarta iz leta 1977.

Drugi požarno varnostni ukrepi so v skladu z DIN 4102 in ÖNORM B 3800, to velja tudi za električno napeljavo.

2.5. Vgrajena primarna energija v objektu

V novejšem času je absolutna poraba energije kriterij merjenja ekološke primernosti kakršnegakoli dela izdelka in karakteristika nove energo-ekonomije. Poraba vgrajene primarne energije PEI (Primar Energy Incorporated) je ugotovljena s pomočjo računalniškega programa IPP vsposredno z določanjem predračunskih vrednosti.

VRSTA DEL	PEI (MJ)	PROCENTI
1. Zemeljska dela	28.710,70	3,2
2. Betonerska dela	13.785,07	1,6
3. Zidarska dela	31.980,60	3,6
4. Tesarska dela	35.547,50	4,0
5. Kanalizacija	36.890,36	4,2
6. Ureditev okolja	19.743,99	2,2
I Gradbena dela	166.658,22	18,8
II Montažna dela	250.236,94	28,2
III Obrtniška dela	250.236,94	28,2
IV Instalacijska dela	159.242,59	18,0
Skupaj:	885.924,83	

Specifična poraba vgrajene primarne energije je 6.582,40 MJ/m². To pogosto imenujemo energijska cena objekta.

Pri analizi je upoštevano človeško delo s 66,12 MJ/h za vse kategorije udeležencev dela; transporti in tehnologija del so prilagojeni lokaciji Maribor – tovarniški kompleks Marlesa (1).

$$F = 134,59 \text{ m}^2$$

2.6. Energijsko karakteristično število

To število je letna karakteristika porabe energije kake zgradbe za ogrevanje prostorov in vode na kvadratni meter tlorisne površine. Razpon števila je od 1 do 10. Metoda je bila razvita v Nemčiji (prof. G. Hauser). Za teoretični račun je prirejen računalniški program EPASS. Za naš objekt je bil opravljen tak račun (3).

Ocenjena specifična celokupna poraba energije je 102,6 kWh/m²a oziroma (Energiekennzahl)

$$EK = 3.$$

Rezultat merjene porabe v tč. 2.2.1. odstopa od teoretične zgolj za tri odstotke.

3. SONČNA VAS V KAMNICI

Projekt je nadaljevanje raziskovalne naloge Optimiranje Marles hiš 2000. Osnovni gradbeno-fizikalni cilj v tem projektu je znižanje specifične porabe energije za ogrevanje in pripravo tople vode na vrednosti med 45 do 30 kWh/m². To ni nedosegljivo, ker je to že doseženo, celo v slabših klimatskih pogojih, kot so naši (3). Rezultati meritev naj bi odgovorili, koliko posamezni ukrepi prihranijo energije in koliko stanejo, da ne bi zavajali kupcev pri prodaji.

Drugi nekoliko manj pomemben cilj je, da kupec odloča o nakupu gradbeno-fizikalnih kakovosti zgradbe, npr. ali bo imel samo eno tako sobo ali kaj več, kakšno kakovost požarne varnosti, kolikšno porabo energije ipd.

Pri projektu sodelujeta poleg TF še Strojna fakulteta in ZRMK iz Ljubljane.

3.1. Program raziskav

V zgradbah želimo preveriti učinkovitost sodobnih ogrevalnih sistemov, sistemov za pripravo tople vode, nove vodovodne sisteme, dosežke na področju fotovoltaike in druge naprave za zajemanje sončne energije ter njeno shranjevanje.

Obseg tega članka ne dovoljuje natančnih opisov posameznih načrtovanih raziskav, splošno se da prikazati naslednji varčevalni program:

- Kot dogrelvalno gorivo je predviden utekočinjen naftni plin, zato bodo posebej skrbno analizirane plinske peči in njihovi učinki.
- Ogrevanje v zgradbah bo selektivno, glede na rabo prostorov, sicer pa procesno upravljano (npr. sistem Theco).

- Ventiliranje v zgradbah bo prisilno z rekuperatorji toplote.

- Ker Marlesovi objekti nimajo ugodnih toplotno akumulacijskih karakteristik, bomo preizkusili več akumulacijskih sistemov, ki bodo posebej prigradeni (npr. masivna stena s prosojno izolacijo) k objektom.

- Za pripravo tople vode in sploh za zajemanje sončne energije bomo preizkusili nekaj različnih zbiralnikov in toplotnih črpalk.

- Ker je na tržišču več različnih sistemov graditve zimskih vrtoč, jim bomo izmerili učinke.

- K oknom želimo dograditi avtomatizirane toplotne žaluzije, ki se bodo odpirale in zapirale glede na smeri toplotnega toka skozi okno.

- Preizkusili bomo tudi sistem za izrabo deževnice, za zmanjšanje porabe detergentov pri pranju in umivanju.

Vse klimatske elemente zgradbe in grelnne naprave bomo kontinuirno merili in obdelovali s posebnim računalniškim sistemom.

4. SKLEP

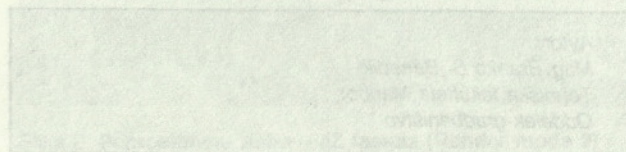
Izgrajen prototipni objekt Marles 2000 je s svojimi energijskimi lastnostmi enkrat boljši od klasično grajenih hiš, grajenih po kriterijih JUS U.J5.600. Objekt ima še nekaj gradbeno-fizikalnih pomanjkljivosti, ki pa se dajo rešiti v dialogu s kupcem hiše, ker sprememba kakovosti neposredno vpliva na ceno objekta.

V Sončni vasi v Kamnici se bodo preizkušali vsi sodobni principi zmanjševanja porabe energije s ciljem, da bi poraba energije v objektih za ogrevanje in pripravo tople vode padla pod 45 kWh/m² a.

LITERATURA

1. Jecelj I.: Energoekonomija ili vrednovanje s obzirom na ugrađenu primarnu energiju, Energija i zaštita čovjekove okoline, Opatija 1992.
2. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten/WU: Das Passivhaus nach der ersten Heizperiode; Bauphysik 1/1993, str. 18.
3. Peče E.: Energijska analiza Marlesove hiše, Tehniška fakulteta Maribor 1992, diplomsko delo.

Naloga	SS	SF	AS	AF
Hardware	21.05.91	30.03.93	18.30.91	-
PC 386/488	19.80.91	08.03.90	19.80.91	-
Zbir ponudb	PUNJA REALIZACIJA PROJEKTA			
Naloga	19.10.91	18.07.91	18.07.91	-
Naloga	19.10.91	18.07.91	18.07.91	-
Naloga	19.10.91	18.07.91	18.07.91	-



UVAJANJE CAD V FIRMO MARLES HIŠE, d.o.o.

UDK: 624.041:519.68:728.3

BRANKO S. BEDENIK

POVZETEK

Uvajanje sodobnega projektiranja (CAD), računalniška predstavitev hiš (CAP) in priprava podatkovnih baz za računalniško vodeno (CAM) proizvodnjo so bili cilji projekta, ki smo jih izpeljali v okviru realnih možnosti podjetja glede nabave računalniške in programske opreme, s šolanjem kadra, s programskim paketom POINT LINE ter z izdelavo knjižnic standardnih elementov projektiranja.

S pomočjo nove tehnologije projektiramo nove tipe Marles hiš, ki jih lahko sedaj predstavimo kupcu in širši javnosti z računalnikom, kar omogoča takojšnje spremembe po želji kupca in izrisavo projektov z risalnikom.

Z novo tehnologijo projektiranja smo načrtovali urbanistično ureditev Sončne vasi v Kamnici na podlagi geodetskih podatkovnih baz v DXF formatu, kar omogoča izmenjavo načrtov v vseh fazah projektiranja. Projekt je potekal kot sklop raziskovalne naloge inovacijskega sklada MZT Republike Slovenije.

CAD IMPLEMENTATION IN MARLES HIŠE, d.o.o.

SUMMARY

The CAD project, introduced in Marles hiše, enables design and its presentation to the customer by microcomputer and produces a database system interchange for CAM manufacture in the future.

We have implemented hardware and software in Marles Offices and carried out training of basic skills for the staff using CAD system POINT LINE, followed by library build up of standard elements in the design. Using CAD technology new types of Marles houses has been developed and designed. The urban design of Solar village in Kamnica has been carried out by POINT LINE system using geodetic data basis in DXF format, which enables data interchange through all phases of the design.

The project was carried out as a part of Innovation fund Research Project grant of Republic of Slovenia.

1. UVOD

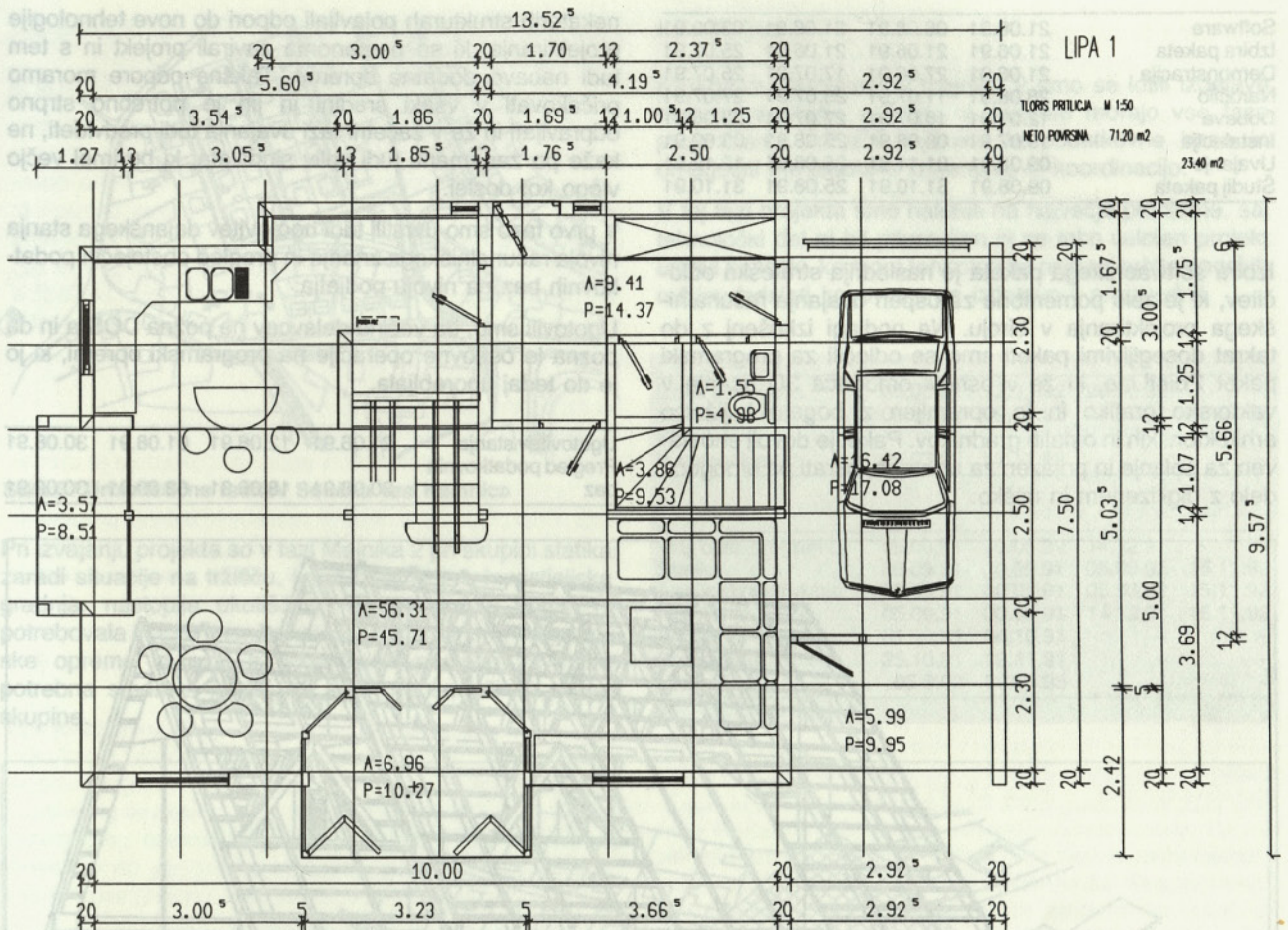
S projektom smo pričeli junija 1991, ko smo zatekli na področju projektiranja naslednje stanje: Projektivni biro je bil opremljen z enim PC/XT in enim 286 računalnikom z EGA grafiko. XT so uporabljali za izračun žebeljanih nosilcev in za parcialne izrisave armaturnih načrtov na A3 risalniku, 286 mikro pa je bil namenjen dopisom z Wordstarom in nekaterim aplikacijam elektro in strojnih instalacij. Na nivoju podjetja je bil instaliran IBM sistem, ki je služil za izračune plač in knjigovodsko poslovanje, vendar brez povezave z birojem.

V okviru raziskovalne naloge Optimizacija Marles hiše 2000 sem na podlagi zatečenega stanja zastavil cilj posodobitve projektiranja in prezentacije s pomočjo računalnika ter z navezavo podatkovnih baz na računalniško vodeno proizvodnjo v bližnji prihodnosti.

2. PLAN IN REALIZACIJA PROJEKTA

Glede na predvideno tehnološko spremembo delovnih sredstev sem na podlagi omejenega dvehletnega trajanja projekta izdelal terminski plan aktivnosti s programom SuperProject in ga razdelil na tri mejnike kot ključne časovne in investicijske termine, ki jih moramo izpolniti v točnem časovnem redosledu. (SS = predviden začetek, SF = predviden zaključek, AS = dejanski začetek, AF = dejanski zaključek aktivnosti).

Avtor:
Mag. Branko S. Benedik
Tehniška fakulteta Maribor
Oddelek gradbeništvo



Slika 1: Tloris pritličja – prerez na 2,00 m višine v 3D risbi

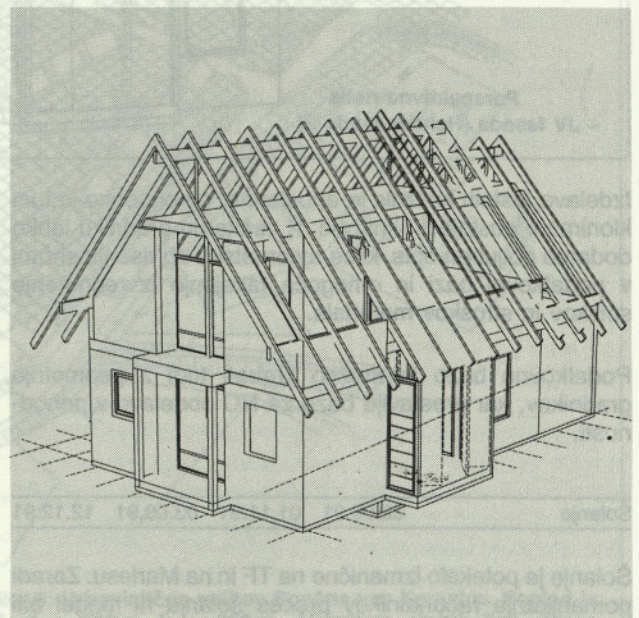
nabaviti video opreme in barvnega PaintJet tiskalnika A3, ki ju nujno rabimo za prezentacijo.

2.1. Mejnik 1

Kritičen del projekta je strateška odločitev o nabavi računalniške opreme in o standardu tako procesorskega kot grafičnega dela opreme. Glede na finančne zmožljivosti smo nabavili 2 × 386 računalnika s koprocesorji in 1 × 486 z 4 oz. 8 MB osnovnega spomina ter VGA grafiko s TSENG ET-4000 čipom z možnostjo VESA BIOS standarda resolucije 1024 × 768 točk in monitorji NEC 3D in 5D s sekundarnim mono monitorjem.

Naloga	SS	SF	AS	AF
Hardware	21.06.91	30.03.92	21.06.91	-
PC 386/486	21.06.91	09.08.91	21.06.91	03.09.91
Zbir. ponudb	21.06.91	11.07.91	21.06.91	08.07.91
Naročilo	12.07.91	18.07.91	10.07.91	12.07.91
Dobava	19.07.91	25.07.91	12.07.91	28.08.91
Instalacija	05.08.91	09.08.91	29.08.91	03.09.91
Periferna oprema	19.11.91	30.03.92	05.01.92	-
Ploter A0	19.11.91	30.12.91	05.01.92	10.07.92
Hardcopy – barvni	18.02.92	30.03.92	05.01.92	-
Video oprema	18.02.92	30.03.92	05.01.92	-

Vhodni enoti sta digitizer in miška. Za celoten projekt smo nabavili risalnik HP Draft Master A0, nismo pa uspeli



Slika 2: Perspektivna risba – JZ fasada (Render mode 2)

Software	21.06.91	08.08.91	21.06.91	03.09.91
Izbira paketa	21.06.91	21.06.91	21.06.91	25.07.91
Demonstracija	21.06.91	27.06.91	17.07.91	25.07.91
Naročilo	28.06.91	11.07.91	25.07.91	27.07.91
Dobava	12.07.91	18.07.91	27.07.91	23.08.91
Instalacija	19.07.91	08.08.91	25.08.91	03.09.91
Uvajanje	09.08.91	01.11.91	25.08.91	12.12.91
Študij paketa	09.08.91	31.10.91	25.08.91	31.10.91

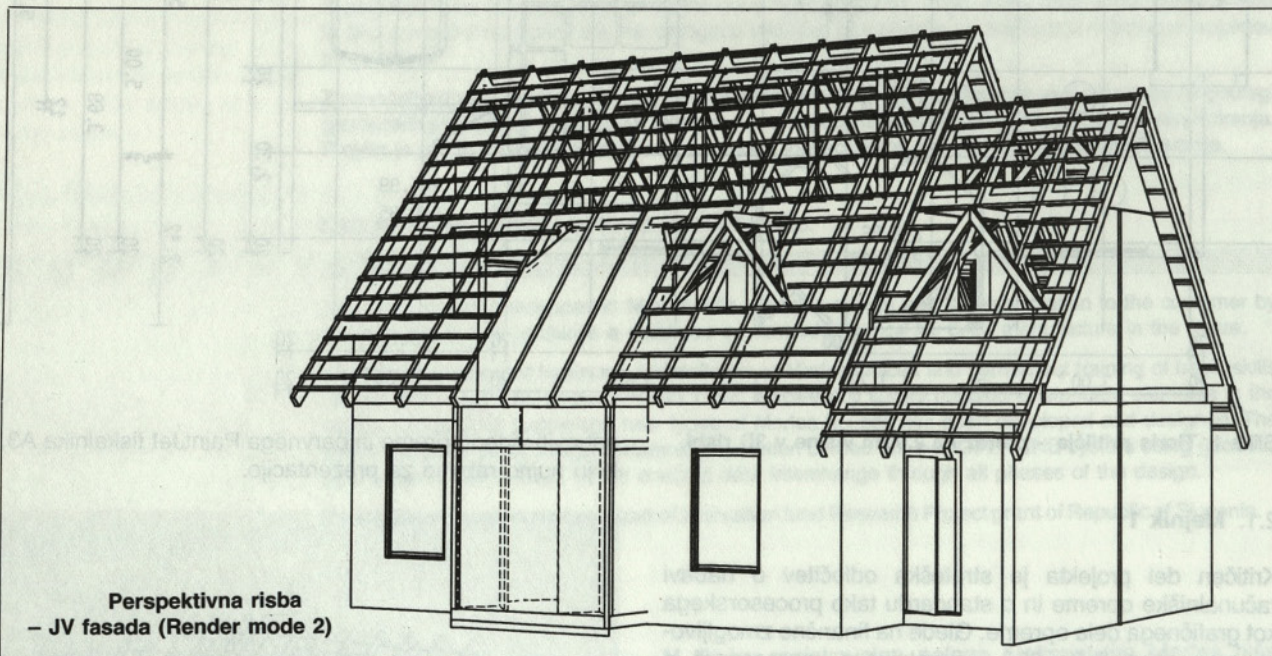
Izbira softwaerskega paketa je naslednja strateška odločitev, ki je zelo pomembna za uspeh uvajanja računalniškega projektiranja v biroju. Na podlagi izkušenj z do takrat dosegljivimi paketi smo se odločili za programski paket PointLine, ki že v osnovi omogoča 3D risanje v vektorsko grafiko in je opremljen z bogato knjižnico arhitektonskih in ostalih gradnikov. Paket je dovolj enostaven za šolanje in prijazen za uporabo, hkrati pa omogoča delo z digitizerjem in miško.

nekaterih strukturah pojavljali odpori do nove tehnologije projektiranja, ki so namenoma zavirali projekt in s tem tudi nabavo dodatne opreme. Takšne odpore moramo pričakovati v vsaki sredini in jih je potrebno strpno odpravljati in že v začetni fazi uvajanja tudi predvideti, ne kaže pa zanemariti tudi vpliv sindikata, ki bo imel večjo vlogo kot doslej.

V prvo fazo smo uvrstili tudi ugotovitev dejanskega stanja nivoja računalniškega znanja in pregled obstoječih podatkovnih baz na nivoju podjetja.

Ugotovili smo, da večina delavcev ne pozna DOS-a in da pozna le osnovne operacije na programski opremi, ki jo je do tedaj uporabljala.

Ugotovitev stanja	21.06.91	12.08.91	01.08.91	30.08.91
Pregled podatkovnih baz	30.08.91	18.09.91	03.09.91	30.09.91



Izdelava lastnih knjižnic je enostavna, omogočeno je tudi kloniranje obstoječih knjižnic. K vsakemu gradniku lahko dodamo poljuben opis, ki se avtomatsko ob risanju shrani v podatkovni bazi in omogoča takojšnjo izvedenotenje spiskov in stroškov materiala.

Podatkovno bazo je možno kreirati tudi z geometrijo gradnikov, kar prestavlja bazo za NC obdelavo v prihodnosti.

Šolanje	02.09.91	01.11.91	03.09.91	12.12.91
---------	----------	----------	----------	----------

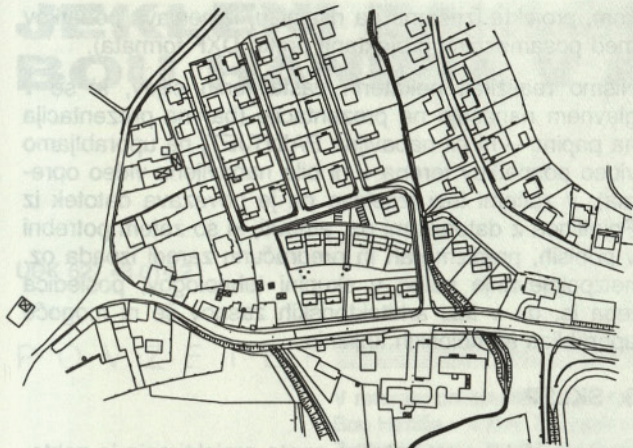
Šolanje je potekalo izmenično na TF in na Marlesu. Zaradi pomanjkanja računalnikov proces šolanja ni mogel biti dovolj intenziven in individualen, kar je osnova za sprejemanje in utrditev novega znanja. Istočasno so se v

Podatkovne baze na nivoju velikega sistema so bile nekompatibilne z DOS-om in brez vsake grafične podpore, zato gradimo novo nomenklaturu.

2.1. Mejnik 2

Po končanem šolanju s Point line sistemom so bili projektanti bolj ali manj usposobljeni za samostojno delo na računalniku in smo se lahko lotili izdelave knjižnic osnovnih elementov, ki jih projektant potrebuje za zasnovno in realizacijo projekta.

Izdelava knjižnic	01.11.91	28.05.92	14.12.91	-
Arhitektura	01.11.91	05.03.92	14.12.91	10.12.92
Statika	13.12.91	28.05.92	-	-
Instalacije	13.12.91	13.02.92	05.03.92	20.07.92
Obr. in grad. detajli	13.12.91	05.03.92	10.07.92	20.07.92
Prezentacija	13.12.91	28.05.92	14.12.91	10.06.92



Slika 3: Urbanistična rešitev Sončna vas Kamnica

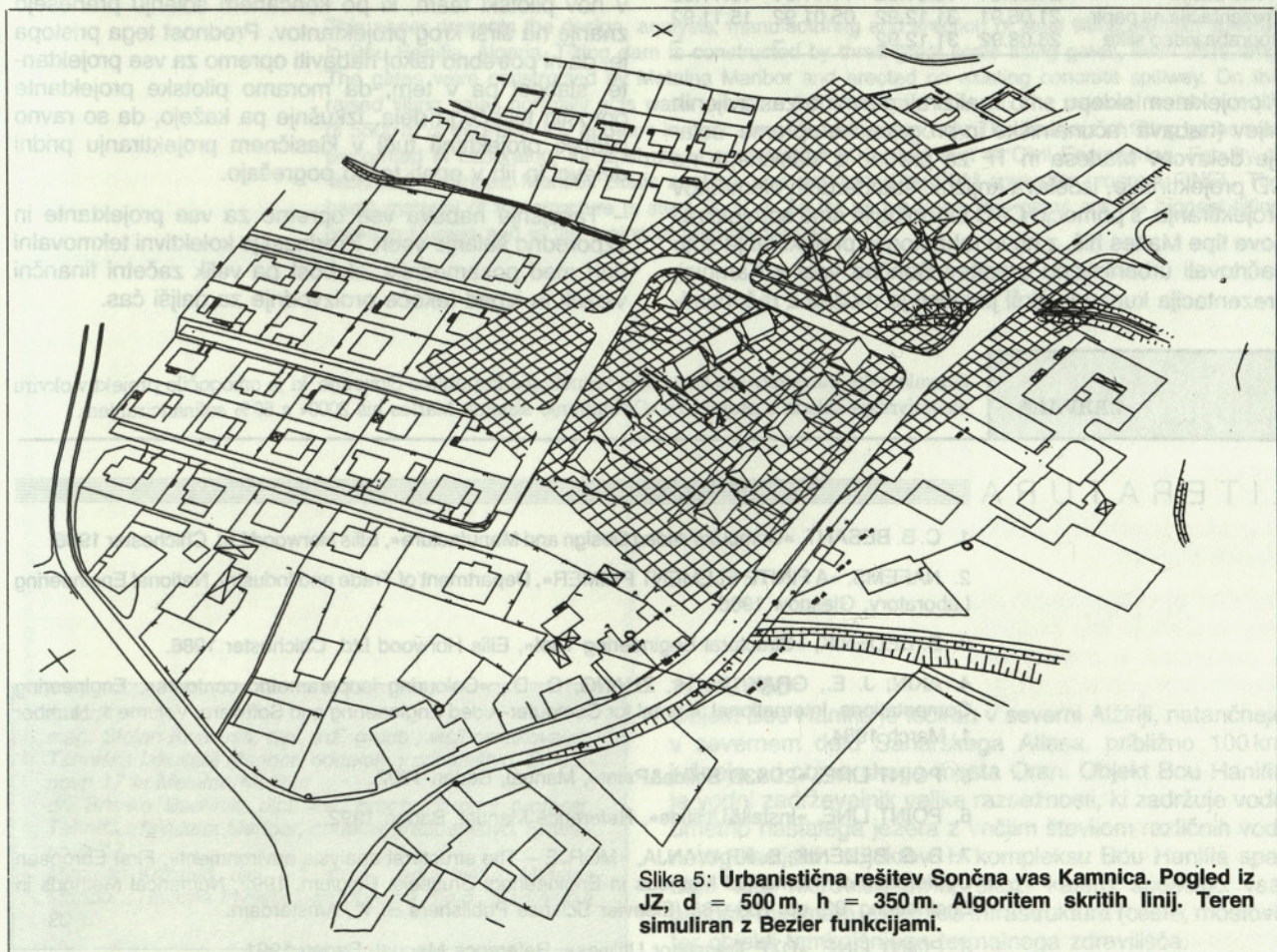
Pri izvajanju projekta so v fazi Mejnika 2 pri skupini statika zaradi situacije na tržišču, ko je izpadla vsa investicijska gradnja, nastopile okoliščine, da skupina v statiki ni potrebovala in tudi finančno ni zmogla strojne in programske opreme in smo z vodilnimi v podjetju zavestno potrebna sredstva in projekt sam preusmerili na druge skupine.

2.3. Mejniki 3

Po končani aktivnosti v mejniku 2 smo se lotili izdelave delovnega okolja v biroju, v katerem morajo vse faze projektiranja združiti knjižnice in podatkovne baze in omogočiti medsebojno izmenjavo in koordinacijo.

V tej fazi projekta smo naleteli na največje probleme, saj tehnološki del ni bil pripravljen in se tako celoten projekt ustavi na točki, ko mora tehnolog na podlagi arhitektonskih rešitev izdelati kosovnico za izdelavo v proizvodnji.

Izdel. del. okolja	06.03.91	12.11.92	23.03.92	–
Vključitev knjižnic	06.03.92	09.07.92	23.03.92	20.07.92
Stand. in nomenklatura	06.03.92	12.11.92	–	–
Vklj. obst. programov	05.09.91	30.03.92	14.12.91	–
Statika	05.09.91	30.09.91	05.03.92	15.11.92
Analiza konstrukcije	05.09.91	30.09.91	05.03.92	15.11.92
Instalacije	05.09.91	30.09.91	14.12.91	15.11.92
Popisi	01.10.91	24.10.91	–	–
Predizmere	25.10.91	19.11.91	–	–
Predračun	05.3.92	30.03.93	–	–



Slika 5: Urbanistična rešitev Sončna vas Kamnica. Pogled iz JZ, d = 500 m, h = 350 m. Algoritem skritih linij. Teren simuliran z Bezier funkcijami.

Vzporedno z razvojem CAD smo v posamezne faze projektiranja uvajali novo programsko opremo predvsem za različne izračune statike in instalacij, optimizacijski del je tesno vezan na tehnologijo in bo moral počakati na boljše čase.

Vključitev novih programov	21.06.91	05.11.92	14.12.91	—
Statika	21.06.91	05.11.92	14.12.91	—
Izris armature	21.06.91	09.04.92	14.12.91	07.12.92
Optimizacija	10.04.92	05.11.92	07.12.92	—
Analiza konstrukcije	21.06.91	27.02.92	14.12.91	15.11.92
Instalacije	16.01.92	01.07.92	15.11.92	—
Popisi	02.07.92	12.08.92	—	—
Predizmere	13.08.92	23.09.92	—	—
Predračun	24.09.92	04.11.92	—	—

Del projekta, ki se nanaša na prezentacijo, je bil deloma izveden. Klasično izrisavo projektov je zamenjal risalnik na podlagi 3D projektov in ustreznih prerezov in transformacij v 2D. Fizično smo izrisovanje organizirali preko *.PLT datotek s starim 286 računalnikom, ki je vezan na HP DraftMaster s PRINT ukazom.

Prezentacija z računalnikom	21.06.91	31.12.92	11.11.91	—
Ekranska prezentacija	21.06.91	16.01.92	11.11.91	15.11.92
Prezentacija na papir	21.06.91	31.12.92	05.01.92	15.11.92
Uporaba video slike	28.08.92	31.12.92	—	—

V projektne sklopu smo realizirali glavno zastavljenih ciljev (nabava računalniške in programske opreme, šolanje delavcev Marlesa in TF za prehod s klasičnega na CD projektiranje, izdelava knjižnic standardnih elementov projektiranja, s pomočjo CAD tehnologije smo sprojevali nove tipe Marles hiš, z novo tehnologijo projektiranja smo načrtovali urbanistično ureditev Sončne vasi v Kamnici, prezentacija kupcu in širši javnosti je možna z računalni-

kom, projekte izrišemo na risalniku, izmenjava podatkov med posameznimi projektanti preko DXF formata).

Nismo realizirali nekaterih zastavljenih ciljev, ki se v glavnem nanašajo na prezentacijo (barvna prezentacija na papirju – ni bil nabavljen PAINTJET, ne uporabljamo video posnetkov terena – ni bila nabavljena video oprema), v začetni fazi izdelave pa je povezava datotek iz Pointlinea z datotekami oz. atributi, ki so zatem potrebni v popisih, predizmerah in predračunu zaradi izpada oz. neizpolnjevanje nalog v skupini tehnologov, posledica tega je, da v fazi arhitektonskih zasnov še ni mogoče uporabljati tehnoloških knjižnic.

3. SKLEP

Uvajanje CAD v tehnološko enoto projektiranja je zahteven projekt, na katerega se je potrebno skrbno pripraviti. Kritični del projekta je nabava opreme in šolanje projektantov, ki le neradi odstopijo od klasičnega načina projektiranja. Vedno se moramo zavedati, da le interakcija znanja projektanta in hitrost računalnika zagotavljata uspeh oz. cilj, ki je vsekakor kakovostnejši in hitreje projekt narejen. Izkušnje kažejo, da sta v prestrukturiranju možna dva pristopa:

– Izločitev posameznih projektantov iz delovnega okolja v nov pilotski team, ki po končanem šolanju prenesejo znanje na širši krog projektantov. Prednost tega pristopa je, da ni potrebno takoj nabaviti opremo za vse projektante, slabost pa v tem, da moramo pilotske projektante oprostiti tekočega dela. Izkušnje pa kažejo, da so ravno pilotski projektanti tudi v klasičnem projektiranju pridni delavci in jih v enoti težko pogrešajo.

– Takojšnja nabava vse opreme za vse projektante in vzporedno šolanje vseh. Prednost je kolektivni tekmovalni duh med posamezniki, slabost pa velik začetni finančni vložek in izpad tekoče proizvodnje za daljši čas.

ZAHVALA

Zahvala velja Ministrstvu za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki je omogočilo projekt v okviru inovativnega sklada s projektom »Optimiranje sistema Marles hiš 2000« s 50 % sofinanciranjem.

LITERATURA

1. C. B. BESANT, »Computer Aided Design and Manufacture«, Ellis Horwood Ltd, Chichester 1986.
2. NAFEMS, »A FINITE ELEMENT PRIMER«, Department of Trade and Industry, National Engineering Laboratory, Glasgow 1986.
3. B. BEDENIK, »Structural Engineering Tool«, Ellis Horwood Ltd, Chichester 1986.
4. AKIN, J. E., GRAY, W. H., ZHANG, Q. D., »Colouring isoparametric contours«, Engineering Computations, International Journal for Computer-Aided Engineering and Software, Volume 1, Number 1, March 1984.
5. POINT LINE, »2D&3D Solids&Paint«, Manual, Baden 1992.
6. POINT LINE, »Install&Utilities«, Reference Manual, Baden 1992.
7. B. S. BEDENIK, S. KRAVANJA, »MORJE – The structural analysis environment«, First European Conference on Numerical Methods in Engineering, Brussels, Belgium, 1992, Numerical Methods in Engineering '92, pp. 785–788 (Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam).
8. POINT LINE, »DXF Translator Utilities«, Reference Manual, Baden 1991.

JEKLENI ZAKLOPNI JEZ BOU HANIFIA V ALŽIRIJI

UDK 627.43.014.2

STOJAN KRAVANJA, BRANKO BEDENIK, MIROSLAV KRIŽANIČ

POVZETEK

V referatu predstavljamo projekt, analizo, izdelavo in montažo jeklenega zaklopnega jezua na prelivu Bou Hanifia v Alžiriji. Zaklopni jez sestavljajo tri zaklopne zapornice velikega formata dolžine po 25 m. Zapornice smo izdelali v Metalni Maribor in jih montirali v obstoječi betonski preliv. Dvignjene zapornice so običajno obremenjene s hidrostatičnim pritiskom 6,0 m vodnega stolpca. Največje prelivanje vode 5500 m³/s se lahko izjemoma pojavi samo v primeru spuščeni zapornic. Računsko analizo in dimenzioniranje smo izdelali v Laboratoriju za analizo konstrukcij gradbenega oddelka pri Tehniški fakulteti Maribor. Statično analizo smo izvršili z MKE in računalniškim programom FINEL. Konstrukcije zapornice smo izdelali iz jekla St 37-3. Po podatkih, ki so na voljo, so te zaklopne zapornice največje v Evropi in Sredozemlju.

STEEL TILTING DAM BOU HANIFIA IN ALGERIA

SUMMARY

This paper presents the design, analysis, manufacturing and erection of steel tilting dam on spillway in Bou Hanifia, Algeria. Tilting dam is constructed by three great scale tilting gates, each 25 m long. The gates were constructed by Metalna Maribor and erected on existing concrete spillway. On the raised tilting gates normally acts water pressure 6.0 m of water column. The maximal water quantity of 5500 m³/s exceptionally appears in the case of landed gates only. The analysis of tilting gates was performed in Laboratory for analysis of construction at Department of Civil Engineering, Faculty of Technical Sciences, Maribor. Static analysis was performed by FEM computer program FINEL. The basic material of the structure is steel St 37-3. As far as we know this gates are the biggest tilting gates in Europe and in the region of Mediterranean.

Avtorji:

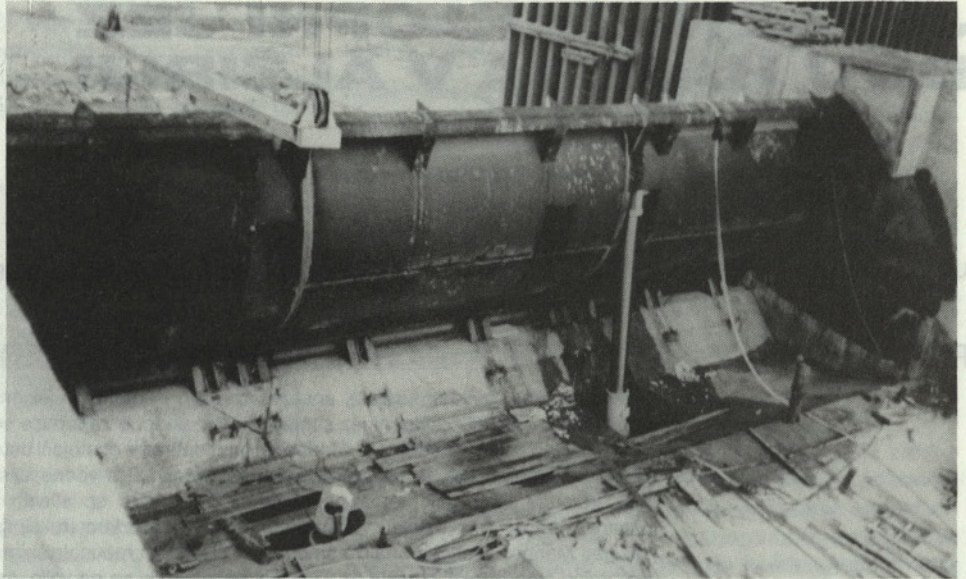
mag. Stojan Kravanja, dipl. inž. gradb., višji raziskovalec, Tehniška fakulteta Maribor, oddelek gradbeništvo, Smetanova 17 in Metalna Maribor

dr. Branko Bedenik, dipl. inž. gradb., izredni profesor, Tehniška fakulteta Maribor, oddelek gradbeništvo, Smetanova 17

Miroslav Križanič, dipl. inž. stroj., vodja biroja, Metalna Maribor, Tovarna investicijske opreme d.o.o., Zagrebška 20

1.0. UVOD

Objekt Bou Hanifia je lociran v severni Alžiriji, natančneje v severnem delu Saharskega Atlasa, približno 100 km južneje od obmorskega mesta Oran. Objekt Bou Hanifia je vodni zadrževalnik velike razsežnosti, ki zadržuje vodo umetno nastalega jezera z večjim številom različnih vodneregulacijskih objektov. H kompleksu Bou Hanifia spadajo tudi hidroelektrarna, skozi katero spuščajo vsaj biološki minimum vode, vsa infrastruktura (ceste, mostovi) ter objekti tamkajšnjega termalnega zdravilišča.



Slika 1: Pogled na zaklopno zapornico iz dolvodne strani v času montaže

Ta objekt so med obema vojnama zgradili francoski inženirji s pomočjo priučenih domačih delavcev. Gradnjo samega jezusa dokončali leta 1946. Alžirsko ministrstvo za hidravliko in izkoriščanje vodne energije se je zaradi dotrajanosti in starosti objekta odločilo, da ga adaptira in rekonstruira. Namenili so se zamenjati vso dotrajano hidromehansko opremo (celotni jekleni zaklopni jez, vse ostale zaporne organe, dvizne mehanizme in regulacijske naprave) ter adaptirati vse poškodovane betonske površine in konstrukcije. Posegov na hidroelektrarno, razen na vtočnem delu, niso načrtovali.

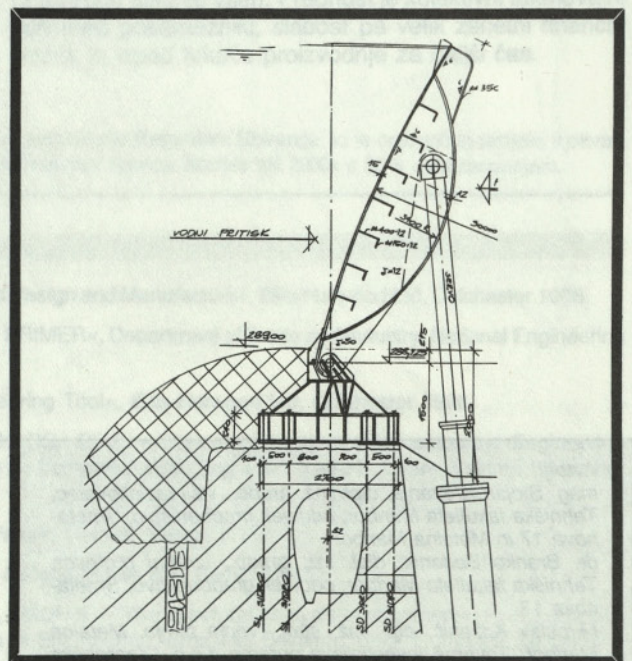
Nemška firma Lahmeyer International iz Frankfurta je izvršila meritve, izvedla posnetke obstoječega stanja konstrukcij in opreme ter zatem izdelala idejni projekt za rekonstrukcijo objekta. Gradbena dela so opravile gradbene firme Pomgrad in Melioracije Split ter Geotehnika Zagreb. V Metalni Maribor smo dobili naročilo za projekt, izdelavo in montažo hidromehanske opreme. Jekleni zaklopni jez preliava objekta Bou Hanifia sodi v sklop tega naročila. Računsko analizo za zaklopni jez, tj. statični izračun z dimenzioniranjem, smo izdelali v Laboratoriju za analizo konstrukcij gradbenega oddelka pri Tehniški fakulteti Maribor.

Pogodba med omenjenim alžirskim ministrstvom in gornjimi izvajalci je bila podpisana jeseni 1988, projekti so bili dokončani in potrjeni leta 1990, vsa dela v zvezi z rekonstrukcijo objekta pa so bila končana jeseni 1992. Prevzem objekta je bil izvršen v mesecu februarju 1993.

2.0. OBJEKT ZAKLOPNI JEZ BOU HANIFIA

Objekt zaklopni jez preliava Bou Hanifia je sestavljen iz sinhroniziranega sistema jeklenih zaklopnih zapornic velikega formata. Na obstoječem betonskem prelivnem jezusa so monterji Metalne namesto prejšnjih 15 zaporničnih zaklopnih elementov vgradili 3 nove zaklopne zapornice velikega formata: 2 bočni in 1 srednjo. Telo zapornic je

izvedeno v obliki »ribjega trebuha« in ima naslednje gabaritne dimenzije: 25 000 mm dolžine, 1300 mm širine in 6750 mm višine. Obe bočni zapornici sta popolnoma enaki. Srednja zapornica pa se razlikuje od bočnih samo po različni vzdolžni razporeditvi ležajev. Čeprav je zunanja globalna geometrija vseh 3 zapornic popolnoma enaka, smo morali posebej izdelati projekt in računsko analizo za 2 različna tipa zapornic (bočno in srednjo), ker je bila lokacija podpor zapornic (ležajev in servomotorjev) glede na obstoječi betonski jez dokončno že v naprej določena in je pri projektiranju ni bilo mogoče po želji spreminjati.



Slika 2: Vertikalni prerez skozi zaklopno zapornico

Osnovni tehnični podatki za 1 zaklopno zapornico:

– Širina zaklopne zapornice	25,00 m
– Višina zaklopne zapornice	6,00 m
– Radius zajezne stene	30,00
– Radius ribjega trebuha	3,40 m
– Število ležajev	10
– Število hidravličnih cilindrov	2
– Nagib zapornice v zajeznem položaju	70°
– Kota prelivnega roba zapornice v zajeznem položaju	295,000 m n. m.
– Kota prelivnega roba ležeče zapornice	288,190 m n. m.
– Kota prelivnega praga	289,000 m n. m.
– Kota vrtilišča ležajev	288,725 m n. m.
– Vodni pretok pri E 295,0 m	2210 m ³ /s
– Vodni pretok pri E 300,0 m	5500 m ³ /s
– Teža zaklopne zapornice	570 kN

3.0. VRSTE OBEŽB, KI DELUJEJO NA ZAKLOPNE ZAPORNICE

Velikost obežb, ki bi lahko delovale na zaklopne zapornice, so izmerili strokovnjaki Vodnogradbenega laboratorija pri Vodnogospodarskem inštitutu, Ljubljana (VGI), s hidravličnimi modelnimi raziskavami [1]. S hidravličnimi modelnimi raziskavami so v VGI izvršili raziskave ozračnja zapornic in vpliv različnih hidrodinamičnih obežb. Izmerili so tudi sile, ki učinkujejo na servomotorje in ležaje zapornic pri vseh meritvenih položajih ter poiskali njihove ekstreme. Pri različnih legah oziroma položajih zapornic so določili velikosti vodnih pritiskov po višini zapornic za različne energetske kote vode E, ki jih je predpisal investitor:

- E 295,00 m n. m., normalni obežni primer, NB
- E 296,20 m n. m., posebni obežni primer, BB
- E 300,00 m n. m., izredni obežni primer, AL

Prva od vrst obežb, ki smo jih upoštevali v računski analizi, je lastna teža zapornic. Ostale vrste obežb, razen hidrostatične obežbe na popolnoma dvignjene zapornice, smo izbrali iz poročila prej omenjenih hidravličnih modelnih raziskav. Obežbe smo selekcionirali glede na njihovo velikost (velikost rezultante sile obežbe), glede na njihovo razporeditev po zapornicah (prijemališče rezultante) in glede na njihov učinek na reakcije servomotorjev ter ležajev zapornic. Tako smo na primer vmesni položaj zapornic s koto prelivnega roba 293,0 m n. m. izbrali in v računu upoštevali zato, ker so v VGI pri tej koti zapornic izmerili največjo reakcijo servomotorjev.

V izračunu smo upoštevali naslednjih 7 različnih osnovnih vrst obežb:

1. Lastna teža zapornic
2. Zajezni položaj 295,00, normalna hidrostatična obežba E 295,0
3. Zajezni položaj 295,00, hidrodin. obt. prelivanja 1,2 m E 296,2
4. Zajezni položaj 295,00, horizontalni potres $a = 0,15g$ E 295,0

5. Vmesni položaj 293,00, hidrodinamična obežba prelivanja E 295,0
6. Spodnji položaj 288,19, hidrodinamična obežba prelivanja E 300,0
7. Spodnji položaj 288,19, hidrodinamična obežba prelivanja E 295,0

4.0. UPOŠTEVANI OBEŽNI PRIMERI

Obežne primere smo določili s kombinacijo lastne teže z eno od ostalih šestih osnovnih obežb pri

- Različnih legah oziroma položajih zapornic
- Različnem podpiranju zapornic (različnih robnih pogojev)
- Različnih zapornicah: srednji SR in bočni B

Upoštevali smo naslednjih 14 različnih obežnih primerov:

1. Zajezni položaj 295,0, hidrostatična obežba E 295,0 SR NB
2. Zajezni položaj 295,00, prelivanje 1,2 m E 296,2 SR BB
3. Zajezni položaj 295,00, horiz. potres $a = 0,15g$ E 295,0 SR AL
4. Zajezni položaj 295,00, 1 servomotor pade E 295,0 SR AL
5. Vmesni položaj 293,00, hidrodinamična obežba E 295,0 SR NB
6. Spodnji položaj 288,19, servomotorja še nosita E 300,0 SR AL
- 6.1 Spodnji položaj 288,19, servomotorja še nosita E 295,0 SR NB
7. Spodnji položaj 288,19, zapornica leži E 300,0 SR AL
- 7.1 Spodnji položaj 288,19, zapornica leži E 295,0 SR NB
8. Zajezni položaj 295,00, hidrostatična obežba E 295,0 B NB
9. Zajezni položaj 295,00, prelivanje 1,2 m E 296,2 B BB
10. Zajezni položaj 295,00, horiz. potres $a = 0,15g$ E 295,0 B AL
11. Vmesni položaj 293,0, hidrodinamična obežba E 295,0 B NB
12. Zajezni položaj 295,00, 1 servomotor pade E 295,0 B AL

5.0. RAČUNSKA ANALIZA KONSTRUKCIJE ZAPORNIC

Računsko analizo konstrukcije zaklopnih zapornic predstavlja kompletna napetostna in deformacijska analiza vseh konstruktivnih elementov zaklopnih zapornic, tj. statični izračun [2] in njihovo dimenzioniranje [3].

5.1. Dopustne napetosti

Dopustne napetosti so za različne materiale jekel in za različne vrste obežnih primerov (normalni NB, posebni BB in izredni AL) podane z DIN 19704. Telo zapornice

in temelji ležajev so gradbeni konstrukcijski elementi. Za njih velja določilo 6.6.1. (preglednica 3) DIN 19704. Vse ostale konstrukcijske elemente smo šteli v izračunu kot strojne elemente in jim temu primerno izračunali dopustne napetosti po določilu 7.2 DIN 19704.

Dopustne napetosti za beton so bile določene v pogodbenem dokumentu:

- Dopustni centrični pritisk $1,00 \text{ kN/cm}^2$
- Dopustni robni pritisk $0,70 \text{ kN/cm}^2$
- Dopustna sprijemna napetost $0,08 \text{ kN/cm}^2$

Dopustne pritiske na samomazalne ležaje predpisuje proizvajalec ležajev DEVA in znašajo $11,0 \text{ kN/cm}^2$. Dopustne nosilnosti DYWIDAG sider je tudi določil proizvajalec in so večje od izračunanih sidrskih sil.

5.2. Statični izračun zaklopnih zapornic

S statističnim izračunom smo tukaj mislili predvsem napestnostno in deformacijsko analizo najvažnejšega in tudi računsko najzahtevnejšega dela zaklopne zapornice, tj. telesa zapornice. Računsko analizo telesa zapornic smo opravili za srednjo ter bočno zapornico posebej po metodi končnih elementov z računalniškim programom FINEL [4] in [5]. Statični izračun zapornic bi sicer lahko izdelali tudi s kakšno približno metodo [6], vendar pa vse te metode dajejo samo približne rezultate ter so za analizo velikih zaklopnih zapornic nezanesljive in s tem neuporabne.

Pri modeliranju in pri MKE izračunu telesa zaklopnih zapornic Bou Hanifia smo morali zaradi njihove izjemne velikosti in geometrijske razvejenosti (zahtevne topologije) uporabiti relativno gosto mrežo. Pri simetrični konstrukciji smo zgenerirali 1440 vozlišč in 546 elementov, pri celotni konstrukciji pa 2607 vozlišč in 1022 elementov. Račun za simetrični tip konstrukcije, ki smo ga izvršili z računalnikom VAX 8800 pri RCUM Maribor, je potekal približno 2500 sekund CPU, račun celotnega tipa konstrukcije pa 9400 sekund CPU.

Sočasno smo s statičnim izračunavanjem telesa zapornic izvršili njihovo optimalno dimenzioniranje. Za konstruiranje ter dimenzioniranje ostalih konstruktivnih elementov zapornic (servomotorji, podpore servomotorjev, ležaji in temelji ležajev) je bilo bistvenega pomena, da smo natančno izračunali reakcije telesa zapornic pri različnih obtežnih primerih. Z uporabo metode MKE smo dobili dobre rezultate. Kontrola rezultatov (predvsem reakcij) in njihova primerjava z meritvami hidravličnih modelnih raziskav potrjujejo zgornjo ugotovitev.

5.3. Dimenzioniranje zaklopnih zapornic

K dimenzioniranju smo v tem primeru vključili celotno analizo, konstruiranje in določevanje optimalnih dimenzij vseh konstruktivnih elementov zaklopnih zapornic, razen samega telesa zapornic. V tem delu računске analize smo še izvršili dodatno dimenzioniranje (brez statične analize) in stabilitetno analizo konstrukcije telesa zapornic.

Dimenzioniranje smo opravili v skladu s pogodbeno doku-

mentacijo ter DIN 19704. Stabilitetno analizo tlačnih elementov telesa zapornic smo kontrolirali v skladu z DIN 4114 in EUROCODE-3 (Draft, July 1983). Osovinam ležajev servomotorjev smo določili premer $\varnothing 320 \text{ mm}$. Podpore servomotorjev so v bistvu ortotropne plošče, ki smo jih dimenzionirali po obtežnih primerih glede na 3 najbolj neugodne obtežne sile, ki delujejo iz zapornic na servomotorje:

- Normalni obtežni primer, NB: $S = 2700,0 \text{ kN}$
- Posebni obtežni primer, BB: $S = 4200,0 \text{ kN}$
- Izredni obtežni primer, AL: $S = 5300,0 \text{ kN}$

Prenos radialnih in aksialnih sil, ki delujejo iz telesa zapornic na njene temelje, smo omogočili z vgraditvijo samomazalnih radialnih in aksialnih DEVA ležajev. Osovine ležajev zapornic smo izdelali v premeru $\varnothing 180 \text{ mm}$. Vsega skupaj smo izračunali obremenitve za 80 različnih obtežnih primerov, ki lahko nastopijo kot reakcije telesa zapornic na zapornične ležaje. Sidrane toge jeklene temelje ležajev smo izračunali z računalniškim programom S. Kravanja: TEMELJ. V izračunu smo upoštevali vseh 80 obtežnih primerov. Vsi temelji so si med seboj enaki. Prav tako tudi ležaji zapornic. Tlačna obtežba se iz vsakega temelja preko 2 podložnih plošč prenaša na beton. Natezne oziroma izravnne akcijske sile smo zadržali s sidri DYWIDAG.

5.4. Materiali konstruktivnih elementov zaklopnih zapornic

ST 37-3 ($24,0/36,0 \text{ kN/cm}^2$):
telo zaklopnih zapornic,
vidna armatura

ST 37-2 ($24,0/36,0 \text{ kN/cm}^2$):
temeljne plošče podpor servomotorja,
temelji ležajev zapornic,
vbetonirana armatura

ST 44-3 ($26,0/42,0 \text{ kN/cm}^2$):
ušesa ležajev na podporah servomotorjev,
ušesa ležajev zapornic na temeljih

30CrMoV9 ($60,0/90,0 \text{ kN/cm}^2$):
osi $\varnothing 320 \text{ mm}$ ležajev servomotorjev

X20CrNi17 ($60,0/90,0 \text{ kN/cm}^2$):
osi $\varnothing 500 \text{ mm}$ batnic servomotorjev
osi $\varnothing 180 \text{ mm}$ ležajev zapornic

DEVA samomazalne puše ležajev zapornice:
za radialni ležaj $\varnothing 180/\varnothing 205$ 135 mm
za aksialni ležaj $\varnothing 185/\varnothing 230$ 12,5 mm

6.0. HIDRAVLIČNI POGON ZAKLOPNIH ZAPORNIC

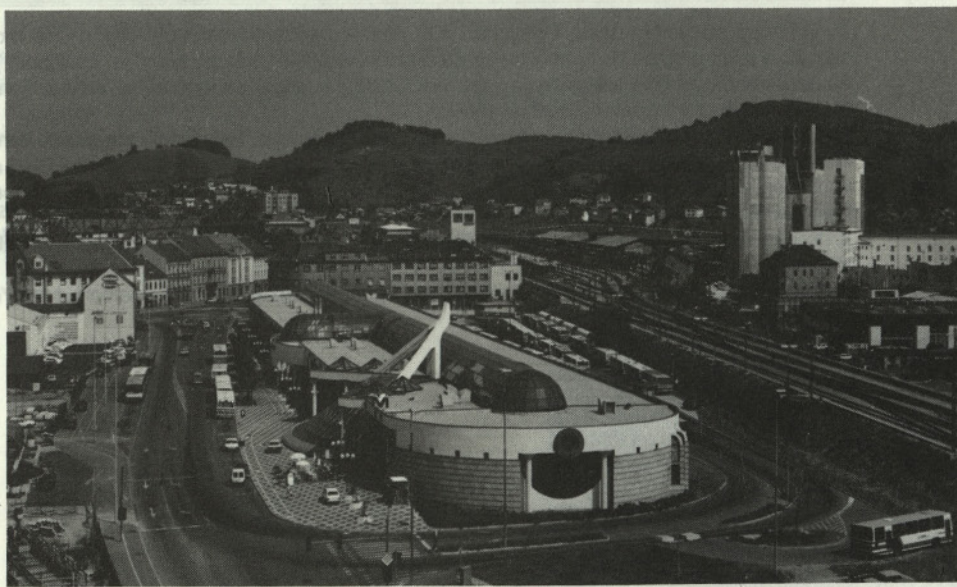
Dviganje in spuščanje zaklopnih zapornic je izvedeno s hidravličnimi cilindri (servomotorji), ki dobivajo olje pod tlakom iz oljetlačne naprave, locirane v pogonski hišici na levi obali jezua. Celotna hidravlika je dimenzionirana na oljni tlak do 300 barov. Na vsako zaklopno zapornico smo montirali po dva hidravlična cilindra, ki delujeta sinhronizirano. Batnice cilindrov smo izdelali v premeru \varnothing 500 mm, njihov hod pa znaša 4700 mm. Zaradi dinamičnih obremenitev pri delovanju cilindrov so batnice dimenzionirane pri 2,5-kratni napetostni in 3,5-kratni uklonski varnosti za

akcijske tlačne sile 2700 kN, 4200 kN in 5300 kN (glej poglavje 5.3.). Hidravlični pogon smo sprojehtirali tako, da moremo v primeru okvare in izpada enega hidravličnega cilindra z ustreznim prekrmljenjem hidravličnih ventilov zaklopno zapornico dvigati samo z drugim še preostanim cilindrom (izredni obtežni primer, AL, S = 5300 kN). Zaklopne zapornice dvigamo v normalnem pogonu z elektromotornimi črpalkami, v primeru izpada električne energije pa vključimo dieselski motor. Spuščanje zapornic je možno poleg električnega in dieselskega pogona opravi ti še s tlačnim akumulatorjem.

GRADIS

GRADBENO PODJETJE MARIBOR p.o.

Gospodsvetska 29, 62000 MARIBOR, Tel.: (062) 27-841, Telex: 33321 GRAGEM,
Telefax: (062) 222-465



**GRADIMO ZA VAS
IN
PRIHODNOST**

7.0. MONTAŽA ZAKLOPNIH ZAPORNIC IN ZAKLOPNEGA JEZU

Zaradi izjemnih gabaritov in mase posamezne zaklopne zapornice smo le-to izdelali iz 6 posameznih elementov, ki smo jih preizkusno sestavili v delovni hali Metalne. Tukaj smo tudi izvedli antikorozijsko barvno zaščito zapornic z epoksi barvo (1 osnovni in 2 pokrivna premaza). Sama montaža na prelivu Bou Hanifia pa je potekala dokaj kompleksno. Najprej smo v obstoječi betonski preliv vgradili temelje zapornic in ostalo jekleno armaturo (prag, bočne ščite, temelje servomotorjev idr.). Strokovnjaki Geotehnike so nameščene temelje z DYWIDAG sidri vsidrali v betonsko telo preliva. Zatem smo na gradbišču montažno zavarili vseh 6 zaporničnih elementov v eno celoto, izvršili kontrolo montažnih zvarov in dimenzij ter manjkajoča mesta še zavarovali z antikorozijskimi premazi. Dvig in namestitev sestavljene zapornice na mesto ležajev smo izvedli z dvema avtožerjavoma. Pri tem smo posebno pozornost namenili samemu centriranju zapornice in vgraditvi ležajev, s čimer smo zapornico dokončno postavili na njene temelje. Po vgraditvi hidravličnih cilindrov in ostale opreme smo montažo zapornice končali.

Na prej opisani način smo na prelivu Bou Hanifia vgradili vse tri zaklopne zapornice in ostalo opremo. S tem smo uspešno sestavili celotni zaklopni jez. Na kraju smo še izvršili vse potrebne, predvsem dvizhne preizkuse.

8.0. SKLEP

V članku smo opisali pogoje in postopke, ki so bili potrebni za izvedbo idejnega projekta, modelnih hidravličnih raziskav, kompletne računske analize, izvedbenega projekta, izdelave in montaže jeklenega zaklopnega jezu na prelivu Bou Hanifia v Alžiriji. Vsi predhodno omenjeni izvajalci smo svoj del aktivnosti pri izvedbi zaklopnega jezu opravili tehnično zadovoljivo in v primernem roku. Ustrezni preizkusi na hidromehanski opremi zaklopnih zapornic so pokazali, da ta deluje brezhibno.

Glede na to, da so zaklopne zapornice, ki smo jih vgradili v preliv Bou Hanifia, največje v Evropi in Sredozemlju, pomeni njihova dobava alžirskemu investitorju velik uspeh za vse udeležence, ki so sodelovali pri njihovi izdelavi.

LITERATURA

1. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana (VGI), Vodnogradbeni laboratorij: Hidravlične modelne raziskave na talni zaklopki hidrotehničnega objekta Bou Hanifia, Alžirija, poročilo, Ljubljana, julij 1989.
2. Bedenik B., Analiza konstrukcije zapornic, Statični izračun, Laboratorij za analizo konstrukcij, TF Maribor, VTO gradbeništvo, Maribor 1990.
3. Kravanja S., Analiza konstrukcije zapornic, Dimenzioniranje, Laboratorij za analizo konstrukcij, TF Maribor, VTO gradbeništvo, Maribor 1990.
4. Bedenik B., Programski sistem FINEL, Priročnik za uporabo, 1. del, Osnove sistema, Univerza Maribor, Maribor 1987.
5. Bedenik B., Programski sistem FINEL, Priročnik za uporabo, 2. del, Knjižnice FINEL, Univerza Maribor, Maribor 1987.
6. Wickert G., Schmausser G., Stahlwasserbau, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1971.

LAHKA INDUSTRIJSKA GRADNJA MARLES

UVOD

Vsak graditelj hiše ve, koliko težav je povzročila gradnja njegovega doma. Težave pri gradnji, stalno naraščanje cen v gradbeništvu in vedno manj strokovne delovne sile so težave še povečale. Razumljiva je reakcija mnogih, ki želijo graditi drugače in bi se njihove želje hitreje in varneje izpolnile z lahko industrijsko gradnjo sistema Marles. Gradnja industrijsko izdelanih hiš je v severno in zahodnoevropskih državah zelo razširjena, zlasti še v ZDA. Te hiše so zelo udobne. Tudi v Sloveniji se je taka gradnja zelo razširila in ima domovinsko pravico, kar pomeni, da je ta industrija dovolj razvita. Ob nekaj večjih so se v Sloveniji v zadnjem času razvila manjša obrtniška podjetja.

Marles ima že 30 let tradicije na področju industrijske gradnje in si je pri tem pridobil dragocene izkušnje. V preteklosti je prehodil težko pot ob uvajanju svojega načina gradnje hiš na domačem in tujem trgu. Marlesove razvojne usmeritve so usmerjene v aktiviranje vsega razpoložljivega znanja s ciljem razvoja znanja in tehnologije, kar predstavlja osnovni vzvod za vključitev v mednarodno menjavo dela.

V trenutni situaciji lahko sklepamo, da se je zanimanje za gradnjo pri nas poleglo, vendar lahko trdimo, da bo v naslednjih letih konjunktura porasla, saj nas čakajo velike naloge na področju gradnje stanovanj. Poleg tega je pomembno, da tudi gradbeni delavec teži k izboljšanju delovnih razmer. Še vedno je veliko pomanjkanje strokovne gradbene delovne sile in število vajencev je vedno manjše. Taki gospodarski trendi nam narekujejo, da izkoristimo prednosti prefabricirane racionalne gradnje in smo s tem bolj učinkoviti.

Marles je z razvojem svoje hiše dosegel evropsko kakovost in s tem tudi konkurenčne prednosti, ki jih uspešno izkorišča na zahtevnem evropskem trgu.



Finalizacija fasade in vgrajevanje oken v proizvodnji

MARLES HIŠA

Z Marles hišo razumemo individualno zasnovano hišo, ki smo jo po načrtih izdelali v proizvodni hali in maksimalno finalizirali. Tako izdelana hiša se s posebnimi vozili dostavi na gradbišče in jo hitro zmontira specializirana montaža skupina.



Grobo – z dvigalom montirana hiša

Marles želi investitorju izpolniti njegove želje in upoštevati bivalne navade. Zato so lastnosti Marlesove hiše naslednje:

- 1) kratek čas gradnje in kratek rok vselitve,
- 2) industrijska izdelava v proizvodni hali, zato je cenejša od klasične gradnje,
- 3) zagotovljena fiksna cena,
- 4) izdatna toplotna izolacija in se uvršča med nizke energijske hiše (poraba 7–8 litrov lahkega kurilnega olja na m² na sezono),
- 5) lična zunanja oblika in visoka stanovanjska vrednost.

Marles z navedenimi usmeritvami uspešno izpolnjuje želje kupcev, zato ni čudno, da je pridobil konkurenčne prednosti na evropskem trgu in izvozil več kot 90 % svoje proizvodnje v Avstrijo, Nemčijo in Italijo. Danes se Marles ne zadovoljuje z doseženim, pač pa dela na razvojno raziskovalnih projektih Optimiranje sistema Marles hiš 2000 in Energijsko varčne hiše, ki jih sofinancira Ministrstvo za znanost in tehnologijo. Na razvojno raziskovalnih projektih sodelujejo univerze: TF Maribor, Strojna fakulteta Ljubljana ter ZRMK Ljubljana.

Znanstveni in tehnološki napredek v Marlesu je usmerjen v izboljševanje kakovosti izgradnje, povečanje produktivnosti, znižanje stroškov energije in doseganje optimalnega izkoriščanja gradbenega materiala.

Kljub stalnemu razvoju na tem področju še vedno obstaja glavni dejavnik ekonomičnost. Izredno veliko pozornost namenjamo problemu bivanja in okolju v novih zgradbah ter problemu stroškov vzdrževanja.

Industrijska gradnja je v Evropi dosegla že skoraj vse učinke, ki jih lahko nudi, tako da bo bodoči razvoj gradbeništva bolj usmerjen v varovanje človekovega okolja. Industrijska gradnja sicer omogoča hitrejšo gradnjo in boljšo kakovost ter boljše delovne pogoje, vendar bodo v bodoče dajali prednost okolji, v katerem bo delal in živel človek.

Že v 70 letih je imel les kot temeljni material v nekaterih državah Evrope bistveno prednost pred uporabo klasičnih materialov. Na Finskem, Švedskem in v ZRN so se pojavljali leseni elementi do 3 in večkrat pogostejše kot opeka, medtem, ko je bilo sorazmerje v Sloveniji v korist opeke.

Toplotna zaščita



Hiša po končani montaži je zunanaj popolnoma gotova

Marles si pri načrtovani gradnji novih objektov prizadeva za gospodarno rabo energije. S tem posredno vpliva na varovanje okolja. Marlesovi varčevalni ukrepi so usmerjeni v zmanjševanje energetske izgub, ki jih doseže z dobro toplotno zaščito stavbe in z izkoriščanjem pasivne sončne energije. Marlesove hiše spadajo med nizko energijske hiše. Nemško zvezno ministrstvo za gradbeništvo ima svojo zahtevo za **nizko energijsko hišo** pri povprečnem $K = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pri taki predpisani toplotni izolaciji je poraba ca. 15 litrov lahkega kurilnega olja na m^2 na leto za ogrevanje prostorov. Marles se s tako porabo ni zadovoljil. Skonstruiralo je hiše, kjer je porabo za ogrevanje zmanjšal za 40 % (na 8 litrov lahkega kurilnega olja/ m^2 za ogrevanje prostorov). To je pomemben in pravi korak za bodočnost individualne stanovanjske gradnje.

Pri dobro izolirani Marlesovi zunanji steni je $K = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. Taka toplotna prehodnost se doseže z industrijsko kontrolirano proizvodnjo, z dobro izvedenimi detajli.

Pri dobro izolirani steni se zahtevajo visoko kvalitetna okna z dvojnimi tesnjenjem in toplotnim zaščitnim izolacijskim steklom K 75 M THERMO 1,33, ki jih v Marlesu tudi sami proizvajamo. Razlikovati moramo toplotno prehodnost in akumulacijo toplote, ki je pri lahko gradnji malenkostna. Debeli in težki gradbeni elementi toploto zbirajo in si s tem ustvarjajo rezervo. Vendar moramo vedeti, da ta akumulirana toplota ni zastoj, ampak je povezana s stroški ogrevanja. Problem manjše akumulativnosti pri Marlesu rešujemo s težko lončeno pečjo, z akumulativnimi tlaki ali pa z uporabo sistema ogrevanja, ki je varčen in ima termostatično regulacijo, ki tudi ponoči avtomatično vključuje ogrevanje, če temperatura pade pod zeleno temperaturo.



GEPRÜFTE FERTIGHAUSQUALITÄT
NUR UNTER DIESEM GÜTEZEICHEN

Znaka kakovosti za
ZRN in Avstrijo

KAKOVOST – POMEMBNA TRŽNA KATEGORIJA MARLESA

Označevanje izdelkov z blagovnimi znamkami se je v zadnjem času izredno razmaknilo. Marles se zaveda, da trg potrebuje argumente o kakovosti in da kakovost sodi med odločilne dejavnike konkurenčnosti. Marles si je že v 70 letih pridobil višjo raven kakovosti izdelkov in storitev s tem, ko se je včlanil v nemško in avstrijsko državno pravno samostojno krovno organizacijo. To je organ gospodarstva, ki skrbi za zagotavljanje kakovosti in označevanje proizvodov. Po izpolnitvi vseh pogojev določil in dokazov o lastnem in stalnem zagotavljanju kakovosti je pooblaščen preizkuševalna organizacija, ki nadzoruje Marles, potrdila kakovost. Na podlagi tega potrdila je bila izdana objava za dodelitev znaka kakovosti.

Marlesov znak kakovosti daje torej investitorjem možnosti, da so seznanjeni in prepričani o kakovosti. Brez znaka kakovosti za hišo nobena tuja banka ne kreditira investitorja.

Marles je za doseganje čimbolje kakovosti in racionalne proizvodnje v letu 1992 investiral v tovarno montažnih stavb znatna sredstev, s čimer sodi danes med največje in najboljše evropske proizvajalce hiš.

Ludvik SEDONJA,
dipl. inž. arh.



GRADNJA BENCINSKEGA SERVISA V SP. DUPELEKU

Podjetje PEJA iz Maribora je bilo ustanovljeno pred štirimi leti. Nimamo toliko izkušenj kot Gradis, Konstruktor, Stavbar ali Kograd. Vendar, bogati z izkušnjami iz prejšnjih služb, se ne ustrašimo nobenega dela.

Bencinski servis v Spodnjem Dupleku pri Mariboru smo pridobili na natečaju, kjer je sodelovalo še devet drugih gradbenih podjetij. Izmed vseh smo bili najugodnejši. Bencinski servis v Spodnjem Dupleku je sestavljen iz naslednjih enot:

- bencinska črpalka,
- avtomatska avtopralnica,
- ročna avtopralnica,
- mehanična delavnica,
- trgovina,
- prodajalna plina in
- bife.

Vsi vemo, da so naftni derivati zelo škodljivi. Kadar proniknejo v podtalje, lahko uničijo podtalnico za več deset let. Bencinska črpalka je zato velika nevarnost za okolje, saj se na enem mestu skladiščijo in pretakajo velike količine naftnih derivatov. Ob pravilni gradnji objekta preprečimo vsako možnost ekološke nesreče, ki bi se lahko zgodila pri

obratovanju črpalke. Zato bi v tem sestavku radi poudarili osnove pri izbiri tehnologije in načina gradnje bencinskega servisa.

Kritične točke pri vsaki bencinski črpalci glede na ekologijo so:

- cisterne za gorivo,
- cevi za dovod goriva iz cistern do črpalk in
- pretakalna ploščad.

Cisterne so dvoplaščne, vsaka ima po 50.000l prostornine. Med obema plaščema je posebna tekočina, ki jo kontroliramo s pomočjo vizualnega spremljanja in avtomatskim javljalcem. V primeru poškodbe enega plašča cisterne (zunanjega ali notranjega) se zniža gladina te tekočine v kontrolnem okencu. Padec gladine sproži avtomatski alarm, ki nas opozori na nevarnost. Vizualna kontrola je dodatna varnost v primeru, da odpove avtomatika. S tem dvojnimi sistemom kontrole smo stoo odstotno preprečili možnost izlitja goriva iz cistern. Cevi za dovod goriva iz cistern do črpalk smo speljali po posebni oljetesni kineti. Na nižnjem koncu kinete je kontrolni jašek, ki ga mora uslužbenec na bencinski črpalci redno pregledovati.

Pretakalna ploščad oziroma ploščad, na kateri stranke točijo gorivo, je poseben ekološki problem – prav tako vozne in parkirne površine okrog objekta. Pri točenju goriva in olja prihaja do prelivanja. Dež oziroma pranje teh površin bi povzročilo odtekanje vode, pomešane z gorivi, v okolje.

Da bi to preprečili, smo celotno površino obdali s cestnimi robniki, prečne padce pa obrnili proti točkovnim in linijskim požiralnikom. Tako smo onemogočili odtekanje vode zunaj obdelanih površin. Vsi požiralniki so speljani v lovilec olj. Da pa ne bi po nepotrebnem obremenjevali lovilca olj z meteornimi vodami in fekalijami, smo zgradili tri med seboj ločene sisteme kanalizacij:

a) **Prvi sistem**, ki smo ga že omenili, zbira vodo s površin, na katerih se toči gorivo in kjer se zadržujejo avtomobili. Požiralniki prek vodotesne kanalizacije odvajajo vodo v triprekatni lovilec olj.

Na iztoku iz oljelovilca je kontrolni jašek z zapornim ventilom. S tem ventilom lahko uslužbenec hermetično zapre iztok oljelovilca v primeru večjega izlitja goriva.

b) **Drugi sistem** kanalizacije zbira vse fekalne in sanitarne odplake iz objekta. Ta kanalizacija je speljana v 30 m³ veliko nepretočno greznico.

c) **Tretji sistem** kanalizacije zbira vso meteorno vodo iz streh objekta in nadstrešnice. Ta kanalizacija je speljana direktno v krajevni potok.

Na ta način smo poskrbeli za optimalno uporabo oljelovilca, saj bi v primeru eotne kanalizacije morali zgraditi neprimerno večji in dražji lovilec olj.

Seveda bi se dalo o gradnji bencinskega servisa v Spodnjem Dupleku pri Mariboru še mnogo napisati. Zanimivih problemov, ki smo jih v sodelovanju z nadzorom in investitorjem sproti reševali, je bilo veliko. Želel sem opozoriti na osnove iz varstva okolja. Z varno gradnjo ekološko vprašljivih, vendar nujnih objektov, bomo ohranili naše okolje čisto.

GRADBENI SEJEM – SLIKA NAŠE PANOGE?

Pred dnevi so se zaprla vrata že 7. mednarodnega sejma gradbeništva in gradbenih materialov v Gornji Radgoni. Doživljali smo 5 dni razstavljanja, trgovanja in posvetovanj. Prihajali smo s pričakovanji, odhajali smo, kot z vsake podobne prireditve, z vtisi. Tako kot so bila različna naša pričakovanja, so bili tudi vtisi ob odhodu v slehernem med nami različni. Morda so bili v organizaciji tudi spodrseljaji, pa vendar je organizator ponovno dokazal svoj profesionalni pristop k delu.

Na sejmu je kot razstavljalce ponovno privabil tudi mlade, bodoče gradbince. Na zanimivo opremljenih panojih in njim namenjenem prostoru so živahno prikazovali svoja razmišljanja in praktična ustvarjanja. Lepo in prav je, da so dobili priložnost opozoriti nase, da so se uspeli predstaviti. Toda, ali so na sejmu zares videli tudi svoj jutri v tej panogi? V naključnih pogovorih z dijaki, študenti in gradbinci, ki so v naši stroki komaj začeli, najbolj boli prav to vprašanje slehernega med njimi: **KJE IN KAKŠNA JE MOJA BODOČNOST V TEJ, NEKOČ TAKO PONOSNI IN USPEŠNI PANOGI?**

Ali ne bo (če že ni!) naša vse bolj investicijsko obubožana država popolnoma zlomila duh ustvarjalnosti v generaciji, ki prihaja? Taka in podobna vprašanja si je morda postavljala še kdo. Žal je čas, v katerega smo postavljeni, resničen, in za našo panogo bolj krut kot za mnoge druge.

Njegovo krutost čutimo vsi, ki smo delovno aktivni, sluti jo prihajajoči rod, z vso ostrino jo občutijo tudi vsi tisti, ki so v tem času izgubili delo.

In vendar je res, da za vsakim dežjem posije sonce. Žal je teh oblakov in dežja več, kot so jih bili vajeni tudi naši predniki v tej panogi. A zaradi nas samih, zaradi naše panoge in tudi zaradi prihajajočih gradbincev bomo morali vztrajati. Vztrajati bomo morali v razmišljanjih o rešitvi nakopičenih težav, vztrajati bomo morali v iskanju boljših načinov in organizacije dela...

Morda bomo morali v pas vrezati še kakšno luknjo in ga zategniti do sponke...

Prepričan sem, da bomo zmogli najti rešitve, da bomo preživeli krutost tega časa. Hudo bo, nekaj jih je že, nekaj jih še bo v tej borbi klonilo. A panoga, skrčena na tiste, najbolj pogumne, najboljše, morda tudi najsrečnejše, bo ostala. Tudi zaradi tega, da bomo lažje vse to zmogli, predvsem pa, da bomo potem, ko bo tudi za gradbince posijalo sonce, hitreje in uspešneje zaživel, potrebujemo to mlado generacijo, sedaj še dijakov, študentov...

Sejmi, kot je bil pravkar končani v Gornji Radgoni, imajo poleg predstavitev naše resničnosti prav gotovo tudi nalogo vzbuditi med nami razmišljanja o človeku, ki jo ustvarja. Prepričan sem, da je letošnji sejem tudi to ponudil. Morda smo med vtisi, ki ne bodo takoj zbledeli, uspeli shraniti tudi kaj vedrine, volje, poguma in upanja, da lepši in sončni dnevi prihajajo tudi za nas gradbince! Tudi zaradi samo nekaj takšnih vtisov in upov je vredno vztrajati.

IZ ŽIVLJENJA DRUŠTVA GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV MARIBOR

26. januarja smo skupaj s Tehniško fakulteto Maribor organizirali KONFERENCO O GRADITVI KOROŠKEGA MOSTU IN ZAHODNE PROMETNE VERTIKALE V MARIBORU.

V prvem delu so predavali:

- A. Polajnkó: Kronološki pregled dosedanjih aktivnosti s pogledom v prihodnost
- B. Stergar: Prometne funkcije zahodne vertikale
- V. Breščak: Koroški most in natečajne rešitve
- I. Recer: Urbanistični aspekti in lokacijska dokumentacija za most in prometnice
- B. Reichenberg: Estetski kriteriji za izbor konstrukcije mostu
- V. Ačanski: Konstrukcijski kriteriji za izbor mostne konstrukcije

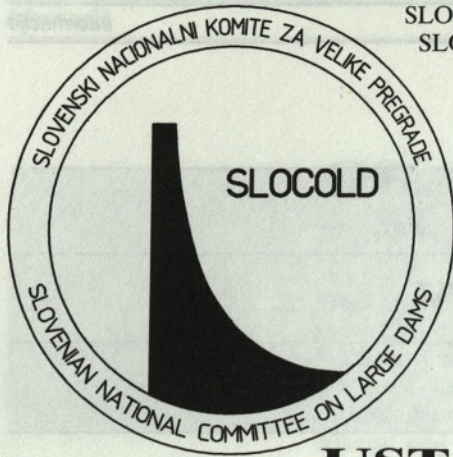
Sledija je dveurnač razprava. Prvi je nastopil prof. dr. L. Trauner, ki je kritiziral oddajo raziskovalnih geotehničnih del ter postopek oddaje. Sledil je prof. dr. B. Bedenik z dovršenim računalniškim prikazom, naslovljenim kot Komentar k lokacijski dokumentaciji.

Konferenca se je udeležilo 119 strokovnjakov gradbeništva, prometna in arhitekture. V avli pred konferenčno dvorano je bila velika razstava maket mostov in natečajnih projektov. Konferenca se je končala z izborom komisije, ki je bila zadolžena za izdelavo priporočil konference.

4. marca smo organizirali strokovno predavanje TEHNOLOŠKE POSEBNOSTI GRADITVE STREH S KRITINO TEGOLA CANADESE. Predaval je mag. I. Jecelj. Vsebina predavanja je bila:

- Pregled veljavne zakonodaje v R Sloveniji, ki vpliva na izvedbo streh z bitumenskimi skodlami
- Katalog splošnih rešitev detajlov z navodili
- Gradbeno-fizikalna analiza ventiliranih streh s kritino Tegola Canadese
- Komercialno predstavitev kritine je izvedla firma Lespatex iz Ljubljane.

Predavanja se je udeležilo 75 inženirjev in tehnikov. Vsebina predavanja je predelana v Priročnik za delo s Tegolo Canadese, ki je namenjen projektantom, se dobi brezplačno pri Lespatex d.o.o., Tržaška c. 132, 61111 Ljubljana.



SLOVENSKI NACIONALNI KOMITE ZA VELIKE PREGRADE – SLOCOLD
SLOVENIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS – SLOCOLD

Hajdrihova 4, 61000 Ljubljana, Republic of Slovenia

Sedež/Central Office – fax: +38 61 210 527

– phone: +38 61 150 333

– telex: 31 689 IBE LJ SI

USTANOVljen JE SLOVENSKI NACIONALNI KOMITE ZA VELIKE PREGRADE SLOCOLD

26. februarja 1993 je bil ustanovljen **Slovenski nacionalni komite za velike pregrade (SLOCOLD)**. Ustanovljen je bil z namenom, da se povežejo vsi strokovnjaki in organizacije, ki delujejo v slovenskem prostoru na področju velikih pregrad, v forum, ki bo omogočil stalne izmenjave strokovnih izkušenj in spodbujal znanstveno raziskovalno delo. Posebna pozornost v delu SLOCOLD-a bo posvečena področjem, kot je problem varnosti pregrad in vpliv le-teh na okolje, kar je zelo pomembna tematika tudi v širšem mednarodnem prostoru. SLOCOLD ima za cilj tudi tesno sodelovanje s sorodnimi slovenskimi društvi in zvezami, katerih dejavnost se navezuje na območje njegovega delovanja in ne nazadnje delovanje v mednarodni komisiji za velike pregrade (ICOLD) ter prek nje enakopravno sodelovanje naših strokovnjakov v mednarodnih znanstvenih komisijah in projektih. V sklopu navedenega so cilji v pospeševanju napredka pri projektiranju, gradnji, obratovanju in vzdrževanju velikih pregrad. Delo bo osredotočeno tudi na metode in sisteme opazovanja ter ponovnega analiziranja starih pregrad in prelivov z uporabo modernih kriterijev in orodij.

Področje udejstvovanja SLOCOLD so velike pregrade skladno z definicijo ICOLD. To so vse aktivnosti povezane s pregradnimi objekti, **višjimi od 15 m** ali pa pregradami, ki ustrezajo sledečim kriterijem:

- višina od 10 do 15 m dodatno
- dolžina krone nad 500 m ali
- kapaciteta akumulacije nad milijon m³ ali
- maksimalni pretok visoke vode nad 2000 m³/sek ali
- težki pogoji temeljenja ali
- posebne projektne rešitve pregrad.

Pri tem se enakovredno obravnavajo pregrade na vodotokih kot tudi industrijske pregrade in različnih deponijah.

Kratko opisane dejavnosti pri nas niso nove. Slovenski strokovnjaki so sodelovali, v še ne tako daljni preteklosti, v jugoslovanskem društvu za visoke pregrade (JDVB) in bili prek tega vključeni tudi v delovanje ICOLD. S svojim delom v številnih podkomitejih so uspešno prispevali k ugledu stroke v slovenskem, jugoslovanskem in mednarodnem prostoru. V današnjih slovenskih razmerah je situacija drugačna, tako da je glede na relativno majhnost prostora organizacijska forma delovanja SLOCOLD prilagojena razmeram in predvideva delovanje v adhoc tehničnih komitejih, ki se bodo ustanovljali za obdelavo vsake konkretne problematike in se po zaključku dela razformirali. Ustanavljanje stalnih tehničnih komitejev po vzoru ICOLD ali bivšega JDVB ni predvideno. Včlanjevanje v ICOLD je v teku. Predvidevamo, da bomo kot polnopravni člani sprejeti na naslednjem executive meetingu ICOLD-a v začetku novembra 1993 v Kairu.

Vse, ki bi želeli sodelovati pri delu SLOCOLD-a vabimo, da se oglasijo na njegovem sedežu v Ljubljani, Hajdrihova 4.

dr. Branko Zadnik, dipl. inž.

ELEKTROPROJEKT LJUBLJANA

IN MEMORIAM

MARJAN FERJAN, dipl. inž.

Presunila nas je vest, da Marjana ni več med nami. Odšel je še vedno delaven in pripravljen svetovati na podlagi svojih bogatih izkušenj in znanja, kakor je to delal svoje celotno življenje.

Svojo strokovno pot je po diplomu na Tehnični visoki šoli v Ljubljani leta 1937 pričel kot statik pri Gradbenem podjetju G. Tönnies do leta 1940, pozneje pa kot tehnični poslovodja pri Gradbenem podjetju Beton, kar je bil do leta 1945, ko je postal delegat Ministrstva za gradnje v tem podjetju. Po letu 1945 se je vključil v obnovo slovenske industrije s projektiranjem in izvajanjem za industrijo usnja Vrhnika, kjer je uvedel montažni način grajenja in v kratkem času do leta 1946 dogradil del industrije ter postal zaradi tega udarnik in inovator ter dobil red dela III. stopnje. Leta 1946 je razširil svoje delovanje na obnovo papirne, usnjarske, lesarske in farmacevtske industrije.

Leta 1947 je postal docent na tehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Tedanji minister za gradnje Ivan Maček-Matija pa mu je poveril izgradnjo in organizacijo Inštituta ministrstva za gradnjo, iz katerega se je razvil Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana. Leta 1949 je postal prvi direktor Gradbenega inštituta.

Leta 1952 je postal tehnični direktor ZRMK in bil to vse do leta 1972, ko se je ZRMK prilagodil ustavnim amandmajem. Prevezel je mesto direktorja tozda Inštitut za materiale, katerega je reorganiziral skupno s poskusnim obratom Gameljne.

Leta 1980 se je upokojil po 43 letih dela, vendar tudi tedaj ni prenehal s svojim strokovnim delom in prenosom izkušenj na mlajše.

Bil je avtor 19 izumov na področju gradbeništva in industrije gradbenega materiala. Ti izumi so postali osnovna sredstva raznih industrij.

Aktivno je delal v društvu inženirjev in tehnikov Slovenije in Jugoslavije, sodeloval na številnih predavanjih in simpozijih ter zaradi svoje široke in uspešne dejavnosti prejel diplomsko častnega člana imenovanih organizacij kot tudi diplomsko zaslužnega člana v zvezi jugoslovanskih laboratorijev. Je avtor številnih strokovnih publikacij in osnovatelj strokovnega časopisa ZRMK »Informacije«, ki izhaja kot priloga Gradbenemu vestniku že 27 let.

Je nosilec častnega priznanja za udeležbo v organiziranem osvobodilnem delovanju v Ljubljani med NOB, nosilec reda dela III. stopnje 1948, nosilec reda dela z zlatim vencem leta 1969, nagrajenec Kidričevega sklada za izume leta 1955 in nosilec zlate medalje mednarodne razstave izumov Bruxelles 1964.

Vse svoje življenje je posvetil strokovnemu delu in razvoju Zavoda. Bil je neuklonljiv, vztrajen delavec, domiseln in zelo inventiven. Kot direktor je imel z vsemi delavci zelo dobre odnose, vedno je bil pripravljen pomagati, svetovati in vpeljevati svoje mlajše sodelavce v strokovno in raziskovalno delo. Bil je potrpežljiv, dostojen, miren in nikoli vzkipljiv; dosegel je dobre rezultate v Zavodu in Inštitutu, katera je vodil.

Takega ga bomo ohranili v spominu vsi, ki smo ga poznali in cenili. Njegovi družini ob tej izgubi izrekamo globoko sožalje.

BORUT GOSTIČ, dipl. inž.

- PREFABRIKATI IN SUHE MEŠANICE STIROPOR BETONOV
- SANACIJE V VISOKOGRADNJI
- PROJEKTIRANJE

Glavni trg 17 b, 62000 MARIBOR
telefon 221 748, telefaks 062-221-748

TERMEL

Proizvodno gradbeno podjetje, d.o.o.



GV XXXXII • 3-4-5

POROČILA 29

SISTEM RAZISKOVANJA PROMETNIH NESREČ S POMOČJO GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

UDK 614.86

NIKO ČERTANC

POVZETEK

Da bo cestnoprometni strokovnjak lahko uspešno in učinkovito opravljal svoje delo, potrebuje orodje, s katerim bo lahko hitro in enostavno pridobil potrebne podatke, jih primerno obdelal in na podlagi rezultatov določenih analiz sprejemal strokovne odločitve, ki bodo osnova tako za projektiranje in rekonstrukcije cest kot tudi za izboljšanje prometne varnosti na naših cestah.

V nalogi je raziskana možnost uporabe tehnologije geografskih informacijskih sistemov (GIS) oziroma računalniškega paketa ARC/INFO tudi pri raziskovanju vzrokov prometnih nesreč. Baza podatkov GIS vsebuje informacije o človeku, cesti, okolju in prometnih nesrečah. Prek sistema vmesnikov oziroma pretvornih programov je mogoče prenos podatkov in rezultatov obdelav med različnimi programskimi paketi, ki jih uporabljamo za analize prometnih nesreč.

V tem delu je predstavljen koncept sistema raziskovanja prometnih nesreč in nekatere metode oziroma postopki analiziranja le-teh s pomočjo tehnologije GIS.

THE SYSTEM OF RESEARCHING TRAFFIC ACCIDENTS USING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

SUMMARY

To enable a traffic expert a successful and efficient performance of this work, he needs a special tool to give him the data for the treatment of certain analyses. The results of such analyses can result in the basis for taking the decisions in the field of road design, reconstruction and traffic safety.

This work presents the potentials of GIS and its computer program ARC/INFO for the analyses of traffic accidents. GIS can store several types of data (about the road, traffic volume, traffic accidents, man, etc.). The system of data conversion program can distribute the data to special programs for traffic accidents, which helps to analyse and store their results back to the database.

This work presents a concept of analysing traffic accidents, data models, and some prototype applications.

Avtor:
mag. Niko Čertanc, dipl. inž. gradb., Prometnotehniški
inštitut FAGG, Jamova 2, Ljubljana

1.0. UVOD

Nizka raven prometne varnosti v Sloveniji, ki nas v primerjavi z drugimi evropskimi državami uvršča prav na dno lestvice, zahteva, da z različnimi pristopi odkrivamo vzroke in iščemo poti za izboljšanje izredno slabega stanja.

Možnost, da pride do prometne nesreče, je tako odvisna od številnih dejavnikov oziroma njihovih kombinacij v času in prostoru. Na samo prometno varnost vplivajo trije dejavniki, in to so:

- ČLOVEK
- VOZILO
- CESTA ZA OKOLICO.

S človekom in družbo, ki ga obdaja, se ukvarjajo strokovnjaki medicine in psihologije (cestnoprometni strokovnjaki uporabijo le nekatere njihovih rezultatov), vozilo z vsemi njegovimi karakteristikami obdelujejo strokovnjaki strojništva, cesta, okolica in prometne zakonitosti pa so domena cestnoprometnih strokovnjakov.

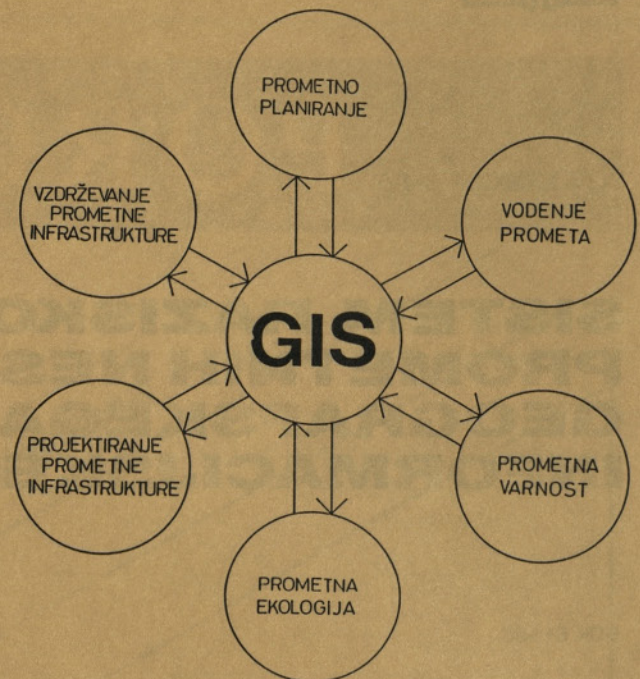
Uporaba znanstvenih in tehničnih metod ter postopkov pri raziskavah prometnih nesreč predstavlja na eni strani pomemben prispevek pri ugotavljanju resnice in dosegi cilja naše kazenske zakonodaje, na drugi strani pa bi morali biti rezultati raziskav temelj za preventivno dejavnost policije kot tudi upravljalca cest pri odpravljanju nevarnih mest (črnih točk) na naših cestah.

Teorija sicer postavlja natančno določene zahteve o ugotavljanju dejanskega stanja po nesreči, o kompletiranju dokumentacije, o strokovnosti ekipe ob ogledu in o strokovnosti izvedenca-eksperta, vendar pa na drugi strani praksa kaže, da raziskave, pa še to ne vedno popolne, potekajo v glavnem samo za sodišča, zelo malo pa se rezultati takih analiz izkoristijo pri projektiranju in rekonstrukcijah cest ter v preventivni dejavnosti na področju prometa.

Ker se tehnologija geografskih informacijskih sistemov že uvaja v številna področja cestnoprometnega inženirstva, je logično in smiselno, da se to uporabi tudi pri raziskavah prometnih nesreč.

2.0. KONCEPTUALNA ZASNOVA SISTEMA

Da bi prometni strokovnjak lahko uspešno in učinkovito opravljal svoje delo, potrebuje orodje, s katerim bi lahko hitro in enostavno pridobil potrebne podatke, jih primerno obdelal ter na podlagi rezultatov določenih analiz sprejema strokovne odločitve, ki bodo vplivale na večjo kakovost in varnost prometa. Izdelava take strategije pa je možna samo na podlagi velike količine ažurnih in zanesljivih podatkov, ki pa nam jih zagotavlja edino kakovosten računalniško podprt informacijski sistem, zasnovan na tehnološki geografskega informacijskega sistema (GIS). Le-ta nam omogoča kreiranje kompleksnega informacijskega sistema v cestnoprometnem inženirstvu (slika 1).



Slika 1: Konceptualna zasnova sistema

V podatkovni bazi so podatki o cestni mreži, prometnih obremenitvah, strukturi prometa, prometni opremi, prometnih nesrečah, itd. Prek sistema vmesnikov oziroma pretvornih programov je omogočen prenos teh podatkov med različnimi specialnimi programi, ki se uporabljajo znotraj posameznih področji cestno-prometnega inženirstva.

Raziskovanje vzrokov nastajanja prometnih nesreč je zajeto v področju PROMETNE VARNOSTI, ki sicer obsega:

- ugotovitev stanja prometne varnosti (zbiranje podatkov o prometnih nesrečah in raziskave vzrokov nesreč)
- analizo stanja
- določitev nevarnih mest
- načrtovanje optimalnih ukrepov oziroma programov za izboljšanje prometne varnosti
- vrednotenje učinkovitosti ukrepov za izboljšanje prometne varnosti.

V tem delu je prikazan samo segment celotnega sistema in se vključuje vanj kot eden od osnovnih gradnikov.

3.0. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM

V svetu se pojavlja več definicij za geografske informacijske sisteme. Najpogosteje ga definiramo kot sistem strojne in programske opreme ter postopkov, izdelanih za podporo upravljanja in sprejemanje odločitev pri planiranju in gospodarjenju s prostorom in problemi v njem.

GIS je torej računalniško voden informacijski sistem za zajemanje, shranjevanje, iskanje, analiziranje, prikazovanje in distribucijo vseh oblik prostorsko orientiranih infor-

macij. Najpomembnejše pri tem je zagotoviti skupno bazo podatkov, logično razdeljeno na različne uporabniške sklope podatkov (informacijske sloje). Običajno posamezne tematike delimo še detajlneje na logične strukturalne plasti, kot so pri cestah zgornji ustroj, prometne obremenitve, oprema itd.

Zajemanje podatkov je časovno in finančno najzahtevnejša komponenta GIS-a. Le-ta združuje grafične (rastrski in vektorski model) in atributivne podatke o elementih prostora. V splošnem ločimo naslednje tipe zajemanja podatkov:

- zajemanje negrafičnih podatkov
- digitalizacija podatkov
- zajemanje podatkov s pomočjo geodetskih meritev
- zajemanje podatkov s pomočjo aerofotogrametrije
- skeniranje podatkov
- zajemanje podatkov iz satelitskih slik
- zajemanje podatkov s pomočjo GPS sistema.

Iskanje oziroma poizvedovanje po bazi podatkov je možno na dva načina, in sicer na podlagi lokacije in na podlagi vrednosti atributov.

Sistem omogoča izdelavo mrežnih, ploskovnih in prostorskih analiz, poleg tega pa ponuja široke možnosti grafičnega in tabelarnega prikazovanja podatkov in rezultatov analiz. Uporabljamo ga lahko na PC in PS računalnikih, na grafičnih delovnih postajah in velikih računalnikih. Med številnimi programskimi paketi se je kot najustreznejši pokazal ARC/INFO ameriškega proizvajalca ESRI (Redlands, USA).

4.0. PROMETNE NESREČE NA CESTAH

Naloga gradbenika je, da prometnico pravilno načrtuje, pravilno zgradi in ne nazadnje pravilno vzdržuje. Vsaka cesta bi morala biti zgrajena in vzdrževana tako, da bi nudila maksimalno varnost in s tem kar v največji meri kompenzirala biološke pomanjkljivosti voznikov in konstrukcijske slabosti vozila. Potrebno je vedeti, kje in kateri so tisti cestni odseki, ki so nevarni, da bi lahko posegli v nezgodno dogajanje z regulativnimi ali pa gradbeno-tehničnimi ukrepi.

Vzroke za nastanek prometnih nesreč lahko iščemo v vozniku, cesti in vozilu. Človeški (subjektivni) razlog oziroma človeška napaka je po različnih podatkih krivec za večino nesreč. Cesta je večkrat vzrok za nastanek prometne nesreče, kot smo to pripravljene priznati. Nekateri podatki navajajo za Slovenijo 4% deleže ceste med vzroki, kar gotovo ni realno. V Nemčiji je ta delež okoli 23%, pri tem pa imajo prav gotovo boljše ceste kot pri nas. Najtežje pa je ugotoviti vpliv vozila, saj na močno deformiranem vozilu ni moč pregledati vseh naprav, ki so pomembne za varno vožnjo.

5.0. MESTO IN VLOGA RAZISKAVE

Z zakonom sicer niso določene vrste izvedenstva, vendar

pa so navedeni primeri, kdaj je potrebno izdelati izvedeniško mnenje kot osnovo določenim odločitvam. Staro prakso, ko so analize potekale samo zaradi pridobivanja dokazov v kazenskem in pravnem postopku, je potrebno razširiti tudi na druge ustanove in stranke. To so razne transportne organizacije, zavarovalnice, upravljalci cest, sveti za preventivo in vzgojo v cestnem prometu, avtošole, proizvajalci vozil, itd.

Le s celovito analizo posameznih prometnih nesreč se raziskovanje ne osredotoča samo na en dejavnik (človek), kot je to največkrat, pač pa se ugotavlja neposredni in posredni vpliv vseh elementov sistema ČLOVEK–VOZIL–CESTA–OKOLJE na prometno varnost.

6.0. ZASNOVA BAZE PODATKOV

Baza podatkov o nesrečah je organizirana tako, da iz nje lahko preberemo posamezne podatke (npr. vrsta nesreče, vzrok, vreme, itd.) ali pa celotno dokumentacijo v obliki zapisnika, skice in fotografij. To velja tako za tiste nesreče, ki jih vodi MNZ, ali tiste v evidenci zavarovalnic.

Baza podatkov o cesti (Republiška uprava za ceste) je pridobljena s pomočjo večnamenskega vozila (ARAN) in vsebuje področje omejene rabe na cestah. Podatki so v prostor locirani prek šifre odsekov in lege na tem odseku. Predstavitev je možna tako v tabelarni kot v grafični obliki.

Baza podatkov o vozilih je razdeljena na posamezne sloje glede na vrsto prometnega sredstva. Vsak sloj pa vsebuje tako opisne (tehnične) kot tudi grafične podatke o vozilu. Podatke dobimo neposredno od proizvajalca ali pa na podlagi testov, objavljenih v AVTO-MOTO revijah.

Baza podatkov o ponesrečenih v prometni nesreči je sestavljena iz podatkov o umrlih in podatkov o poškodovanih osebah. Tudi ti podatki se vodijo tako v pisni (zapisnik) kot tudi grafični (skica) obliki, zbirajo pa jih na oddelkih prve pomoči ali na inštitutu za sodno medicino.

7.0. DELOVANJE SISTEMA

Univerzalnost geografskih informacijskih sistemov je prav v tem, da ne omogočajo samo shranjevanja podatkov, ampak tudi najrazličnejše analize in povezave med različnimi programskimi paketi. Praktično ne moremo niti ene prometne nesreče objektivno raziskati, če ne poznamo hitrosti vozila, motorista, kolesarja ali pešca. Za ugotavljanje hitrosti obetajo številne metode oz. aplikativni programi, ki so vključeni v celotni sistem, skupna pa jim je podatkovna baza.

V nadaljnjem navajamo dva primera, in sicer:

a) ugotavljanje hitrosti na podlagi deformacijske energije (6)

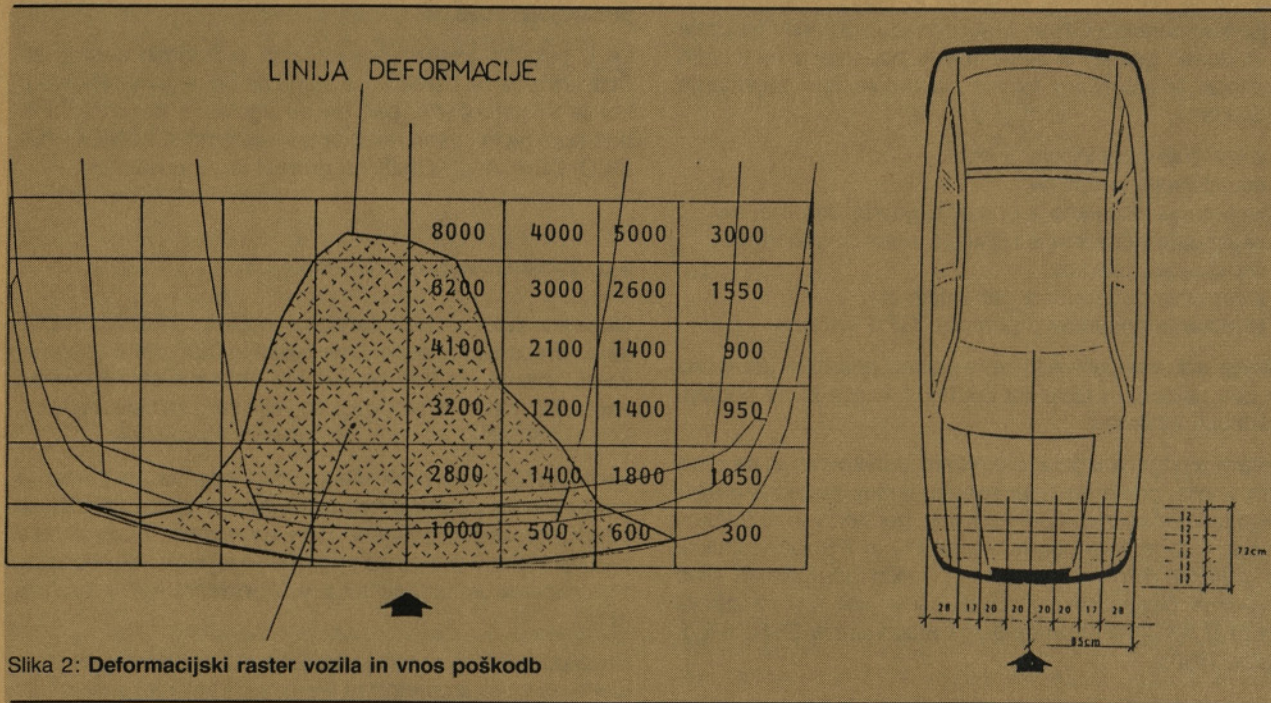
Baza podatkov o vozilih vsebuje tudi energijski raster vozila, to je razdelitev npr. prednjega dela vozila-na polja,

vsako tako polje pa ima vpisano energijo, ki je potrebna za deformacijo tega dela vozila. Če z miško vnesemo v ta raster deformacije vozila, nam program izračuna celotno deformacijsko energijo W ter na podlagi te hitrost oz. spremembo hitrosti vozila ob trčenju v neko oviro.

$W = 42766 \text{ Nm}$ $v = 36 \text{ km/h}$

b) ugotavljanje načina trčenja med vozilom in pešcem

Iz te primerjave lahko izvedenec ugotovi npr. položaj pešca v trenutku trčenja ali način (kot) trčenja, to je, kateri del vozila je udaril v pešca in ali višina preloma ustreza višini tistega dela.



Slika 2: Deformacijski raster vozila in vnos poškodb

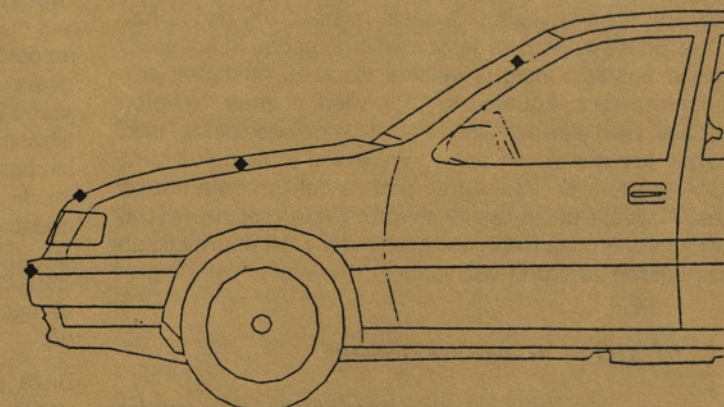
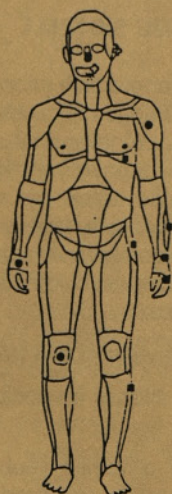
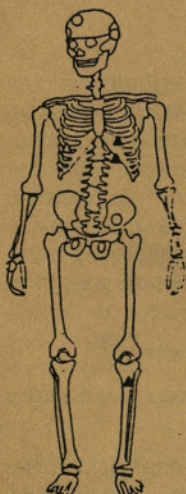
Slika 3: Primerjava poškodb pri naletu na pešca

POŠKODBE KOSTI

- ▲ Prečni
- ◊ Poševni
- ☆ Prelom z drobirjem
- Spiralni
- Počenje kosti

ZUNANJE POŠKODBE

- Odrgnina
- * Raztrganina
- Potplutba
- ◊ Krvavitev
- ▲ Tresnina



8.0. SKLEP

Prednost tega sistema je v številčnosti in zanesljivosti podatkov, ki jih pri raziskavah prometnih nesreč potrebujemo. Iz prakse vemo, da prav tu prihaja največkrat do pomanjkljivosti, s tem pa je odkrivanje pravih vzrokov in načrtovanje ukrepov za odpravo le-teh velikokrat vprašljivo. Sistem omogoča tudi policiji kakovostnejše in hitrejše delo ob samem ogledu, na drugi strani pa tudi strokovnja-

kom medicine pri spremljanju, ugotavljanju in obvladovanju cestnega travmatizma.

Predstavljeni rezultati dela so le vmesen korak pri izgradnji kompleksnega cestno-prometnega informacijskega sistema, ki predstavlja ekspertni sistem v službi cestnoprometnega strokovnjaka. Takšen ekspertni sistem ima lastnost, da se na podlagi nekih podatkov in odločitev odloča o določeni vrsti ukrepanja.

L I T E R A T U R A

1. Žura M.: Geografski informacijski sistemi v prometnem inženirstvu, doktorsko delo, Ljubljana, 1991.
2. Fajfar D.: Vzpostavitev prostorskega informacijskega sistema za upravljanje s cestami, magistrsko delo, Ljubljana, 1991.
3. PTI-FAGG: Vrednotenje varnosti v cestnem prometu I. in II. del, raziskovalna naloga, RSS SRS, Ljubljana, 1986/87.
4. Vodinec V.: Saobračajna kriminalistika – Metodika obrade saobračajnih nesreča na putevima, vodi i vazduhu, knjiga, Savremena administracija, Beograd, 1986.
5. Dragač R.: Bezbednost drumskog saobračaja, učna knjiga, Saobračajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 1989.
6. Roehrich W.: Die Verteilung der Energieaufnahme-faehigkeit bei PKW-Strukturen und Anwendungsmoeglichkeiten bei der Unfallanalyse, Diplom-Arbeit Nr. 14/76 am Institut fuer Landverkehrsmittel, Technische Universitaet Berlin, Januar 1977.

80 LET JOŽETA VITKA, dipl. inž.

Nedavno je preteklo 80 let odkar se je rodil v Tržiču ob Soči. Zgodnjo mladost je preživel kot odseljenec v kraju Santhia v Italiji, od koder se je s svojimi spomladi leta 1920 preselil v Ljubljano. Tako kot so mlademu krojile življenje neprilike prve svetovne vojne, je ob času diplome na Tehnični fakulteti v Ljubljani aprila 1943 okušal tegobe druge svetovne vojne. Takoj po diplomi je kot pogodbeni delavec našel zaposlitev pri direkciji državnih železnic v Ljubljani. Trdna slovenska zavednost in dejavnost v Osvobodilni fronti ga je kmalu po nastopu službe pripeljala za dva meseca v zapor. Po osvoboditvi je vodil razna dela predvsem na obnovi železniških mostov, dokler ni bil v začetku leta 1947 premeščen kot vodja odseka k gradnji mladinske proge Šamac–Sarajevo. Tam je kmalu po nastopu delovnega mesta zaradi naporne službe težko obolel in je preživel, večinoma kot pacient in deloma kot rekonvalescent, vse do jeseni leta 1949, ko je moral, prizadet od dolgotrajne bolezni in nevarnosti recidive, prekiniti službeno razmerje na železnici. Že v začetku leta 1950 pa je našel novo zaposlitev asistenta pri Inštitutu za industrijsko hidrotehniko na FAGG. Neoviran zaradi posledic bolezni je tu našel novo, široko področje udejstvovanja. Vse kar mu ni bilo dano doseči s prizadevanji, ki zahtevajo fizično neoporečnost, je nadomestil s stremljenjem, da bi čim uspešneje, čim temeljiteje uvajal in pripravljaval študente na njihov bodoči poklic.

Ob dobrem poznavanju potreb hidrotehnične operative je izpopolnjeval svoje znanje predvsem z namenom, da bi čim več lahko prenesel svojim študentom. O tem pričajo njegove študije o projektiranju in dimenzioniranju ločnih pregrad, o velikih tablastih zapornicah, o oblogah tlačnih rovov hidroelektrarn, njegovi obiski in preučevanja hidrotehničnih objektov in inštitutov doma in na tujem, njegovo občasno sodelovanje pri preiskavah v Vodogradbenem laboratoriju in njegova specializacija na Univerzi v Padovi. V pomembno oporo mu je bilo znanje jezikov, zaradi česar je bil Inštitut potom literature stalno seznanjen z novimi dosežki pri gradnjah različnih hidrotehničnih objektov po svetu.

Izžareval je vidno zadovoljstvo, kadar mu je uspelo z novimi metodami pri vajah, ki so mu bile v okviru predmeta zaupane, doseči boljše rezultate. Zaradi samoiniciativnosti in vselej poštenega in solidnega dela je bil poleti leta 1965 izvoljen za višjega strokovnega sodelavca. Prav zaradi znanja jezikov ga je vedno bolj privlačevala dokumentacija in knjižničarsko delo. Že od začetka leta 1967 je tako nadomeščal knjižničarja in vzdrževal ažurnost knjižničarskih obveznosti v knjižnici Hidrotehničnega odseka in bil naposled, ko ga je to delo popolnoma prevzelo, koncem leta 1968 imenovan za vodjo knjižnice FAGG. V tem svojstvu je v novi fakultetni zgradbi na Jamovi ulici združili knjižnice posameznih kateder in inštitutov ter organiziral postavitev gradiva po sistemu univerzalne decimalne klasifikacije (UDK). Po njegovi zaslugi je knjižnica FAGG postala prva fakultetna knjižnica na ljubljanski Univerzi, ki je uvedla postavitev knjižnega fonda s prostim pristopom. S to zadolžitvijo se je leta 1980 upokojil.

Ob visokem življenjskem jubileju želimo kolegi Vitku v krogu njegove ugledne rodbine še veliko prijetnih in zadovoljnih let.

Prof. dr. Janko Bleiweis, dipl. inž.

GRADBENIŠTVO / NOVOSTI 1

Predstavljamo Vam

INŠTITUT ZA GRADBENIŠTVO

ki bo objavljaj pod NOVOSTI svoje raziskovalne dosežke



LABORATORIJ ZA MEHANIKO TAL IN TEMELJENJE

Vodja: Prof.dr. Ludvik TRAUNER, dipl.ing.gr.



LABORATORIJ ZA PREISKAVO MATERIALOV IN KONSTRUKCIJ

Vodja: Mag. Ivan JECELJ, dipl.ing.gr.



LABORATORIJ ZA KOMUNALNO HIDROTEHNIKO

Vodja: Doc.dr. Eugen PETREŠIN, dipl.ing.gr.



CENTER ZA CESTE IN CESTNI PROMET

Vodja: Prof.dr. Martin LIPIČNIK, dipl.ing.gr.



RAZISKOVALNO PROJEKTIVNI BIRO

Vodja: Mag. Tomaž KANCLER, dipl.ing.arh.



LABORATORIJ ZA ANALIZO KONSTRUKCIJ

Vodja: Prof.dr. Branko BEDENIK, dipl.ing.gr.



CENTER ZA ORGANIZACIJO, TEHNOLOGIJO IN EKONOMIKO GRAJENJA

Vodja: Prof.dr. Mirko PŠUNDER, dipl.ing.gr.



LABORATORIJ ZA TEORETIČNO IN EKSPERIMENTALNO ANALIZO KONSTRUKCIJ IN OPTIMIZACIJO

Vodja: Prof.dr. Andrej UMEK, dipl.ing.gr.

RAČUNALNIŠKO PODPRTA IZDELAVA TEHNOLOŠKIH GRADBENIH NAČRTOV S POUDARKOM NA OPAŽNIH NAČRTIH

POVZETEK

V članku je predstavljena naloga, v kateri se raziskuje možnost uporabe računalniške tehnologije na področju risanja opažnih načrtov. Cilj naloge je ne le izdelati računalniške programe za risanje opažnih načrtov, saj ti pri nekaterih proizvajalcih opažev že obstajajo, temveč razviti programe, ki bodo hkrati kot rezultat nudili tudi specifikacijo opažnega materiala, optimalno porabo opažnega materiala, izračun stroškov opažne konstrukcije in možnost povezave z drugimi programi. Programi bodo zasnovani tako, da bodo uporabni z minimalnimi popravki za različne sisteme opaževanja stenastih in ploščnih konstrukcij v visokogradnji.

COMPUTER AIDED ELABORATION OF TECHNOLOGICAL CONSTRUCTION DRAWINGS WITH EMPHASIS ON DRAWINGS OF FORMS, MOULDS, PLANKINGS AND CRADLINGS

SUMMARY

Our contribution brings the results of a research project on the use of computer technology in the field of drawing forms, moulds, cradlings and plankings. The objective of the research project was not only to create computer programs for this drawings, since numerous producers already have them, but to provide the specification of the material necessary for forms, the calculation of costs of the form structure, and possible links with related programs. With minor modifications these programs will be applicable for various wall and plate form structure in building construction.

1.0. UVOD

Na Tehniški fakulteti, na gradbenem oddelku, se že leta ukvarjamo z uvajanjem računalnikov v tehnološki pripravi gradnje. Izdelana je bila naloga, katere rezultat je bil uporaba računalnika pri risanju organizacijskih shem gradbišč in izdelavo pripadajoče dokumentacije. Rezultati te naloge se že uspešno uporabljajo v več gradbenih podjetjih v Sloveniji.

V večini gradbenih podjetij v Sloveniji pa je v tehnološki pripravi velik problem z izdelavo opažnih načrtov za visokostenske in tunelske opaže objektov visokih gradenj. Ti se še vedno delajo na preprost način na klasični risalni mizi brez uporabe računalnikov. Tak način risanja opažnih načrtov je počasen, vnašanje sprememb v načrt pa je skoraj nemogoče. Z uveljavitvijo modernih opažnih sistemov v gradbeni operativi se je pojavila možnost za računalniško izdelavo opažnih načrtov.

Vsled tega se je Center za organizacijo, tehnologijo in ekonomiko Tehniške fakultete Maribor odločil raziskati zadevno problematiko in kot rezultat izdelati računalniške programe za risanje opažnih načrtov, programe za izdelavo specifikacij opažnega materiala in optimalne porabe

Avtorja:
prof. dr. Mirko Pšunder, Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta Tonček Žigante, dipl. gr. inž., Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta Maribor

opažnega materiala in možnost povezave z drugimi programi.

2.0. SPLOŠNO O RISANJU OPAŽNIH NAČRTOV

V zadnjih letih je bilo napisano nekaj programov s področja risanja opažne tehnologije (**FAGG, GIP »PIONIR«** in nekaj proizvajalcev opažnih sistemov v tujini: **NOE, HINEBECK, DOKA**). Ti programi do sedaj niso zaživel v praksi, njihova pomanjkljivost pa je, da so uporabni za samo en opažni sistem. V zadevni nalogi želimo najprej izdelati aplikacije za risanje opažnih načrtov, ki bi bile z minimalnimi modifikacijami uporabne za več opažnih sistemov, ki se uporabljajo v praksi v Sloveniji, nato pa razviti programe, ki bodo omogočili avtomatsko izdelavo specifikacij materiala in optimalno poraba opažnega materiala. Programi bodo v osnovi prirejeni za opažne sisteme, ki jih uporablja **GIP »PIONIR«**, upoštevali pa bomo tudi značilnosti najbolj znanih tujih sistemov: **NOE, HINEBECK** in drugih.

V **GIP »PIONIR«** Novo mesto uporabljajo pri opaževanju stenastih in ploščnih betonskih konstrukcij naslednje opažne sisteme:

- **PIONIR – 2000**
- **PIONIR – STANDARD**
- **PIONIR – ALU.**

Za osnovo pri razvijanju programov smo uporabili program za tehnično risanje **AutoCAD**, ki je najbolj razširjen in poznan programski paket za risanje v večini gradbenih podjetij v Sloveniji. Z uporabo vgrajenega razvojnega jezika **AutoLISP** smo ga nadgradili tako, da bo uporabljen za risanje opažnih načrtov. Uporaba atributov v povezavi z grafičnimi elementi na opažnih načrtih nam daje možnost avtomatske izdelave specifikacij, verzija **AutoCAD-a 12** pa nam omogoča direktno povezavo grafičnih informacij v sliki in negrafičnih informacij v bazi podatkov [1], ki jih lahko kasneje uporabimo z različnimi programi (izdelava liste materialov, primerjava porabljenega opažnega materiala, evidenca opažnega materiala v tesarski delavnici).

3.0. OPIS OPAŽNIH SISTEMOV

Opažni sistem **Pionir-2000** je bil v celoti zasnovan in izdelan v **GIP »PIONIR«** Novo mesto in zadovoljuje vse zahteve modernega opažnega sistema. Sistem je kombinacija lesenega in kovinskega dela, kar zagotavlja lahek opaž, katerega prednost je velika praktičnost in uporabnost. Leseni del opaža sestavljajo lepljeni nosilci i prereza in finalna obloga – opažna plošča. Kovinski del predstavljajo jeklene lamele, na katere se pritrdijo lepljeni nosilci, povezovalni elementi, podpore in delovni pod. Opažni sistem ima široko možnost uporabe, z njim lahko izvajamo opaže naslednjih elementov: sten, stebrov, plošč in nosilcev. Opažni sistem je sestavljen iz elementov standardnih dimenzij, zato je primeren za računalniško obdelavo.

Opažni sistem **Pionir-Standard** uporabljajo v **GIP »PIONIR«** za opaževanje sten. Sestoji se iz panelov različnih

širin. Na panelih je privijačena opažna plošča. Več panelov se med seboj poveže v večji pano s posebnimi veznimi elementi.

Opažni sistem **Pionir-Alu** je po svojih značilnostih podoben zgoraj opisanemu, le da so paneli izdelani iz aluminija. Opažni sistem je razvit tako, da je uporaben tudi za opaževanje plošč in stebrov.

Vsi trije opažni sistemi so bili v preteklih letih prikazani tudi na gradbenem sejmu v Gornji Radgoni, kjer je zanje **GIP »PIONIR«** prejel več priznanj.

4.0. FAZE RAZISKOVALNE NALOGE

4.1. Splošno

Raziskovalna naloga je razdeljena na 3 faze:

I faza: Risanje opažnih načrtov

- izdelava knjižnic (kataloga) osnovnih elementov
- izdelava programov za risanje opažnih panojev
- izdelava programov za risanje opažnih načrtov

II faza: Specifikacija opažnega materiala

- izdelava programa za ekstrakcijo atributov iz načrtov in njihovo obdelavo
- optimalna poraba opažnega materiala

III faza: Cenovna analiza

- izdelava programa za izračun cene opažne konstrukcije
- možnost povezave z ostalimi programi

4.2. Risanje opažnih načrtov

Opažni načrti so namenjeni prenosu informacij od tehnologu v pripravi dela do odgovornega za postavitev opažne konstrukcije na gradbišču. Obstajajo tri vrste opažnih načrtov:

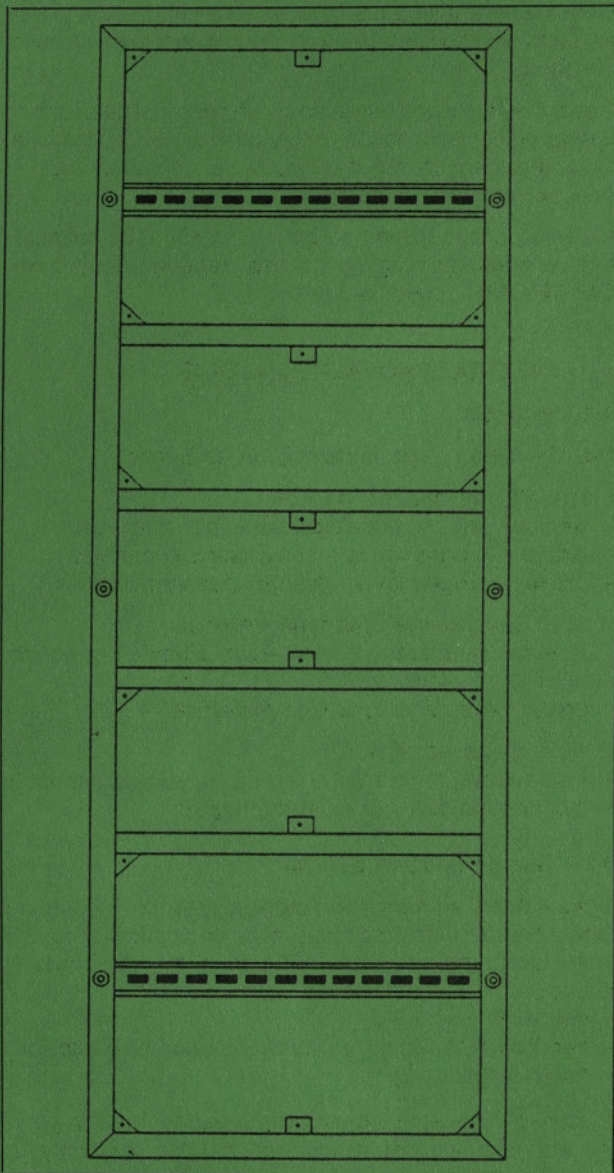
- delavniški načrti
- načrti za sestavljanje opažnih konstrukcij na gradbišču
- načrti detajlov. [2]

V raziskovalni nalogi obravnavamo načrte opažnih panojev kot sestavni del delavniških načrtov in načrte za montažo opažnih konstrukcij na gradbišču.

4.2.1. Izdelava knjižnic (kataloga) osnovnih elementov

Za vsak opažni sistem smo izdelali knjižnico osnovnih elementov. Glede na to, da se opažni načrti v večini primerov rišejo v dveh dimenzijah, bo tudi standardna knjižnica osnovnih elementov izrisana v dveh dimenzijah s potrebnim številom pogledov za posamezen osnovni element (tloris, naris, stranski ris). Samostojne osnovne elemente smo združili v sestavljene osnovne elemente. Vsaki sliki osnovnega elementa je dodan določen opis (atribut) tega elementa za kasnejše izdelave specifikacij materiala, optimizacijo porabe materiala in cenovno analizo.

Na sliki 1 je prikazan samostojni osnovni element opažnega sistema **PIONIR-ALU**. Na sliki 2 pa je izrisan sestavljen osnovni element opažnega sistema **PIONIR-2000** – delovni oder.

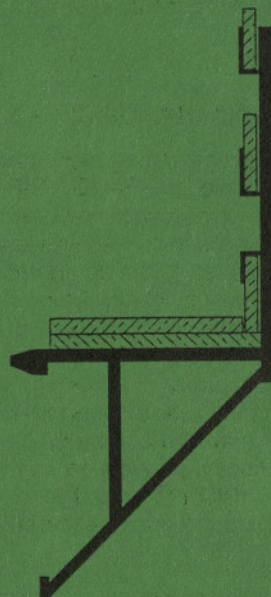


Slika 1: Osnovni element PIONIR-ALU

4.2.2. Izdelava programov za risanje opažnih panojev

Za opaževanje stenastih konstrukcij se v praksi iz osnovnih elementov najprej sestavijo opažni panoji, ki so lahko različnih oblik, višine in širine. Obliko panojev definira oblika betonske konstrukcije, ki jo želimo opažiti. Opažne panoje po gradbišču premikamo s pomočjo žerjavov. Ker z njimi zelo hitro opažimo večje površine betonskih konstrukcij, je njihova uporaba priporočljiva, ni pa nujna. Za ta del konstruiranja opažnih konstrukcij smo izdelali programe, ki nadomeščajo ročno risanje osnovnih elementov v panojih. Izdelali smo tudi programe, s katerimi je možna specifikacija opažnega materiala za posamezen opažni pano.

Na sliki 3 je prikazan pano za opaž stene, sestavljen iz osnovnih elementov opažnega sistema PIONIR-ALU



Slika 2: Osnovni element delovni oder

4.2.3. Izdelava programov za izris opažnih načrtov

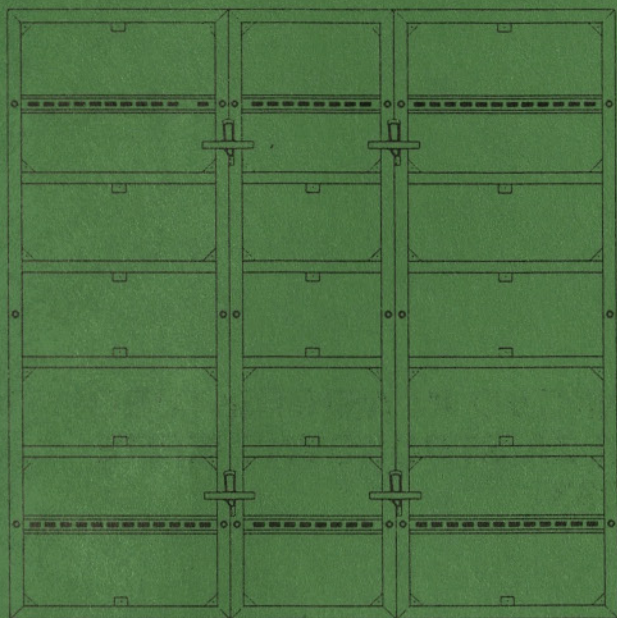
Za rabo na gradbišču je potrebno izdelati točne, enostavne in pregledne opažne načrte, ki morajo vsebovati vse podatke za uspešno montažo opažne konstrukcije. Kar zadeva posamezne konstrukcije (stene, plošče), je potrebno spustiti vse podatke iz načrta arhitekture, ki niso potrebni pri sami izvedbi opažne konstrukcije. Samo opažno konstrukcijo rišemo shematsko, da dobimo pregleden in enostaven opažni načrt.

Pri teh programih smo se potrudili, da so tako splošni, da jih lahko z malimi korekcijami prilagodimo posameznim opažnim sistemom, uporabljivi pa so za najbolj razširjene betonske konstrukcije (ravne stene, kvadratne in okrogle plošče), obstaja pa tudi možnost, da z izbiro posameznega osnovnega elementa iz kataloga in z njegovo postavitvijo v sliko, skonstruiramo opažni načrt tudi za manj običajne konstrukcije.

Pri risanju opažnih konstrukcij se lahko upoštevamo eventuelen takti plan betoniranja. Takti so v načrtu razumljivo prikazani. Za vsak posamezen takt je izdelana specifikacija materiala.

V vsakem trenutku risanja opažnega načrta je možno preveriti porabo opažnega materiala po načrtu in ga primerjati z razpoložljivim materialom. Spremembe na načrtih so enostavne in hitre in se tudi takoj odražajo na specifikacijah materiala, ki so lahko na istem listu kot opažni načrt ali pa podatke uporabimo v povezavi z drugimi programi (optimalna poraba opažnega materiala, cenovna analiza posameznega načrta).

Na sliki 4 je prikazan prerez opažne konstrukcije za stenski element.

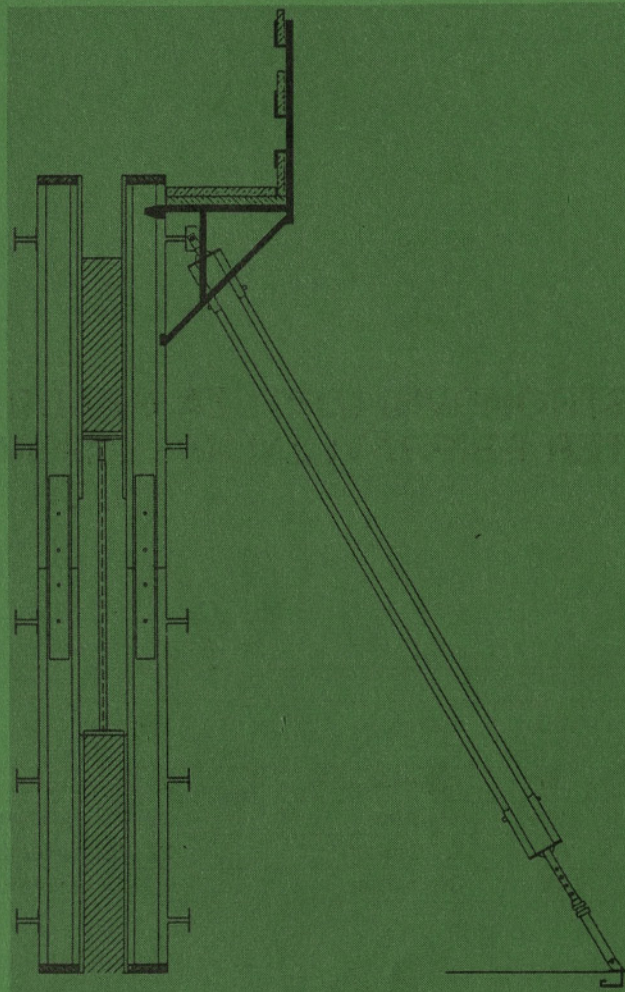


Slika 3: Pano za opaž stene, sestavljen iz osnovnih elementov opažnega sistema PIONIR-ALU

5.0. SKLEP

Glede na to, da je raziskovalna naloga »Računalniško podprta izdelava tehnoloških gradbenih načrtov s poudarkom na opažnih načrtih« v II fazi raziskave je preuranjeno prikazovati njene konkretne rezultate in uporabo v praksi. Zato smo prikazali nekoliko natančneje I fazo raziskave, katere rezultat bo do konca letošnjega leta zagotovo uporabljiv v praksi.

Računalniški programi bodo omogočali hitrejši in lažji izris opažnih konstrukcij, kar bo poenostavilo in kvalitetno izboljšalo delo v tehnološki pripravi, tehnologiji pa bodo lahko več delovnega časa posvečali iskanju boljših tehnoloških rešitev. Gradnja bo s tem lahko postala hitrejša in kvalitetnejša.



Slika 4: Vertikalni prerez opažne konstrukcije za stenski element

LITERATURA

1. Raker D., Rice H.: Inside AutoCAD Release 12, New Riders Publishing, Carmel, 1992.
2. Hurst Michael P.: Formwork, Longman Inc., New York, 1983.
3. Vos C.: Cadkist – a ComputerAided Facility for Design and Production of Formwork, Concrete Precasting Plant and Technology, 2/1991, str. 70.
4. Navodila za uporabo opažnega sistema PIONIR-2000, interna navodila, 1988.
5. Navodila za uporabo opažnega sistema PIONIR-ALU, interna navodila, 1990.

STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1993

Rok	Mesec	A.	B.	
		seminar	pisni izpit	ustni izpit
VI.	September	20.–24. september		
VII.	Oktober	18.–22. oktober	16. oktober	1.–5. november
VIII.	November	22.–26. november	20. november	6.–10. december
IX.	December	13.–17. december		

- A.** Pripravljalni seminar organizira **ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE**, Ljubljana, Erjavčeva 15 (telefon: 061/221-587). Prijavo v obliki dopisa, skupaj z dokazilom o plačilu, pošlje plačnik stroškov seminarja. (Žiro račun: 50101-678-47602)
- B.** Izpit organizira **ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA**, Dimičeva 12, Ljubljana. Informacije dobite pri inž. Grošlju preko telefona št. 061/342-671, od 10. do 12. ure.

OJAČEVANJE KAMNITEGA ZIDOVJA Z ZIDOVJU PRIJAZNIM INJEKTIRANJEM

UDK 624.012.1.078.8:620.197

MIHA TOMAŽEVIČ, VERA APIH

POVZETEK

Vse vrste kamnitega zidovja lahko zelo učinkovito ojačimo z injektiranjem cementne mešanice. Na žalost pa z injektiranjem cementa vgrajujemo stari strukturi zidu tuj material, ki poleg tega, da zidovje ojači, povzroča tudi nekatere nezaželene učinke. Da bi le-te zmanjšali na sprejemljivo mero, smo na Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani razvili posebne vodoodbojne injekcijske mešanice. Ker z nižano vsebnostjo cementa trdnost novo razvitih mešanic ne doseže trdnosti cementne, smo s preiskavo večjega števila zidov, ki smo jih injektirali z mešanicami različnih trdnosti, poskušali ugotoviti, kako spremembe trdnosti injekcijskih mešanic vplivajo na obnašanje kamnitega zidovja med potresom. Čeprav so se trdnosti uporabljenih injekcijskih mešanic tudi do petkrat razlikovale med seboj, na preiskanih zidovih nismo ugotovili praktično nobenih razlik. Ugotovitev bo močno olajšala nadaljnji razvoj zidovju prijaznih injekcijskih mešanic, ki bodo ustrezale tako trdnosti kakor tudi zahtevam za restavracijo in konzervacijo kulturno-zgodovinskih spomenikov.

Ključne besede: Kamniti zid, zgodovinski spomenik, injektiranje, injekcijska mešanica, vlaga, vodovpojnost, ojačevanje, potresna odpornost.

THE STRENGTHENING OF STONE-MASONRY WALLS WITH MASONRY-FRIENDLY GROUTING

SUMMARY

By injecting the cement grout, all types of stone-masonry walls can be efficiently strengthened. However, by injecting the cement, foreign material is introduced into the historic fabric of the masonry that, besides giving the masonry wall additional strength, induces also many negative effects. In order to reduce the consequences of chemical reactions developed during the process of hardening as well as capillary activity of introduced material, special, water-repellent grout mixes have been developed at the Institute for Testing and Research in Materials and Structures (ZRMK) in Ljubljana. Because of the reduced strength of those mixes, the influence of strength of the mix on the seismic behaviour of the grouted stone-masonry walls has been investigated by testing a number of stone-masonry walls injected with different types of grout under seismic loading conditions. Although the compressive strength of the mixes varied by 5-times, no significant differences in the behaviour and mechanical properties of the tested specimens have been observed. This will make easier further improvement of special purpose, masonry-friendly mixes, which will meet the requirements of restoration and conservation of historical monuments as well as the requirements of earthquake resistant design.

Key words: Stone-masonry, historical building, grouting, masonry-friendly grout, dampness, water absorption, strengthening, seismic resistance.

Avtorja:

Miha Tomaževič, dr., dipl. inž. gradb., redni profesor
Vera Apih, mag., dipl. inž. kem., raziskovalna svetnica
Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana,
Dimičeva 12, 61109 Ljubljana

NADALJEVANJE ŠT. 306

PADAVINE

- nepravilno izvedeni detajli streh, teras, balkonov, žlebov
- zamakanje skozi fasado
- poplave
- odboj dežja, narivanje snega

KONDENZACIJA ZRAČNE VLAŽE

- neustrezno ogrevanje
- toplotni mostovi
- soli

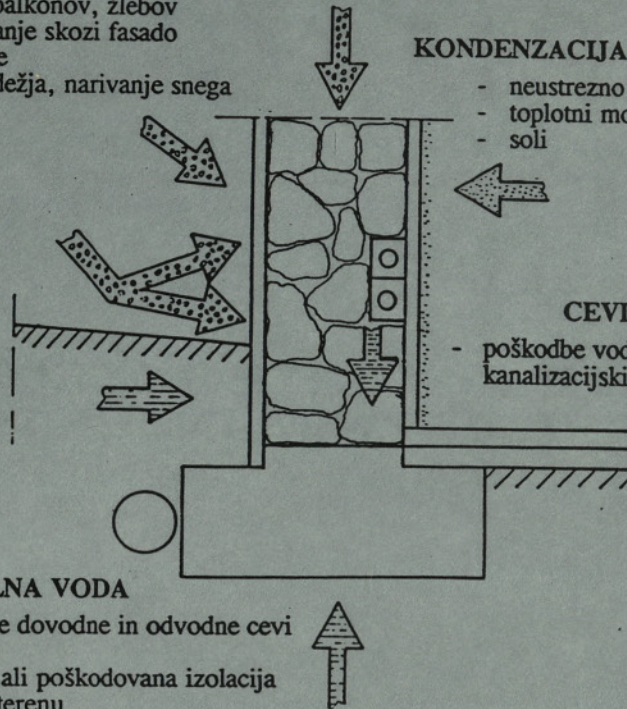
CEVI

- poškodbe vodovodnih in kanalizacijskih cevi v zidovih

TALNA VODA

- poškodovane dovodne in odvodne cevi
- talna voda
- manjkajoča ali poškodovana izolacija zidov proti terenu
- manjkajoča ali poškodovana izolacija proti dvigajoči se vlazi v zidovih

Slika 5. Vzroki za navlaževanje zidov



Razlogi za neugodne pojave, ki jih opažamo po injektiranju, večinoma niso toliko posledica uvedenega cementa kot spremenjene strukture zidov. Praznine in razpoke v zidovih, ki predstavljajo oviro kapilarnemu transportu vode oziroma vlage, so po injektiranju zapolnjene s kapilarno aktivnim cementnim kamnom. V zidu je nastal nov kapilarni sistem, po katerem voda, ki zaradi različnih gradbenih napak vstopa v zidove (slika 5), potuje skupaj z raztopljenimi solmi. Ko voda izhlapeva na površini zidov, se soli odlagajo pod slabo sprjetimi in poroznimi ometi. Ometi odstopajo, na površinah se pojavijo kristalizirane soli, ki se zaradi hidroskopičnosti dodatno navlažujejo iz zraka. Poškodbe postajajo vse hujše in včasih lahko ogrozijo tudi samo stabilnost objekta. Zato je pri načrtovanju prenove starih stavb potrebna strokovna analiza, s katero poleg problemov nosilnosti in stabilnosti načrtujemo in rešujemo tudi probleme vlage.

Pri opečnem zidovju so znani in v praksi preizkušeni različni postopki preprečevanja kapilarnega vleka vlage, ki so v kombinaciji s saniranimi ometi in z ureditvijo okolice zelo učinkoviti. Pri sanaciji vlažnih kamnitih zidov pa ti postopki večinoma odpovedo. Izvedba mehanske za vodo neprepustne pregrade je zahteven, zamuden in seveda drag poseg. Pri tem je lahko vprašljiva tudi potresna odpornost zidu, postavljenega na mehak in drsljiv vodozaprni sloj (polietilensko folijo, bitumenski trak, poliestrski laminat). Po dostopnih podatkih so elektroosmotski postopki, ki zahtevajo trajno vzdrževanje, večinoma neučinkoviti, nemogoče pa je tudi s kemijskimi sredstvi vzpostaviti oviro kapilarnemu vleku vlage, saj bo penetracijska tekočina stekla po votlinah v temeljna tla.

Če bi kapilarno aktivno (hidrofilno) mrežo cementne mase, injektirane v kamniti zid med postopkom ojačevanja, lahko spremenili v vodoodbojno (hidrofobno), bi le-ta delovala kot sistem za vodo neprepustnih pregrad, ki bi

preprečeval potujoči vlazi, da bi se razširjala po celotni prostornini zidu. Zmanjšan dostop vode in preprečeno razširjanje vlage pa bi imela za posledico izsušitev zidu.

Kot prvi korak pri reševanju problema vlage v kamnitem zidovju smo na ZRMK razvili vodoodbojne dodatke (dodatke za hidrofobiranje), ki se dodajo cementni injekcijski masi, ki se uporablja za ojačevanje zidovja. V procesu strjevanja hidravličnega veziva (cementa) se fino porazdeljeni dodatek vgradi v nastajajoči kapilarni sistem. Na površini kapilar se pojavijo nepolarne organske molekule, ki povečajo omočilni kot vode in s tem preprečijo nastanek vodnega filma v gradivu. Dodatki, na poseben način pripravljene soli maščobne kisline, ki so na trgu znani pod različnimi komercialnimi imeni (npr. »vlagin« in »fobin«), se v prašni ali tekoči obliki vsipajo neposredno v mešalnik, v katerem se pripravlja injekcijska suspenzija.

Učinki, ki jih pri preprečevanju vlage v kamnitem zidovju, ki je posledica kapilarnega dviga vode, dosežemo z injektiranjem cementne mešanice z dodatki za hidrofobiranje, so bili preverjeni tudi na stavbah. Za sedaj rezultati opogumljajo: kar nekaj prej vlažnih zidov je bilo uspešno izsušenih za večletno obdobje.

Žal pa sprememba sestavin osnovne cementne mešanice oziroma dodajanje dodatkov za hidrofobiranje močno zmanjša trdnost otrdele injekcijske mase.

VPLIV TRDNOSTI INJEKCIJSKE MEŠANICE NA POTRESNO ODPORNOST INJEKTIRANIH KAMNITIH ZIDOV

Kot so pokazale preiskave (glej 1, 2, 3 in 4), se potresna odpornost starega kamnitega zidovja, zainjektiranega s cementno suspenzijo, bistveno poveča. Da bi pa ugotovili, koliko zmanjšana trdnost injekcijske mase vpliva na nosil-



Slika 6: Zidanje kamnitih zidov v laboratoriju

nost in duktilnost zainjektiranega kamnitega zidovja, smo za ZRMK pred nedavnim preiskali nekaj kamnitih zidov, zainjektiranih z mešanici različnih trdnosti (6).

Preizkusni zidovi so bili sezidani na armiranobetonskih podstavkih ($120 \times 50 \times 20$ cm) in so bili zaključeni z armiranobetonsko vezjo na vrhu ($100 \times 50 \times 20$ cm). Vsi zidovi so bili sezidani na enak način, pri zidanju pa je zidar še posebej pazil na enakomerno strukturo in razporeditev veznih kamnov po zidu (slika 6). Posamezne vrste kamna niso bile zravnane z opeko. Le-ta je bila uporabljena le kot polnilo v srednjem delu zidu. Za zidanje je bil uporabljen originalni material, odvzet iz zgodovinske hiše v stari Ljubljani, sestava malte za zidanje pa je bila določena s kemično analizo malte osnovnega zidovja (glej preglednico 1, ki podaja mehanske lastnosti osnovne malte in kamna za zidanje). Ker se na preizkusnih zidovih niso ugotavljale lastnosti obstoječega zidovja, je bila za zidanje uporabljena apnena malta z dodatkom cementa. Na ta način se je primerno skrajšal čas, potreben za pridobivanje trdnosti. Zidove je sezidal mojster-zidar, ki se je v večletni praksi pri sanacijah starih hiš seznanil s tradicionalnim načinom zidanja.

Za preiskavo potresne odpornosti, tj. za določitev natezne trdnosti, strižnega modula, faktorja duktilnosti in sposobnosti disipacije energije, je bilo sezidanih 8 zidov dimenzij $100 \times 50 \times 100$ cm (dolžina \times debelina \times širina – zidovi oznak A, B, C in D). Dva zidova dimenzij $120 \times 50 \times 100$ cm pa sta bila sezidana za preiskavo tlačne trdnosti.

Pred injektiranjem so bile na vseh straneh zidov na stikih med posameznimi kamni v medsebojni razdalji po ca.

30–40 cm izvrtane ca. 10 cm globoko luknje, v katere so bile s pomočjo hitro vezočega cementa vgrajene injekcijske cevke. Da bi se preprečilo iztekanje injekcijske mase med injektiranjem, so bili s hitrovezočim cementom premazani tudi vsi stiki med kamni. Za injektiranje je bil uporabljen pritisk 2–3 bar.

Preglednica 3: Sestava mešanic za injektiranje kamnitih zidov (po 6)

Tip mešanice	Oznaka zidu	Količina (v % mase)			
		Cement	Op. breča	Krem. pesek	Dodatek
A	A-1, A-2	90	10	–	–
B	B-1, B-2	90	10	–	10(a)
C	D-1, C-2	70	10	30	10(a)
D	D-1, D-2	70	10	30	10(b)

(a) Dodatek za hidrofobiranje – »vlagin«

(b) Dodatek za hidrofobiranje – »fobin«

Sestava injekcijskih mešanic, ki so bile uporabljene za ojačevanje preizkusnih zidov, je prikazana v preglednici 3. Mešanici oznak A in B sta običajni cementni injekcijski mešanici, brez dodatka za hidrofobiranje ali z njim (v primeru mešanice B je bil uporabljen »vlagin«). Pri mešanicah C in D je bilo 30 % cementa (v razmerju mase) zamenjanih s fino mletim kremenčevim peskom. Primerjan je bil vpliv dveh dodatkov: »vlagina« pri mešanici C in »fobina« pri mešanici D.

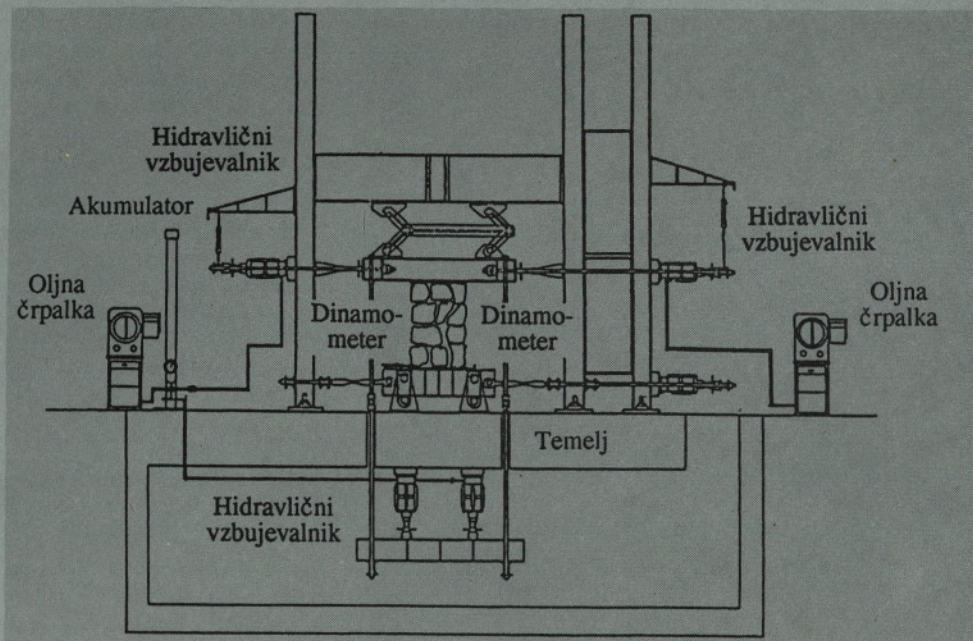
Preglednica 4: Mehanske lastnosti malte in injekcijske mase (po 6)

Oznaka zidu	Oznaka inj. mase	Malta:		Inj. masa:		Inj. masa: Količina (kg/m ³)
		Tlačna trdnost (MPa)	Upogibna trdnost (MPa)	Tlačna trdnost (MPa)	Upogibna trdnost (MPa)	
A-1	A	3,7	1,1	32,5	1,9	166
A-2	A	4,2	1,2	32,5	1,9	118
B-1	B	3,2	0,6	19,7	1,6	58
B-2	B	3,3	1,0	19,7	1,6	100
C-1	C	3,0	0,7	6,8	0,6	102
C-2	C	3,1	1,1	6,8	0,6	114
D-1	D	2,6	0,8	12,8	1,7	108
D-2	D	3,0	0,9	12,8	1,7	46

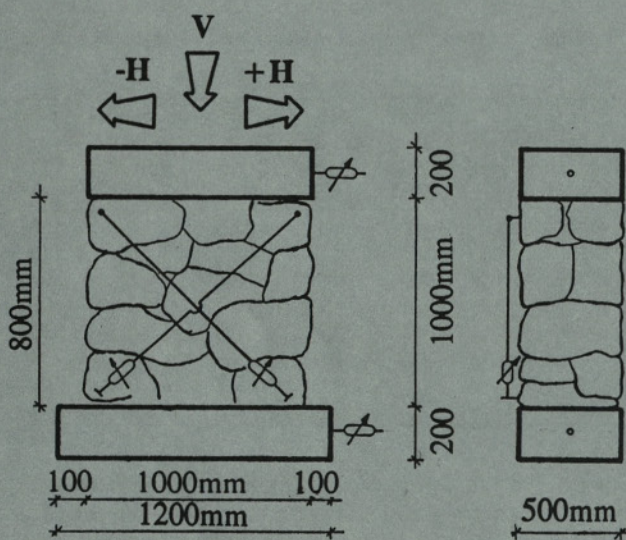
Vrednosti tlačne in upogibne trdnosti malte in injekcijske mase na dan preiskave so navedene v preglednici 4. Kot podatek, ki kaže, kolikšna je bila votlavost zidov, je v preglednici navedena tudi količina suhe mešanice, porabljena na kubični meter zidovja.

Preiskave potresne odpornosti zidov A, B, C in D smo izvedli v posebni preizkuševalni napravi, ki omogoča obremenjevanje zidov s konstantno navpično obtežbo, pri čemer pa lahko vodoravno obtežbo, ki jo izvajamo v obliki vsiljenih pomikov, poljubno spreminjamo. Posebnost naprave (slika 7) je, da ostaneta zgornji in spodnji rob zidu ves čas preiskave med seboj vzporedna. Vsi zidovi so bili obremenjeni z navpično silo velikosti 500 kN, ki je v vodoravnem prerezu zidov povzročala tlačne napetosti $\sigma_0 = 1,0$ MPa (približno 25–30 % tlačne trdnosti, določene s tlačno preiskavo) in z izmenično delujočo, ciklično se ponavljajočo vodoravno obtežbo. Program preiskav je bil zasnovan tako, da je bila amplituda vsiljenih pomikov stopnjema povečevana, obremenjevanje z enako amplitudo pa je bilo trikrat ponovljeno, da bi dobili podatke o

Slika 7: Naprava za preiskavo potresne odpornosti zidov



upadanju togosti in nosilnosti pri ponavljanju obremenitev. Način, kako so bili zidovi opremljeni z merilnimi instrumenti, je prikazan na sliki 8, tipična izmerjena odvisnost med vodoravno silo in deformacijami pa na sliki 9.

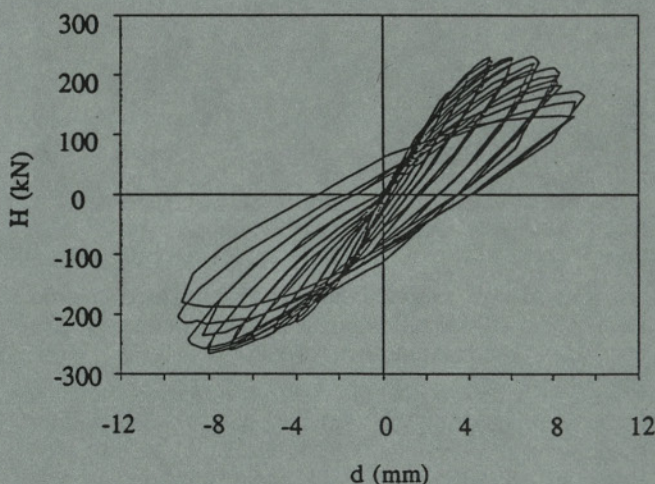


Slika 8: Dimenzije in instrumentiranje preizkusnih zidov (6)

Kot je bilo pričakovati, so se vsi zidovi porušili strižno. Razpoke, ki so bile vse diagonalno usmerjene, so nastale pri deformaciji 3,0–4,0 mm (kotu zasuka 0,3 do 0,4%). Zaradi slabe kakovosti uporabljenega kamna (t. i. grajski kamen), razpoke niso nastale samo na stikih med kamni, pač pa so, posebej pri večjih obremenitvah, potekale tudi po kamenju. Po doseženi nosilnosti so se razpoke močno razširile, prišlo pa je tudi do razslojevanja zidov po vmesnem sloju, kar je povzročilo močno upadanje nosilnosti proti koncu preiskave.

Po končani preiskavi so bili zidovi razbiti, da bi se lahko preverila učinkovitost injektiranja. Kot je pregled razbitih zidov pokazal, so bile zainjektirane prav vse votline.

Rezultati preiskav so zbrani v preglednici 5, kjer so



Slika 9: Histerezne zanke odvisnosti med vodoravno silo in deformacijami, izmerjene med preiskavo potresne odpornosti tipičnega zidu (6)

Preglednica 5: Mehanske lastnosti injektiranih zidov (po 6)

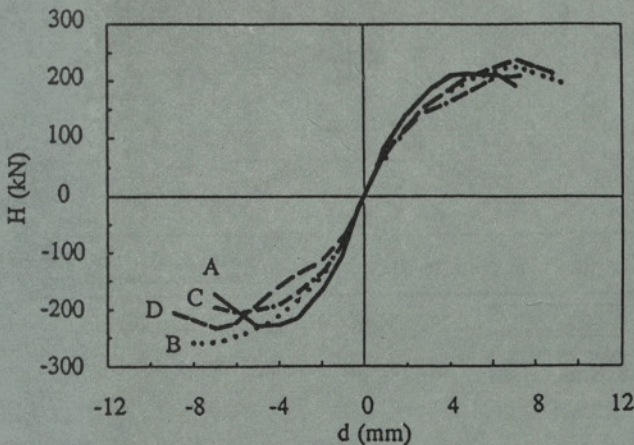
Oznaka zidu	Trdnost inj. mase (MPa)	Natezna trdnost f_t (MPa)	Efektivna togost K_e (kN/mm)	Str. modul pri $E=1761$ MPa G (MPa)	Faktor duktilnosti d_u
A-1	32,5	0,30	64,69	160	2,60
A-2	32,5	0,30	83,85	200	3,44
B-1	19,7	0,36	48,85	117	2,20
B-2	19,7	0,37	52,31	122	2,41
C-1	6,8	0,20	53,85	137	2,58
C-2	6,8	0,42	57,98	142	2,52
D-1	12,8	0,33	57,25	148	3,13
D-2	12,8	0,39	60,89	148	3,13

navedeni vsi parametri, ki določajo nosilnost in deformabilnost zidov pri potresni obtežbi (natezna trdnost f_t , efektivna togost K_e , strižni modul G in mejni faktor duktilnosti μ_u). Vrednosti so bile ovrednotene z običajnimi enačbami, ki se uporabljajo pri preverjanju potresne odpornosti zidanih konstrukcij (7), upoštevaje med preiskavo izmerjene odvisnosti med silami in deformacijami.

Strižni modul je bil ocenjen z upoštevanjem vrednosti modula elastičnosti, izmerjenega med tlačno preiskavo.

Analiza rezultatov v preglednici 5 pokaže, da lahko vse zidove, pa čeprav zainjektirane z mešanicami različnih trdnosti, glede na natezno trdnost razvrstimo v isti kolektiv. Tako znaša povprečna vrednost vseh 8 preiskanih zidov 0,33 MPa, s standardnim odklonom 0,07 MPa in s koeficientom raztrosa 21 %, kar predstavlja običajen raztros vrednosti pri tovrstnem zidovju. Vrednosti, dobljene z opisanimi preiskavami, pa se zelo dobro ujemajo tudi s prej dobljenimi rezultati (primerjaj preglednico 2).

Čeprav se je tlačna trdnost različnih vrst uporabljenih mešanic za injektiranje spreminjala med 7 in 32 MPa, razlike praktično niso vplivale na potresno odpornost zainjektiranih zidov. Ena od možnih razlag za to je naslednja. Dosegljivo tlačno in natezno trdnost kamnitega zidovja določa osnovna malta, ki prenaša zunanjo obtežbo, ki deluje na zid, od kamna na kamen. Ker injekcijska masa ni prodrla v osnovno malto (to je potrdil tudi pregled razbitih zidov po preiskavi), se trdnost osnovne malte in s tem dosegljiva trdnost zidu ni spremenila, ne glede na trdnost injekcijske mase. Kar se z injektiranjem izboljša, je prostorska povezanost kamna. S tem ko zlepi kamenje in prepreči ločevanje, razcepljenje in izbočenje posameznih nosilnih slojev zidu, injekcijska masa aktivira celotno možno nosilnost osnovnega zidu. Za doseganje zadovoljive povezave pa trdnost injekcijske mase niti ni toliko pomembna. Pri tej predstavi je analogija s staro zidano stavbo, pri kateri s povezovanjem zidov z jeklenimi vezmi preprečimo ločevanje zidov in tako omogočimo, da zidovje izkoristi vso svojo nosilnost, več kot očitna.



Slika 10: Primerjava histereznih ovojnic, dobljenih s preiskavo potresne odpornosti zidov, zainjektiranih z različnimi injekcijskimi mešanicami (6)

Obnašanje zidov pri potresni obtežbi je prikazano na sliki 10, kjer so primerjane povprečne histerezne ovojnice odvisnosti med vodoravnimi silami in deformacijami posameznih parov zidov, injektiranih z različnimi injekcijskimi mešanicami. Če pogledamo diagrame na sliki 10 in analiziramo vrednosti, podane v preglednici 5, lahko ugotovimo, da so zidovi, injektirani s čisto cementno mešanico (zidovi oznake A) precej bolj togi kot zidovi, zainjektirani s hidrofobnimi mešanicami. Vendar pa glede na nosilnost in mejni faktor duktilnosti ne moremo ugotoviti posebnih razlik.

RAZVOJ ZIDOVJU PRIJAZNIH INJEKCIJSKIH MEŠANIC

Čeprav so bili v praksi tako glede trdnosti kot tudi glede zaščite pred vlago z injektiranjem doseženi dobri rezultati, so dolgotrajna opazovanja stavb, zainjektiranih s cementno maso s hidrofobnimi dodatki, pokazala, da s takšnim injektiranjem navadno ne rešimo vseh prej opisanih problemov, ki so posledica izsuševanja notranjosti zidu. Spremljajoči pojavi, ki lahko močno poškodujejo ne samo zunanost zidu (poslikave), pač pa tudi zid sam, dokazujejo, kako skrbno se je treba lotiti injektiranja kamnitega zidovja, predvsem tistega, ki ima veliko zgodovinsko in umetniško vrednost.

Glede na to, da je injektiranje kamnitega zidovja idealna tehnologija za reševanje nosilnostnih in drugih problemov kamnitega zidovja (le-ti pa so skoraj praviloma povezani z vlago), smo vpeljali idejo, da bi razvili t. i. zidovju prijazne injekcijske mešanice, tj. mešanice, ki bodo sprejemljive tako za gradbenike (zidovju morajo zagotoviti ustrezno trdnost), spomeniško varstvo (biti morajo kompatibilne z obstoječimi materiali) ter za restavratorje in uporabnike objektov (ne smejo povzročati prej opisanih problemov z vlago in s solmi).

Ugotovitve opisanih preiskav potresne odpornosti zidov so nam razvoj mešanic z nizko vsebnostjo cementa, ki bi imele ustrezne vodoodbojne (hidrofobne) lastnosti, pri tem pa dovolj veliko trdnost, da bi hkrati lahko izboljšale mehanske lastnosti kamnitega zidovja, močno olajšale. Prvi korak pri raziskavah je predstavljala določitev tiste količine cementa, ki se lahko nadomesti z inertnimi agregati v obliki finega peska, ki bodo zmanjšali stranske učinke cementa na sprejemljivo raven, pri čemer pa trdnost injekcijske mešanice še ne bo padla pod trdnost malte za zidanje.

Kot smo že omenili, se v vsakdanji praksi prenove uporablja mešanica, sestavljena iz 90 % portlandskega cementa PC-35 in 10 % naravne opalske breče (v razmerju mas). V opisanih raziskavah pa smo del cementa nadomestili z različnimi vrstami in količinami peska. Tipična sestava mešanic, ki smo jih raziskali, je podana v preglednici 6.

Preglednica 6: Sestava injekcijskih mešanic

Oznaka inj. mešanice	Cement	Opalska breča	Kremen. pesek	Apnen. pesek	Dodatek	Voda
N	90	10				57
NV	90	10			10	65
O	45	10	45			53
OV	45	10	45		10	56
P	45	10		45		60
PV	45	10		45	10	67
R	30	10	60			52
RV	30	10	60		10	59
S	30	10		60		58
SV	30	10		60	10	65

Opomba: razmerja so podana v % mase; čas pretoka: 15 s (ISO 2431, premer posode 4 mm); mešanice označene z »V« so mešanice z dodatki za hidrofobiranje.

Negovanje: D (suho): 28 dni pri T = 20 °C, relativna vlažnost 50 %; W (vlažno): 21 dni pri T = 20 °C, relativna vlažnost 93 %; 7 dni pri T = 20 °C, relativna vlažnost 50 %.

Uporabili smo dve različni vrsti in granulaciji peska: kremenčev pesek (velikost zrn 0–0,25 mm) in apnenec (velikost zrn 0–0,063 mm). Količino dodane vode smo regulirali tako, da smo v vseh primerih dobili suspenzijo enake viskoznosti (viskoznost smo določili po ISO 2431 kot čas pretoka skozi izliv premera 4 mm).

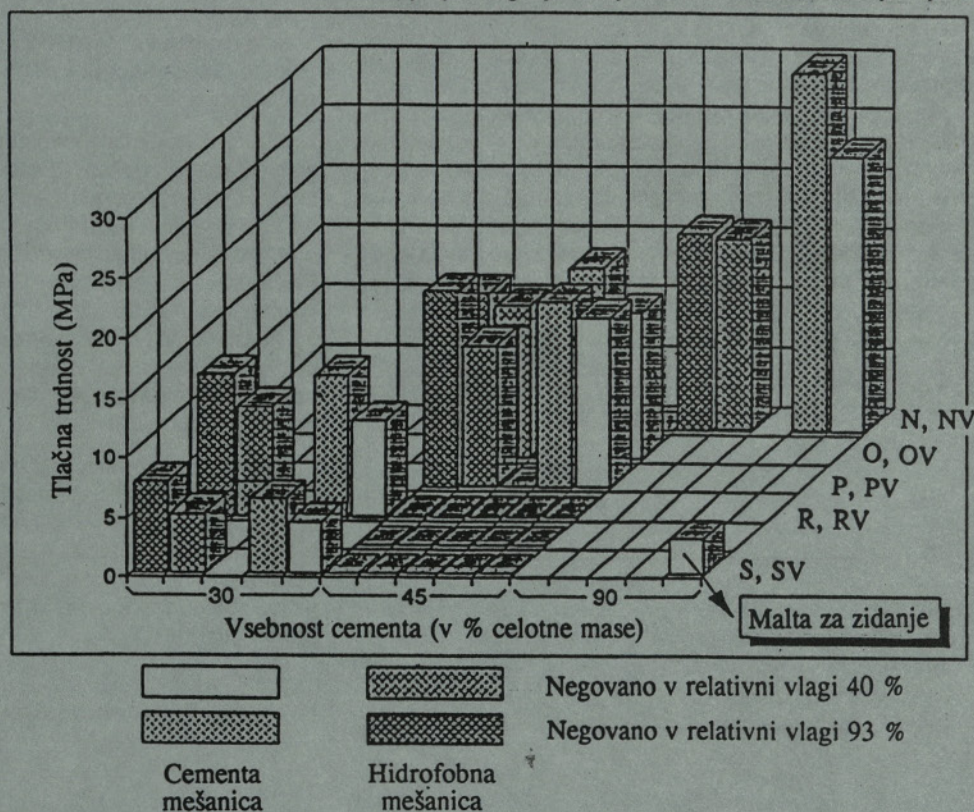
Vzorci smo vlili v standardne kalupe (40 × 40 × 160 mm), na katerih dno smo vložili dva sloja filtrirnega papirja, s čimer smo ponazorili izcejanje vode iz suspenzije v zidovje. Kalupe smo pokrili z mokro krpo. Po 24 urah smo vzorce razkalupili (razen tistih, ki so bili sestavljeni iz 30 % cementa in 60 % apnenčevega peska, in so morali ostati v kalupih 48 ur) ter jih 28 dni hranili pri temperaturi 20 °C. Polovico vzorcev smo negovali pri 40 % relativni vlagi vseh 28 dni (suhi vzorci), drugo polovico pa prvih 21 dni pri 93 %, zadnjih 7 dni pa pri 40 % relativni vlagi (mokri vzorci). Vpliv sestave mešanice in pogojev negovanja na tlačno trdnost prizem 40 × 40 × 160 mm je prikazan na sliki 11, posamezne vrednosti pa so navedene v preglednici 7.

Kot je videti, je bila trdnost mešanic, ki so imele manj kot 50 % cementa (izraženo v razmerju mas), približno 55 % nižja kot trdnost referenčne, čiste cementne mešanice (mešanica tipa N). V tem primeru trdnost ni bila odvisna od vrste in granulacije peska. Ko pa smo 67 % cementa zamenjali s peskom, se je zmanjšanje trdnosti gibalo od 67 % v primeru kremenčevega do 80 % v primeru finega apnenčevega peska. Pri vzorcih, ki so bili negovani v suhih pogojih, je trdnost v povprečju za 30 % manjša kot pri vzorcih, negovanih v mokrem. Če vemo, da tlačna trdnost malte v osnovnem zidovju včasih ne doseže niti vrednosti 0,5–1,0 MPa, pa bi lahko vsebnost cementa v injekcijskih mešanicah še zmanjšali. Raziskave so v teku.

Kot lahko vidimo v preglednici 7, hidrofobni dodatki zmanjšajo trdnost mešanice v primerjavi z referenčno cementno mešanico za približno 50 %, skoraj nič pa ne vplivajo na trdnost mešanic z nizko vsebnostjo cementa.

Odpornost injektiranega kamnitega zidovja proti vpijanju in širjenju vlage je torej odvisna od sestave injekcijske

Slika 11: Vpliv sestave in negovanja preiskanih injekcijskih mešanic na tlačno trdnost



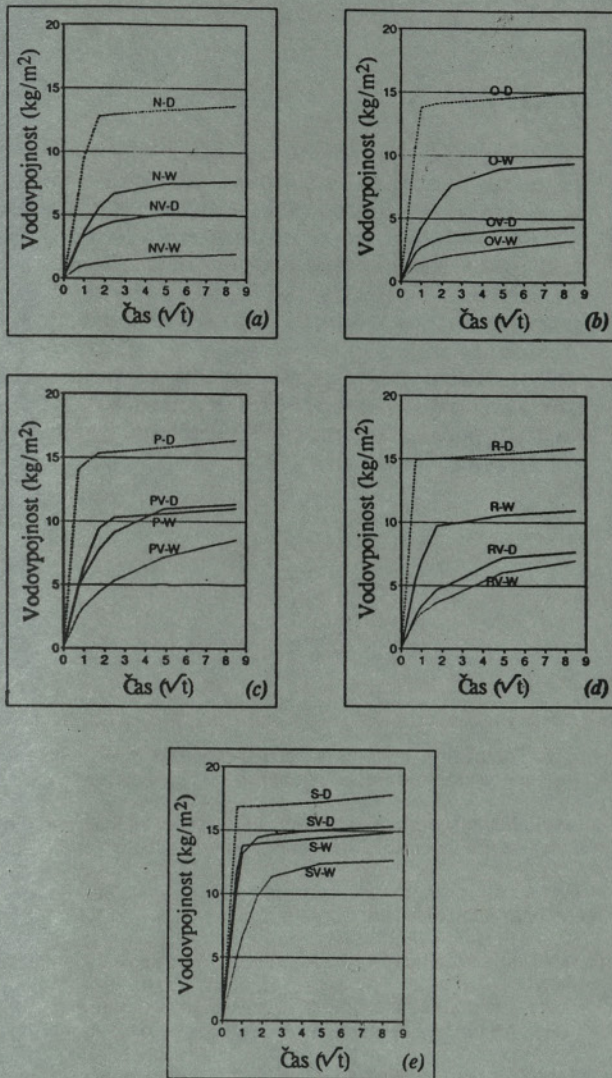
Preglednica 7: Vpliv sestave in negovanja preiskanih mešanic na tlačno trdnost (v MPa)

Oznaka inj. mešanice	Pogoji negovanja	
	suho	vlažno
N	22,9	35,7
NV	16,0	16,4
O	14,2	15,5
OV	11,8	16,3
P	12,1	16,0
PV	12,6	13,8
R	8,0	11,8
RV	9,1	11,8
S	4,3	6,1
SV	5,0	7,5

mešanice, količine hidrofobnega dodatka in pogojev negovanja. Kapilarno vpijanje vode različnih mešanic smo določili po postopku, ki ga predpisuje standard DIN 52617 na prizmah 40 × 40 × 160 cm, ki smo jih negovali na različne načine. Rezultati preiskav, ki so prikazani na sliki 12, so zbrani v preglednici 8.

Analiza rezultatov pokaže, da je bila vodovpojnost večja pri vzorcih, ki so bili negovani v suhi atmosferi kot pri vzorcih, negovanih v vlagi. Mešanice, pri katerih je bil del cementa nadomeščen s finim agregatom, so bolj vpijale vodo kot mešanice, sestavljene samo iz cementa in opalske breče. Vpijanje kapilarne vode je večje pri mešanicah, ki vsebujejo apnenčev pesek kot pri mešanicah z enako količino kremenčevega peska. Tudi hidrofobni učinki vodoodbojnih dodatkov so manjši pri mešanicah z apnenčevim peskom.

Opomba: mešanice označene z »V« so mešanice z dodatki za hidrofobiranje.



Slika 12: Kapilarna vodovpojnost mešanic N (a), O (b), P (c), R (d) in S (e) v odvisnosti od časa. Pogoji negovanja: D – suha klima (r.v. 40%), W – vlažna klima (r.v. 93%).

Preglednica 8: Vpliv sestave in negovanja preiskanih injekcijskih mešanic na vodovpojnost (v kg/m²/24h)

Oznaka inj. mešanice	Brez dodatka za hidrofobiranje		Z dodatkom za hidrofobiranje	
	suho	vlažno	suho	vlažno
N	13,2	7,4	–	–
NV	–	–	5,1	1,8
O	14,5	9,0	–	–
OV	–	–	4,1	2,6
P	15,8	10,6	–	–
PV	–	–	11,0	7,1
R	15,4	10,6	–	–
RV	–	–	7,2	6,0
S	17,3	14,4	–	–
SV	–	–	15,1	12,4

Kapilarno vpojnost vode pri strjeni injekcijski masi lahko uspešno zmanjšamo s hidrofobirnimi dodatki. Če na primer dodatek predstavlja le 10% mešanice, sestavljene iz 45% cementa in 45% kremenčevega peska (v masnem razmerju), se količina vode, ki jo preizkusne prizme vpijejo

na m² površine v 24 urah, zmanjša za več kot 70%. Dodatki niso tako učinkoviti, če kremenčev pesek zamenjamo z apnenčevim. V tem primeru se pri enakih pogojih vodovpojnost zmanjša samo za 30%.

Preizkušanci iz hidrofilne injekcijske mešanice se popolnoma napijejo vode že po približno pol ure (oziroma v prvih treh urah) po vzpostavljenem stiku z vodo. Pri prizmah z dodatkom, še posebej pri vzorcih, ki so bili negovani v vlažni atmosferi, pa se vodovpojnost in kapilarni transport vode bistveno zmanjša. V najboljšem primeru je vzorec, potem ko je bil vzpostavljen stiku z vodo, vsrkal približno 1 liter vode na kvadratni meter površine že v prvih 30 minutah, dodatni liter pa v naslednjih treh dneh.

Za primerjavo lahko povemo, da je količina vode, ki jo v istem času vpije in transportira navadna cementna mešanica, približno šestkrat večja.

SKLEPI

Posamezni deli in sloji kamnitega zidu, med seboj ločeni z votlinami in razpokami, se z injektiranjem veziva povežejo v kompaktno strukturo. Z injektiranjem cementne mase lahko učinkovito protipotresno ojačimo kamnito zidovje, z injektiranjem mešanic s hidrofobirnimi dodatki pa lahko tudi učinkovito odpravimo vlago v zidovju. Oba vidika injektiranja kamnitih zidov sta bila uspešno preverjena na stavbah, ki so jih prizadeli potresi, in pa z dolgotrajnimi opazovanji.

Ker je injektiranje neviden poseg v konstrukcijo, je idealno za ojačevanje konstrukcije kulturno-zgodovinskih spomenikov, kjer je treba upoštevati principe konzervacije in restavracije spomenikov, ki močno omejujejo uporabo mnogih drugih, tehnično tudi možnih rešitev. Dolgotrajna opazovanja stavb, zainjektiranih tako s čisto cementno mešanico kot tudi s cementno mešanico z dodatki za hidrofobiranje pa so pokazala, da se v marsikaterem primeru pojavijo neprijetni stranski učinki injektiranja. Ti pojavi dokazujejo, da je treba injektiranju kamnitega zidovja velike zgodovinske vrednosti posvetiti še veliko skrbi. Problemi so kompleksni, zato bo za njihovo rešitev oziroma za razvoj zidovju prijazne injekcijske mešanice v polnem pomenu besede, tj. mešanice, ki bo ustrezala tako kriterijem, ki jih postavljajo umetnostni zgodovinarji in konzervatorji ter uporabniki stavb kot tudi zahtevam gradbenikov glede nosilnosti, treba vložiti še precej raziskovalnega dela.

Raziskave, ki jih predstavljamo v tem prispevku, pa so pokazale nekatere možnosti za rešitev problema. Z zamenjavo dela cementa z drugimi materiali in z dodajanjem sredstev za hidrofobiranje se že močno približamo zahtevam umetnostnih zgodovinarjev, konzervatorjev in uporabnikov stavb, vendar bistveno zmanjšamo trdnost injekcijske mešanice. Na srečo pa smo s preiskavami zainjektiranih zidov ugotovili, da trdnost mešanice pri potresni odpornosti zainjektiranih kamnitih zidov iste vrste in kakovosti ne igra odločilne vloge. Rezultati preiskav potresne odpornosti zainjektiranih kamnitih zidov kažejo, da bi bilo mogoče s prilagoditvijo sestave injekcijske mešanice negativne vplive cementa še dodatno zmanjšati, vendar ne na račun nosilnosti.

Ker rezultati preiskav potresne odpornosti kamnitih zidov kažejo, da trdnost injekcijske mase ni odločilni parameter

(spodnjo mejo trdnosti mase pa vsekakor določa trdnost osnovne malte kamnitega zidu), je nadaljnji razvoj zidovju prijaznih injekcijskih mešanic močno olajšan. Raziskave in opazovanja so pokazale, da je treba recepturo mešanice sestaviti tako glede na vrsto zidovja, ki se ojačuje, kot tudi glede na vse specifične probleme, ki jih je med posegom v zgodovinske stavbe treba reševati. Kot dokazujejo raziskave, se za zamenjavo precejšnjega dela cementa v sestavi injekcijskih mešanic lahko uporabljajo tudi lokalni materiali, kompatibilni z materiali osnovnega zidovja. S tem se še dodatno zmanjšajo morebitni neugodni učinki cementa, sestava mešanice pa bo skoraj popolnoma ustrezala tudi zahtevam konzervatorjev, ki ne dovoljujejo posegov v konstrukcijo z materiali, ki so tuji njeni osnovni zgodovinski strukturi.

Pred končno odločitvijo o uporabi novih mešanic na zidovju zgodovinskih kamnitih hiš pa se je o vseh vidikih njihove ustreznosti in učinkovitosti na vsak način treba prepričati z laboratorijskimi preiskavami.

ZAHVALA

V tem članku opisane raziskave so rezultat večletnega dela, ki so ga financirali Raziskovalna skupnost Slovenije, Ministrstvo za znanost in tehnologijo Slovenije, mesto Ljubljana, gradbeno podjetje SCT in Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij. Avtorja se za prispevke pri eksperimentalnem delu raziskav na tem mestu zahvaljujeta kolegi Poloni Weiss in kolegoma Tomažu Velechovskemu in Jožetu Kosu.

LITERATURA

1. Turnšek, V., S. Terčelj, P. Sheppard, M. Tomažević, »The seismic resistance of stone masonry walls and buildings«. 6th European Conference on Earthquake Engineering, Vol. 3, Dubrovnik, 1978, str. 75–82.
2. Tomažević, M., P. Sheppard, »The strengthening of stone-masonry buildings for revitalization in seismic regions«. 7th European Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, Athens, 1982, str. 275–282.
3. Sheppard, P. F., »In-situ test of the shear strength and deformability of an 18th century stone-and-brick masonry wall«. 7th International Brick Masonry Conference, Vol. 1, Melbourne, 1985, pp. 149–160.
4. Sheppard, P., M. Tomažević, »In-situ ispitivanja nosivosti zidova starih zidanih zgrada«. IV kongres saveza društava za seizmičko gradjevarstvo Jugoslavije, Vol. 2, Cavtat, 1986, str. 85–92.
5. Tomažević, M., »Some aspects of structural strengthening of historic buildings in urban and rural nuclei against earthquakes«. European Earthquake Engineering, 3 (1989) 1, Patron, Bologna, pp. 19–28.
6. Tomažević, M., P. Weiss, T. Velechovsky, V. Apih, »Možnosti ojačevanja kamnitega zidovja z injektiranjem«. Zbornik 12. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije, Bled, 1990, str. 196–203.
7. Tomažević, M. »Zidane zgradbe na potresnih območjih«, Univerza v Ljubljani, FAGG, Ljubljana, 1987.

Glavni in odgovorni urednik:

Franc ČAČOVIČ

Lektor:

Alenka RAIČ

Tehnični urednik:

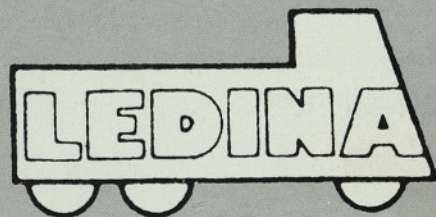
Dane TUDJINA

Uredniški odbor:

Sergej BUBNOV, Vladimir ČADEŽ,
Vojteh VLODYGA, Stane PAVLIN,
Gorazd HUMAR, Ivan JECELJ,
Jože BOŠTJANČIČ,
Andrej KOMEL,
Jože ŠČAVNIČAR, dr. Miran SAJE

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon: 221-587. Žiro račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska Tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Naročnina za člane društev znaša 1260 SIT. Za študente in upokoјence velja polovična cena. Naročnina za gospodarske naročnike znaša 12.600 SIT, za inozemske naročnike 100 US \$. Revija izhaja ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo, Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Centra za graditeljstvo. V naročnini je všteta prometni davek.

OZ »LEDINA – PREVOZ« MARIBOR p.p.

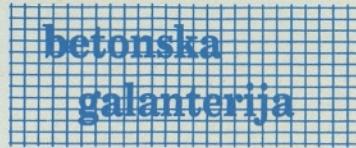


Gregorčičeva 37, 62000
Maribor

PREVOZI IN STORITVE
Z GRADBENO MEHANIZACIJO,
NIZKE GRADNJE

TEL.: 062 / 25-885,

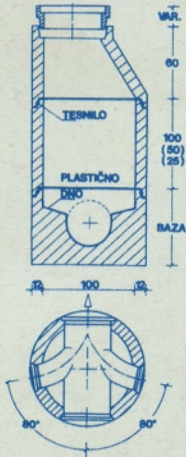
212-391



igm

NI SKRIVNOST, KAJ ZNAMO IN S ČIM SE UKVARJAMO:

- ◆ Projektiramo, proizvajamo, vgrajujemo in preiskujemo vse vrste betonov in malt
- ◆ Proizvajamo najkvalitetnejši dravski prodec za betone, malte in tampone ter drobljence za asfalte
- ◆ Krivimo in polagamo betonsko železo ter adhezijsko prednapeto jeklo za inženirsko najzahtevnejše konstrukcije
- ◆ Proizvajamo tipske montažne hale ter betonsko galanterijo za visoke in nizke gradnje

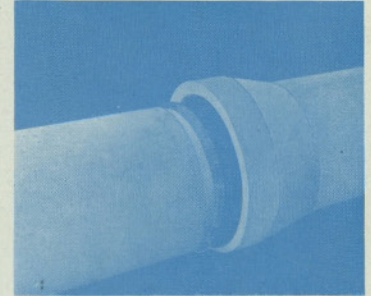


NOVO!

- ◆ Proizvajamo vodotesne cevi in vodotesne jaške!

DOBRO DELAMO, KER IMAMO:

- ◆ Mednarodno preizkušen in inovativno razmišljajoč strokovni kader, ki omogoča evropsko kvaliteto izdelkov in izvoz na zahodna tržišča,
- ◆ tehnično in tehnološko opremljeno podjetje z dobro lego in prometno povezavo,
- ◆ 150 delavcev organiziranih v petih proizvodnih obratih, ki so sposobni ustvariti 10 milijonov DEM prihodka!



ZATO SMO PREPRIČANI, DA SMO LAHKO TUDI VAŠ PARTNER.

Podjetje "IGM" p.o. Hoče, Miklavška cesta 40, tel.: 062/611-201, fax: 062/611-701

KONSTRUKTOR



MARIBOR

62000 MARIBOR, Sernčeva ulica 8

z družbami:

KONSTRUKTOR Gradbeništvo d.o.o.
KONSTRUKTOR Kovinar d.o.o.

KONSTRUKTOR Mizarstvo d.o.o.
KONSTRUKTOR Gramik d.o.o.

KONSTRUKTOR Kodel d.o.o.

KONSTRUKTOR Trgovina d.o.o.

KONSTRUKTOR Gratrans d.o.o.

NASTANITVENI CENTER d.o.o.

V našem obratu v Hočah, ki je v sestavu družbe Konstruktor Gradbeništvo d.o.o., proizvajamo in nudimo:

- armiranobetonske montažne elemente D2 in D3 program za hale razpona do 25 m
- votle prednapete armiranobetonske plošče
- betonsko galanterijo (cevi, kanaleti, robniki in plošče)
- betonske mokre mešanice vseh vrst
- železokrivske in lesarske storitve

