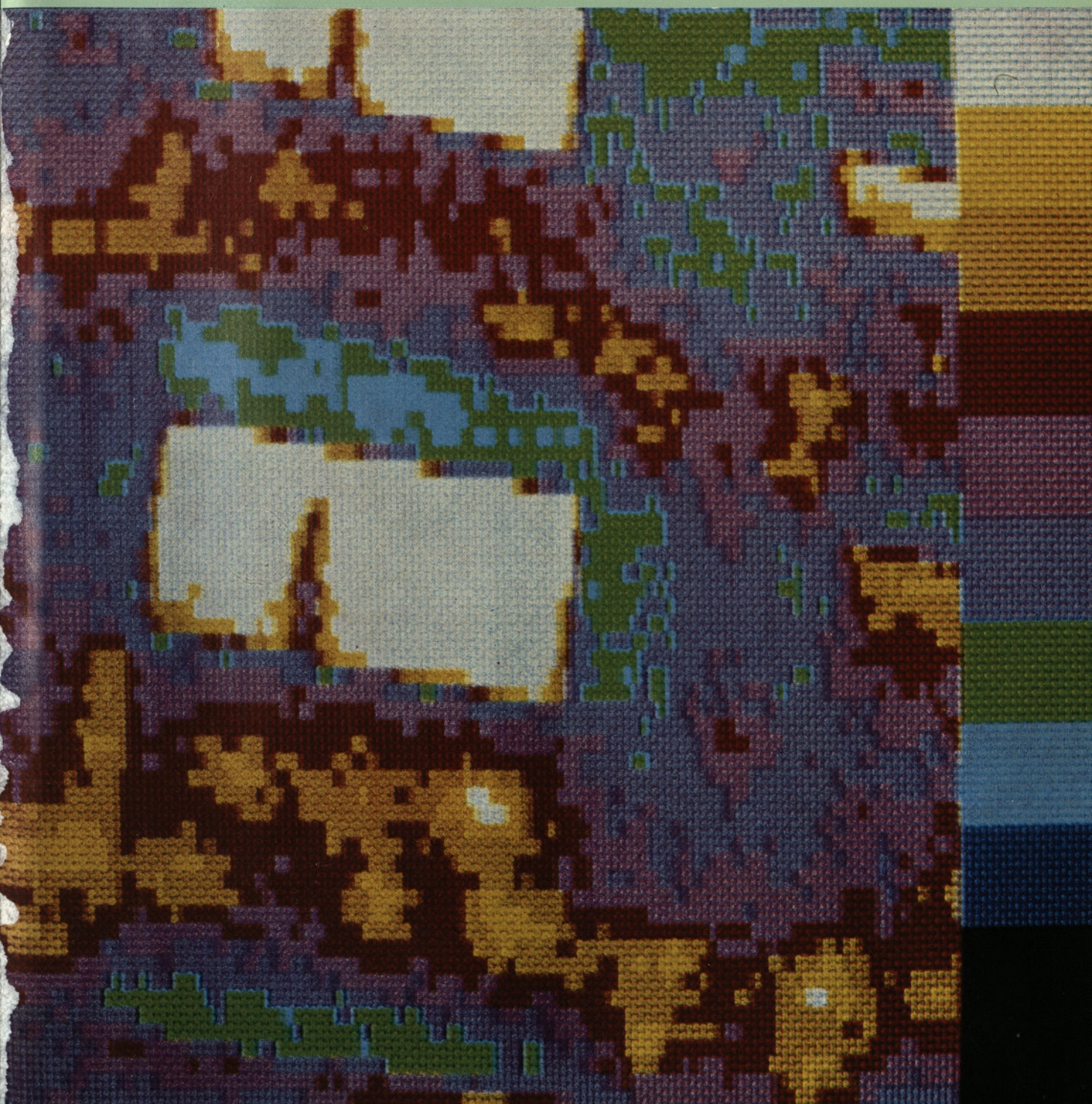


GRADBENI VESTNIK

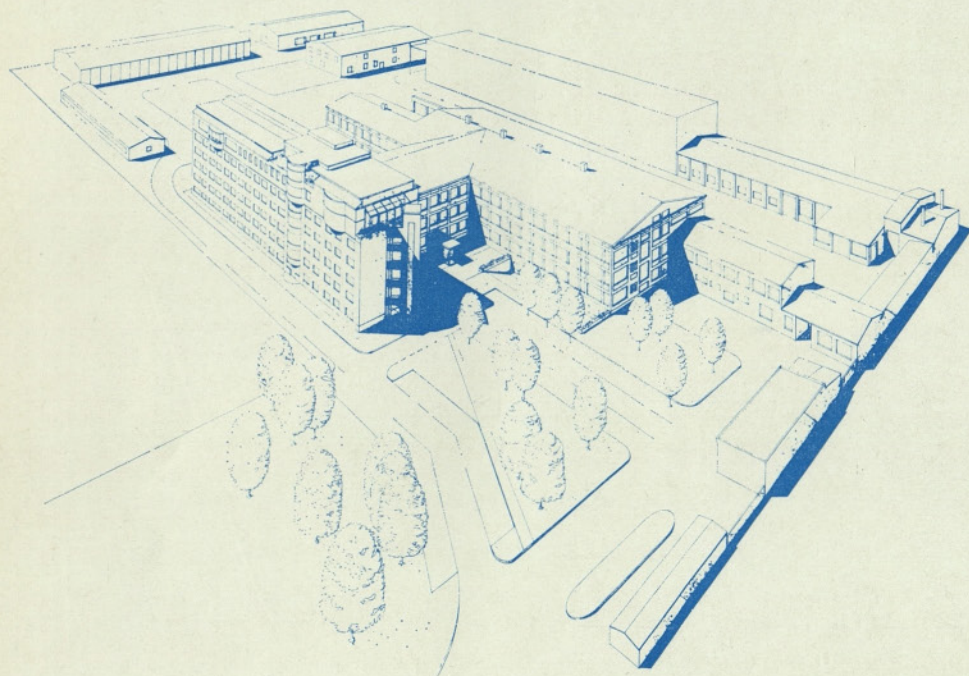
9-10

ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA
UGOTAVLJANJE TOPLOTNE ZAŠČITE ZGRADB Z INFRARDEČO KAMERO





ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA, n. sol. o.



TOZD INŠTITUT ZA CESTE LJUBLJANA n. sub. o.

TOZD GEOTEHNIKA LJUBLJANA n. sub. o.

**TOZD INŠTITUT ZA GRADBENO FIZIKO IN SANACIJE
LJUBLJANA n. sub. o.**

**TOZD INŠTITUT ZA KONSTRUKCIJE IN POTRESNO INŽENIRSTVO
LJUBLJANA n. sub. o.**

TOZD INŠTITUT ZA MATERIALE LJUBLJANA n. sub. o.

TOZD STROJNIŠTVO LJUBLJANA n. sub. o.

DELOVNA SKUPNOST SKUPNE SLUŽBE

Naslov: Dimičeva 12, 61109 Ljubljana, p. p. 54, Jugoslavija

Telefon: (061) 344 061

Teleks: 31449 YU ZRMK

Telegrami: RAZMAT

ENOTA V MARIBORU

Gorkega 1, 62000 Maribor, Jugoslavija

Telefon: (062) 23 849, 23 851

POSKUSNO RAZVOJNI CENTER

Gameljne 41, 61211 Šmartno pod Šmarno goro, Jugoslavija

Telefon: (061) 59 126

DEJAVNOSTI:

Raziskava in kontrola kakovosti vseh vrst materialov, njihovih surovin ter razvoj tehnologij za proizvodnjo in uporabo.

Raziskave tehnologij za shranjevanje odpadnih materialov in za uporabo sekundarnih surovin — varstvo okolja.

Proizvodnja specialnih materialov in njihova aplikacija.

Raziskave in kontrole s področja gradbene fizike: prostorska akustika, zvočna, toplotna in požarna zaščita ter zaščita proti vlagi.

Raziskave s področja geomehanike, inženirske geologije in izvajanje specialnih geotehniških del.

Projektiranje in izvajanje klasičnih in masovnih miniranj hribin ter specialnih miniranj objektov.

Raziskave in kontrola kakovosti na področju prometne infrastrukture.

Raziskave in kontrola kakovosti gradbenih konstrukcij.

Raziskave na področju potresnega inženirstva.

Patologija konstrukcij in sanacije.

Raziskave za povečanje trajnosti in zanesljivosti strojev, naprav in njihovih delov.

Raziskave s področja tribologije.

Raziskave na področju gradbene mehanizacije.

Tehnični nadzor žičnic.

Razvoj in izdelava laboratorijske opreme.

Umerjanje meril: sile, trdote, gostote in vlage.

Izdelava investicijskih programov, tehnične dokumentacije ter izvajanje svetovalnega inženiringa in inženiringa za objekte v obsegu problemov za katerih rešitve opravljamo študije raziskave in razvoj.

Kontrola tehnične dokumentacije.

Nadzor gradnje gradbenih in rudarskih objektov.

Izobraževanje strokovnjakov iz prakse s področja dejavnosti.

Informativno-dokumentacijska služba in računalniški center.



GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
Št. 9—10 • LETNIK 33 • 1984 • YU ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

35 LET ZRMK	219
POGLEDI RAZISKOVALCEV ZRMK NA GRADBENO-FIZIKALNO PROBLEMATIKO	221
Jože Boštjančič: TOPLOTNA ZAŠČITA ZGRADB	221
Jože Urbas: PREVENTIVNA GRADBENA POŽARNA ZAŠČITA	223
Savo Volovšek: ZVOČNA ZAŠČITA ZGRADB	225
Peter Žargi: ZAŠČITA OBJEKTOV PRED NAVLAŽENJEM	227
Jaš Žnidarič: IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI GRADBENIH MATERIALOV IN KONSTRUKCIJ	229
Milenko Rebič: PORAZDELITEV KRITIČNE IN PORUŠNE OBREMENTITVE IN DOLOČITEV FAKTORJA POKLJIVOSTI	233
Roko Žarnič in Miha Tomažević: OBNAŠANJE ARMIRANOBETONSKIH OKVIROV Z ZIDANIMI POLNILI PRI POTRESNIH OBTEŽBAH	237
Andrej Gamberger: RAZVOJNO-RAZISKOVALNA DEJAVNOST NA PODROČJU TEHNIKE ZA OBVAROVANJE ČISTEGA OKOLJA	250
Ivo Cerovšek: ZAČETKI IN RAZVOJ LABORATORIJSKE OPREME	253

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV

Lektor: ALENKA RAIČ

Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIČ

Uredniški odbor: NEGOVAN BOŽIČ, VLADIMIR ČADEŽ, JOŽE ERŽEN, IVAN JECELJ, ANDREJ KOMEL, STANE PAVLIN, FRANC ČAČOVIČ, BRANKA ZATLER

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 221 587. Tek. račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina skupaj s članarino znaša 400 din, za študente 90 din, za podjetja, zavode in ustanove 2000 din. Revija izhaja ob finančni podpori Raziskovalne skupnosti Slovenije, Splošnega združenja gradbeništva in IGM Slovenije in Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana.

Iz naših kolektivov
From our enterprises

OZD GIP GRADIS, Ljubljana	256
SGP GROSUPLJE, Grosuplje	256
SGP PRIMORJE, Ajdovščina	257
SGP KONSTRUKTOR, Maribor	257
VODNOGOSPODARSKO PODJETJE MARIBOR	257
GIP VEGRAD, Titovo Velenje	258
ZDRUŽENO GLASILO MARIBORSKIH GRADBENIKOV	258
SGP SCT, Ljubljana	258
SGP PIONIR, Novo mesto	259
IMP Ljubljana	259

Vesti in informacije
News and informations

JUGOSLOVANSKI SEJEM GRADBENIŠTVA IN GRADBENIH MATERIALOV Z MEDNARODNO UDELEŽBO V GORNJI RADGONI OD 1. DO 7. APRILA 1985 259

**Informacije Zavoda za raziskavo
materiala in konstrukcij Ljubljana**
**Proceedings of the Institute for
material and structures
research Ljubljana**

RADIALNE NAPETOSTI V ZAKRIVLJENIH LESENIH LEPLJENIH NOSILCIH (drugi del) — inž. Jelena Srpčič	262
UMETNE MARMORNE PLOŠČE — inž. Tomo Gečev, inž. Janez Gjura in Anton Čuk	266

Slika na naslovni strani prikazuje termografski posnetek fasade montažne zgradbe. Različne barve predstavljajo različne temperature površin, ki se v tem primeru razlikujejo po 0,6 stopinje. Zaporedje temperatur je razvidno iz barvne skale na desnem robu slike, pri čemer je bela barva najtoplejša in črna najhladnejša. Toplotne izgube so največje tam, kjer je površina najtoplejša, torej skozi okno. Izrazi to so vidni toplotni mostovi na stikih in pritrdiščih fasadnih elementov.

Aparatura omogoča meritve od -20°C do $+800^{\circ}\text{C}$. Največja natančnost pri optimalnih pogojih je 0.1 stopinje.

Glavni in odgovorni urednik: SERGEI RUBINOV

Ихотот: АЛЕНКА РАЛІЌ

Tehnični preglednik: DUSAN LAŠOVIĆ

C. VLADIMIR GABES, JOSE ERLEN, IVAN

PAVLIN, FRANC ŠAČOVIĆ, BRANKA ZATLER

... inženjerske in tehniške slovenske, ljubljanske, in

a tiskarja Tone Tomšič v Ljubljani. Nevija

ante 90 din, za podjele, zavode in ustanove 1990

e, *Spilonega xanthus* (Fabricius) in 1842.

terials in construction technology.

35 let ZRMK

35 let obstoja delovne organizacije je obdobje, ko se izkristalizirajo smernice in načela, po katerih ustanova živi in se razvija. Težko je danes presoditi, ali so najbolj uspešna leta razvoja že za nami ali še pred nami. Vendar je dejstvo, da se je v tem času iz gradbenega laboratorija z 12 zaposlenimi ob entuziazmu peščice strokovnjakov pod vodstvom prof. Viktorja Turnška zavod razvil v ustanovo s skoraj 500 delavci. Sodi med največje slovenske raziskovalne organizacije, v kateri sodeluje 130 akademsko izobraženih sodelavcev različnih usmeritev. Raziskujejo v šestih TOZD, ki med seboj samostojno gospodarijo, a se po potrebi združujejo ob skupnih problemih in nalogah. Žal poteka združevanje, kljub možnostim za uveljavljanje interdisciplinarnih raziskav, izredno težko. Težave se kažejo znotraj kakor tudi zunaj zavoda. Če v kratkem strnemo značilnosti, ki predstavljajo ZRMK, bi omenili naslednje:

— Delo zavoda je organizirano kot prepletanje raziskovalne, svetovalne, razvojno-aplikativne in kontrolne dejavnosti. Tak splet omogoča celovitejši pristop k obravnavanju problematike raznih področij in hitrejši pretok strokovnih spoznanj in izkušenj v prakso.

— V raziskovalni dejavnosti izpolnjuje zavod svoje družbeno poslanstvo z delom na temeljnih, uporabnih in razvojnih raziskavah. Tesno se povezuje z mnogimi delovnimi organizacijami in se tako vključuje v reševanje ekonomskih in družbenih problemov.

— S svojimi dosežki se vključuje v mednarodno raziskovalno delo, saj sodeluje z vrsto ustanov in osebnosti.

35. obletnico smo praznovali z odprtjem novih laboratorijev. Predsedstvo SFR Jugoslavije je zavod odlikovalo za posebne zasluge in prispevke h gospodarskemu napredku države s podelitvijo reda dela z zlatim vencem.

Naziv častnega člana zavoda smo podelili tovarišu Ivanu Mačku-Matiji. Priznanja in nagrade so prejeli najzaslužnejši delavci zavoda. V letu praznovanja smo ponosni na delavca zavoda, ki sta prejela priznanje sklada Borisa Kidriča, in tiste, ki so bili nagrajeni za patente in inovacije.

Proslava ob 35. obletnici zavoda je bila 18. maja v Cankarjevem domu. Slavnostna govornika na proslavi sta bila predsednik delavskega sveta zavoda Vladimir Bras in podpredsednik slovenskega izvršnega sveta prof. dr. Boris Frlec. Zato naj sklenemo te uvodne besede z nekaj mislimi iz njunih govorov.

Zgodovino zavoda povzemamo iz govora Vladimirja Brasa:

»V zvezi z izrednimi nalogami, ki so bile takoj po drugi svetovni vojni postavljene pred naše gradbeništvo, so bile za reševanje problemov grajenja in kontrolo kvalitete ob večjih gradnjah ustanovljene posebne strokovne skupine. Te skupine so se pozneje povezale v »gradbeni laboratorij« in »biro za napredek« v sklopu ministrstva za gradnje, ki je bilo v tisti dobi neposredni organizator celotne gradbene dejavnosti. Iz gradbenega laboratorija, kjer je bilo v začetku zaposlenih 12 delavcev, se je razvila bolj organizirana oblika dela za napredek gradbeništva z ustanovitvijo Gradbenega inštituta. Ustanovljen je bil z uredbo ministrstva za gradnje vlade Ljudske republike Slovenije z datumom 18. julija 1949, ki ga štejem za rojstvo gradbenega inštituta oziroma našega zavoda.

Idejno zasnovo za dejavnost inštituta je dalo ministrstvo za gradnje, ki ga je takrat vodil tov. Ivan Maček-Matija. Vodilo pri zasnovi inštituta je bilo, naj se oblikuje po vzorcu podobnih institucij za preiskavo materiala v svetu. Leta 1952 je bilo z odločbo o ustanovitvi Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij določeno njegovo poslovanje kot ustanova s samostojnim financiranjem. Že julija 1954 pa je prešel na poslovanje kot »finančno samostojni zavod«.

Leta 1961 je bila na temelju zakona o znanstvenih zavodih izdana uredba Izvršnega sveta SR Slovenije o preosnovanju ZRMK v znanstveni zavod.

Leta 1975 se je zavod preoblikoval v šest temeljnih organizacij.

Če samokritično pogledamo na to pomembno prelomnico, lahko ugotovimo pozitivne in negativne posledice. Med pozitivnimi je vsekakor prenos samoupravnega odločanja in skrb za ustvarjanje dohodka na širok krog samoupravljalcev v temeljnih organizacijah, med negativne posledice pa moramo šteti upadanje posluha za teamsko sodelovanje zaradi zapiranja v kroge temeljnih organizacij, težave pri sporazumevanju za širše akcije in s tem zmanjševanje poslovnega ugleda celovite delovne organizacije«.

Opis dejavnosti zavoda iz govora dr. Borisa Frleca:

»Danes 485 delavcev v Zavodu s svojim raziskovalnim, razvojnim in odgovornim strokovnim delom deluje na presenetljivo širokem spektru dejavnosti.

Opravlja strukturne in mineraloške preiskave, preiskujejo lastnosti kamnin in sekundarnih

surovin za predelavo v agregate za potrebe gradbeništva, raziskujejo lastnosti cementov, silikatnih in drugih mineralov. Razvijajo nove možnosti uporabe zračnih veziv, kot so apno, mavec in magnetit. Posebno pozornost posvečajo preiskavam lastnosti betonov, raziskujejo surovine in razvijajo tehnologije proizvodnje gradbene in tehnološke keramike. Dalje preiskujejo bitumenska veziva, hidroizolacijske mase in sisteme, pa tudi organske umetne snovi od termoplastov prek duroplastov do elastov. Seveda bi bili raziskovalni in razvijalni napor zavoda na področju gradiv nepopolni, če se ne bi ukvarjali tudi z raziskavami kovin in zlitin ter lesa, lesnih konstrukcijskih polizdelkov, stekla in drugih materialov.

Sodelavci zavoda se aktivno vključujejo v razvoj tehnologij ter kontrolo kakovosti gradbenih polizdelkov, zajemanje in predelavo industrijskih odpadkov ter razvoj tehnologij za proizvodnjo novih gradiv iz odpadnih materialov.

Pomemben del njihovih dejavnosti je usmerjen v raziskave mehanike zemljin in skal. Na tem področju bi brez dobrega geomehanskega laboratorija, brez geologov in geofizikov ne mogli projektirati geotehničnih del in uvajati novih tehnoloških postopkov za globoko temeljenje, zaščito gradbenih jam in brežin, za injekcijske zaves in za konsolidacijo tal in plazovitih področij. Z raznolikimi meritvami opazujejo hidrotehnične objekte, ukvarjajo se s kamnolomi in tehnologijo razstreljevanja. Njihova vloga in znanje pri projektiranju in gradnji cest, železnic in letališč je nepogrešljiva. Posebno pozornost usmerjajo v nadzor kakovosti zgornjega ustroja vozišč.

Zavod sodeluje z gradbeno operativno pri razvoju novih masivnih konstrukcij, jih laboratorijsko preiskujejo tako v celoti kot tudi po posameznih elementih. Za naše razmere je izredno pomembna aktivnost zavoda na področju potresnega inženirstva, kovinskih in lesenih konstrukcij. V zavodu merijo in analizirajo obremenitve, ki delujejo na elemente ali sklope strojnih konstrukcij, opravljajo preiskave, kontrolo in prevzeme žičnic. Kadar gre za zapleteno zasnovo konstrukcij, uporabljajo modelne preizkuse, da bi prišli do ključnih podatkov o uspešnosti konstrukcije.

Ugotavljajo bolezenske znake objektov, vzroke poškodb na gradbenih materialih in konstrukcijah ter projektirajo zdravljenje poškodovanih konstrukcij. Ukvarjajo se z zvočno zaščito in prostorsko akustiko, toplotno zaščito in zaščito pred vlago. In končno preiskujejo vse vrste gradbenih konstrukcij na suhem in v vodi glede na njihovo odpornost proti ognju, študirajo vpliv ognja na take konstrukcije ter raziskujejo hitrosti širjenja požara v različnih okoliščinah.

Vse te dejavnosti, navedene le na kratko, po svojem pomenu in razsežnostih presenečajo in obenem kažejo, da pomemben del naše tehnološke sedanjosti in prihodnosti ne bi bil mogoč brez Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij. Dokazujejo, da je zavod v 35 letih svojega obstoja izpolnil pomembno vlogo, ki mu jo je naložila družba. Dokazujejo, da je zavod te naloge sposoben reševati in razvijati tudi v bodoče.

Vse te dejavnosti ne bi bile mogoče, če zavod ne bi smiselno povezoval gradbenikov, kemikov, strojnikov, geologov, metalurgov in drugih strokovnjakov v interdisciplinarno in multidisciplinarno organizacijo, ki se je sposobna polotiti tudi drugih, še zahtevnejših nalog.

Zavod si je z rezultati dela v 35 letih uspel zagotoviti pomemben mednarodni ugled, ima številne povezave s sorodnimi institucijami po svetu, predvsem pa je postal integralni, nepogrešljivi del našega združenega dela, saj je 90 % njegovega prihodka vezanega na neposredno menjava dela z gospodarstvom. Ob tem velja ugotoviti, da je preostalih 10 % prihodka zavoda vezanih na sredstva Raziskovalne skupnosti Slovenije, ki omogoča raziskovalno delo brez opredeljenega uporabnika. Vse premalo se zavedamo, da so najdragocenejši rezultati tega dela dejavnosti ljudje, ki znajo, ki jih je raziskovalno delo usposobilo za ustvarjanje novega znanja. To je tista in edino tista kvaliteta znanja, ki nas resnično enakopravno uvršča na mednarodno tržišče, ki nas postavlja v vrsto z razvitimi. V tej družbi se lahko uveljavimo le z novimi, originalnimi pristopi, z novimi tehnologijami, ki smo jih nedvomno sposobni ustvarjati in uveljavljati.

Začrtani program dela zavoda je usmerjen v razvoj novih gradiv za nove zahteve. Dosedanji uspehi zavoda nam jamčijo, da bo našo industrijo lahko oskrbel z novimi gradivi tako, da bo kos izizvomu prihodnosti. Ta zajemajo tudi kombinirana gradiva: gradiva, ojačena z vlakni, večplastna gradiva, površinsko utrjena gradiva, lahka gradiva, polimerna gradiva s posebnimi lastnostmi. Zavod bo svoje napore usmerjal še naprej v razvoj inovatorstva tehnologij sestavnih delov in s študijem bioloških poškodb tehničnih gradiv dopolnjeval široko paleto svojih preiskav gradiv. Z ugotavljanjem obremenitev med obratovanjem, z določanjem življenjske dobe tehničnih izdelkov bo pomembno prispeval k racionalni uporabi gradiv, k optimizaciji sestavnih delov in konstrukcij in s preprečevanjem čezmernega načrtovanja povečeval racionalno uporabo gradiv in s tem tudi konkurenčnost izdelkov na domačih in tujih tržiščih.

Zavod torej dobesedno pomaga graditi našo sedanjost in prihodnost.

Pogledi raziskovalcev ZRMK na gradbeno fizikalno problematiko

UDK 699.8

Uvod

Na Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij se že od ustanovitve dalje srečujemo z različnimi problemi, ki so gradbeno-fizikalne narave in sodelujemo pri njihovem razreševanju. Pri tem delu smo si pridobili številne izkušnje in dober pregled nad doseženim stanjem. Menimo, da le-to ni zadovoljivo, zato smo se odločili, da širšo strokovno javnost seznanimo z razmerami, kakršne vidimo z našega zornega kota. V nadaljevanju navažamo za posamezna področja gradbene fizike, s katerimi se najintenzivneje ukvarjamo, opis obstoječega stanja in predloge za njegovo izboljšanje.

Toplotna zaščita zgradb

UDK 699.86

JOŽE BOŠTJANČIČ

V večini zgradb želimo določeno mikroklimo. Pri tem mislimo na notranje pogoje, ki so primerni za ugodno in zdravo bivanje in delo ljudi, rejo živali ali shranjevanje občutljivih materialov. Na mikroklimo v notranjosti vplivamo na različne načine: z lokacijo, orientacijo in zasnovo zgradbe ter s sistemom za njeno ogrevanje ali ohlajanje.

Poseben pomen ima zasnova obodnih elementov zgradb (strehe, stene, tla, stropovi, stavbno pohištvo). Od njihove oblike in sestave je odvisno, kako zgradba izgublja ugodne vplive zunanje klime in do kakšne mere je notranjost zaščitena pred neugodnimi zunanjimi vplivi. Z razumno zasnovo zgradbe in s tem tudi njene toplotne zaščite se je mogoče želenim pogojem močno približati in tako zmanjšati porabo energije za dodatno ogrevanje ali ohlajanje na minimalno mero. Iz podatkov Republiškega komiteja za energetiko (Program ukrepov za realizacijo pridobivanja, pretvarjanja, transporta in porabe energije) je razvidno, da za ogrevanje zgradb porabimo več od tretjine vse uporabljene energije, da znaša izkoristek energije na tem sektorju le 45 % in da so možni energetski prihranki do 40 %. Na področju optimalne toplotne zaščite imamo velike možnosti za izboljšave z velikimi ekonomskimi učinki. Zmanjšanje porabe goriv za ogrevanje zgradb pa pomeni istočasno tudi bistveno zmanjšanje onesnaževanja okolja, ki je že zdavnaj preseglo kritično mejo. Toplotna zaščita pa ima še en pomen, na katerega pogosto pozabljamo. Z njo namreč zaščitimo tudi zgradbo pred poškodbami, ki bi jih sicer povzročili neugodni zunanji klimatski pogoji.

Približno tak je današnji pogled gradbenih fizikov na toplotno zaščito. Da pa ni minilo mnogo časa od takrat, ko je večina gledala na toplotno

zaščito poenostavljeno, se vidi iz naslednjega prikaza nastanka naše zakonodaje s tega področja.

V času, ko so gradili zgradbe iz debelih zidov, ko sta bila energija in njena cena dostopni in ko so bile zahteve po ugodnih bivalnih ter delovnih pogojih manjše, je zadostovala le zahteva, da toplotna izolacija zidov ne sme biti manjša od toplotne izolacije zidov debeline 38 cm iz polne opeke. To merilo izpred 2. svetovne vojne so zapisali tudi v Strokovno priporočilo za uporabo opeke pri zidanju zidov, sten in stropov stanovanjskih stavb, ki sta ga leta 1958 izdelala Sekretariat izvršnega sveta za urbanizem, stanovanjsko izgradnjo in komunalne zadeve ter Sekretariat izvršnega sveta za industrijo in obrt.

Bistven napredek je bil dosežen leta 1966, ko je naš Zavod izdelal Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu in ga objavil v Informacijah Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij (Gradbeni vestnik 1966, št. 3 in 4). Predlog je razdelil področje Jugoslavije na tri klimatske cone, podal definicije pojmov s področja toplotne zaščite in predvidel maksimalno dovoljenje toplotne prehodnosti za obodne elemente zgradb. Ta predlog so mnogi projektanti upoštevali tudi potem, ko je leta 1967 izšel v Uradnem listu SFRJ, št. 45 Pravilnik o minimalnih tehničnih pogojih za graditev stanovanj, ki pa je toplotno zaščito obravnaval v zelo skromnem obsegu.

Nadaljnji napredek na področju predpisov pomeni Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za toplotno zaščito zgradb, ki je bil leta 1970 objavljen v Uradnem listu SFRJ, št. 35-428 in je veljal kar 10 let. Pravilnik je temeljil na že omenjenem predlogu našega Zavoda, s tem da je vseboval nekatere nekoliko povečane zahteve.

Vse večje pomanjkanje energije in stalno povečanje njene cene je kmalu pokazalo, da so zahteve veljavnega Pravilnika daleč od optimalnih vrednosti. Dosežen nivo toplotne zaščite naših zgradb in podatek o veliki količini energije, ki jo trošimo za ogrevanje zgradb, sta opozarjala, da je v optimizaciji toplotne zaščite velika rezerva za energetske prihranke. Pravilniku so manjkali tudi nekateri elementi, katerih upoštevanje zagotavlja normalno gradbeno-fizikalno delovanje zgradbe. Pogosto se je zato dogajalo, da so se na zgradbah (zlasti sodobnejših) kljub upoštevanju zahtev pravilnika pojavljale poškodbe oziroma težave.

Neusklajenost pravilnika s potrebami časa je pripeljala do novih predpisov. Leta 1980 so namreč za območje Jugoslavije pričeli veljati standardi s področja toplotne tehnike v gradbeništvu JUS U.J5.510, JUS U.J5.520, JUS U.J5.530 in JUS U.J5.600. Prvi trije standardi se nanašajo na izra-

čunavanje toplotne prehodnosti (JUS U.J5.510), difuzije (JUS U.J5.520) in toplotne stabilnosti v polletnem obdobju (JUS U.J5.530). Standard JUS U.J5.600 — Tehnični pogoji za projektiranje in gradnjo zgradb — je najpomembnejši, saj določa kriterije za toplotno zaščito. Glede na pravilnik pomeni znaten napredek, saj je popolnejši in določa realnejše vrednosti minimalne toplotne zaščite.

Standard JUS U.J5.600 ne vsebuje določil, ki se nanašajo na toplotno zaščito zgradb z razčlenjeno zasnovo. Poznavajoč osnutek standarda, je bil za področje Slovenije izdelan Pravilnik o dopustih toplotnih izgubah zgradb, ki je izšel leta 1979 v Uradnem listu SRS št. 12 in ki toplotne izgube omejuje glede na razmerje med zunanjo površino zgradbe, skozi katero prehaja toplota, in volumnom zgradbe, ki ga tvori ta površina. Pravilnik torej navaja projektante, da se odpovedo razčlenjevanju zgradb ali pa da jih izolirajo znatno bolje od zahtev standarda.

S primerjavo razvoja predpisov v razvitejših deželah in razvojem naših predpisov ugotavljamo, da smo sledili dogajanja z zamudo. Poudariti pa moramo, da so nekatere ustanove (med njimi tudi naša) ter nekateri posamezniki pravočasno opozarjali na pomen toplotne zaščite. Rezultat tega prizadevanja je marsikatera zgradba ali celo kompleks zgradb, ki se tudi v sedanjih zaostrenih razmerah obnašajo varčno in neproblematično.

Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij že približno 30 let sodeluje pri reševanju problematike toplotne zaščite zgradb. Pri svojem delu smo prišli do prepričanja, da so mnogi pomen toplotne zaščite predolgo podcenjevali oziroma da se marsikdo njenega pravega pomena ne zaveda še niti danes. Posledica tega je stanje, s katerim ne moremo biti zadovoljni. Čeprav nimamo številčnih podatkov, smo prepričani, da imamo zaradi napačnih pristopov na tem področju ogromno gospodarsko in drugo škodo.

Zgornje navedbe bi lahko dokazali na podlagi številnih primerov, ki smo jih obravnavali v zadnjem času. V marsikateri sodobni zgradbi (med te vključujemo tudi množično družbeno gradnjo) se ljudje ne počutijo dobro in živijo celo v nezdravih razmerah. Razlog zato vidimo v prenizkih ali previsokih temperaturah zraka v notranjosti zgradbe, prepihu, podhlajenosti in navlaženosti obodnih površin zgradbe, pojavu plesni itd.

Zaradi neustrezne toplotne zaščite često trošimo prevelike količine energije, kar znatno povečuje stroške in vodi do pomanjkanja energije.

V primerih, kjer sta toplotna zaščita in sistem ogrevanja poddimenzionirana, so razmere še slabše. Na zgradbah se pojavljajo gradbene poškodbe, ki bistveno pokvarijo njihovo funkcionalnost, varnost in estetski videz.

Navedene probleme je mogoče tolerirati le do določene stopnje, nato pa so potrebni sanacijski po-

segi, ki so pogosto obširni, zahtevni in dragi. Menim, da je prav področje toplotne zaščite tisto na področju graditeljstva, pri katerem trošimo brez potrebe največja sredstva.

Po našem mnenju so vzroki za nezadovoljivo stanje naslednji:

Veljavni predpisi (standardi in pravilnik o dopustnih toplotnih izgubah) so kljub pomanjkljivosti in napakam, ki jih je pokazal čas, solidna osnova za projektiranje in izvajanje toplotne zaščite zgradb. Večjo težo vidimo v izvajanju teh predpisov.

V mnogih projektih opazamo, da je področje toplotne zaščite obdelano pomanjkljivo: brez potrebnih opisov, računskih dokazov in detajlov. Večkrat je v projektu predvidena le minimalna toplotna zaščita, predvidene s predpisi, zgodi pa se tudi, da niti ne dosega teh zahtev. Projektanti, ki jim je gradbena fizika manj poznana, se radi zanašajo na znanje in iznajdljivost izvajalcev, kar pa po našem mnenju ni pravilno. S tem da je bila pred leti opuščena zunanja revizija projektov, se je možnost za realizacijo pomanjkljivih projektov močno povečala.

Mentaliteta, ki še vedno vlada v nekaterih krogih graditeljstva, da spada toplotna zaščita zgradb med »obrtiška« dela, je pogosto vzrok za nestrokoven pristop k izvajanju. Četudi gre za izolacijo velikih površin in angažiranje znatnih sredstev, se pogosto zgodi, da pride izvajanje v roke premalo kvalificiranim izvajalcem. Pomanjkljiv je pogosto tudi nadzor, zato se dogaja, da izvajalci iz različnih (tudi neopravičenih) razlogov odstopajo od zasnove v projektu, kar praviloma kvaliteto le znižuje.

Na področju materialov ugotavljamo, da imamo na razpolago kvalitetne toplotno izolacijske materiale, da pa so pogosto problematični materiali, s katerimi so le-ti zaščiteni (npr. razne kritine, ometi, obloge, itd.). Vzrok za to je pomanjkanje reprodukcijskih materialov, zastarela tehnologija, pa tudi neupoštevanje predpisov o kakovosti (ki so pogosto tudi nepopolni in pomanjkljivi). Nepravilne sestave sistemov, v katerih je toplotna izolacija, pogosto povzroči, da se le-ta navlaži in izgubi svoje toplotno izolacijske sposobnosti.

Menimo, da bi bilo potrebno kot osnovo za nadaljnje delo izdelati analizo, s katero bi ocenili gospodarsko in drugo škodo, ki jo povzroča neustrezna upraba toplotne zaščite zgradb. Prepričani smo, da bo rezultat analize prepričal vsakogar, da so v optimalni toplotni zaščiti velike možnosti za izboljšave ter prihranke in da vlaganje v njen razvoj pomenijo večkratne ekonomske ter druge učinke.

Napredek bo mogoče doseči le v primeru, če bomo bistveno izboljšali sistem šolanja in raziskovalnega dela.

Toplotno zaščito bo potrebno vključiti v bistveno širši in temeljitejši obliki v sistem izobraževanja na vseh stopnjah šolskega sistema v graditelj-

stvu. Vzgojiti bo potrebno kadre, ki bodo sposobni zasledovati, raziskovati, projektirati in izvajati sisteme optimalne toplotne zaščite. Širšo strokovno in drugo javnost bo potrebno tekoče informirati o stanju stroke o možnostih, da tudi sama pripomore k izboljšanju stanja.

Raziskovalno delo, doslej ni bilo usklajeno in organizirano, naj se odvija po enotnem raziskovalnem programu. Korak v tej smeri je projekt Optimalna toplotna zaščita zgradb, ki jo je oblikoval projektni svet, ki je bil leta 1982 imenovan pri Posebni raziskovalni skupnosti za graditeljstvo (PORS-06). S tem projektom smo povezali vsa posamezna raziskovalna prizadevanja v logično celoto, ki jo bomo izvajali z združenimi raziskovalnimi kapacitetami in združenimi denarnimi sredstvi. Sedaj razpoložljiva sredstva so bistveno premajhna za učinkovito raziskovalno delo, zato menimo, da bo potrebno za ta namen uporabiti tudi del (zadostoval bo že majhen del!) velikih sredstev, ki jih bomo v bližnji prihodnosti aktivirali v smer pridobivanja dodatne energije.

Z raziskovalnim delom bo potrebno med drugim razrešiti številne dileme, ki se pojavljajo tudi

drugod po svetu. Ena od teh je na primer najprimernejša uskladitev toplotne izolacije zgradbe, sistema za njeno ogrevanje in usposobljenosti za pasivno izrabljanje sončne energije. Druga dilema se nanaša na najprimernejše prezračevanje zgradb, saj trenutno tesnost zgradb povečujemo, istočasno pa povečujemo v njih vlago in ustvarjamo plesen. Naslednja dilema nastopa v zvezi z definicijo optimalne toplotne zaščite, saj so naši ekonomski parametri praktično nepredvidljivi.

Od raziskovalnega dela pa pričakujemo tudi predloge, ki bodo rabili za dopolnitev manjkajočih in za izboljšavo obstoječih predpisov. Vzporredno s predpisi bo potrebno izdelati tudi navodila za projektiranje in izvajanje toplotne zaščite, ki bodo projektantom in izvajalcem olajšala delo. V bodoče bo potrebno urediti vse potrebno, da bomo predpise tudi izvajali.

Probleme na področju materialov bomo bistveno zmanjšali tako, da bomo razvijali celovite sisteme, ki bodo upoštevali vse kriterije, ki so pomembni za normalno delovanje. Inicijativo morajo prevzeti proizvajalci materialov, ki naj uporabnikom ponudijo že razvite in preverjene sisteme.

Preventivna gradbena požarna zaščita

UDK 699.81

Preventivna gradbena požarna zaščita je veda, katere cilj je čim bolj spoznati razvoj požara v zgradbah in na podlagi teh spoznanj zagotoviti optimalne gradbene ukrepe za preprečitev njegovega nastanka oziroma za njegovo čim počasnejše širjenje. To naj zagotovi možnost evakuacije ljudi, možnost gašenja v čim bolj zgodnji fazi požara in čim manjšo izgubo materialnih dobrin.

Posledica takega cilja je, da se zagotovijo ukrepi, ki v vsakem primeru omogočajo varno evakuacijo. Ukrepi, ki naj preprečijo velike materialne škode, naj bi bili usklajeni s stopnjo rizika, da pride do požara in z višino škode, ki jo požar lahko povzroči. Nekoliko pretirano rečeno to pomeni, da morajo ukrepi, ki naj zaščitijo ljudi, zagotoviti njihovo evakuacijo, preden je zgradba uničena. Ukrepi, ki naj zagotovijo čim manjšo škodo, se ne ozi-
rajo toliko na varnost človeka, njihov cilj je le čim manjša škoda.

Tako ekstremno orientirane ukrepe uporabljamo le redko, običajno imamo kombinacijo, ki naj najprej zagotovi varno evakuacijo in nato še čim manjšo škodo.

Glavni parametri gradbene protipožarne zaščite so naslednji:

Avtor: mag. Jože Urbas, dipl. inž. kem., ZRMK TOZD Inštitut za konstrukcije in potresno inženirstvo

JOŽE URBAS

- zaščita oziroma protipožarna odpornost konstrukcije objekta,
- delitev objekta na požarne in dimne sektorje,
- razporeditev, dimenzije in zaščita izhodnih poti in izhodov,
- zaščita prostorov s povečano nevarnostjo nastanka požara,
- zaščita vertikalnih odprtín v objektu in
- uporaba ustreznih konstrukcijskih, izolacijskih in obložnih materialov.

Iz gornjih parametrov je razvidno, da sta glavna dejavnika, ki nastopata pri gradbeni protipožarni zaščiti, material, ki ga uporabimo, in konstrukcijski elementi — nosilni in predelni.

Oba pojma sta sicer logično povezana, v požarni terminologiji pa je njun pomen za širjenje požara različen.

Gradbeni materiali — konstrukcijski, izolacijski in predvsem obložni so pomemben dejavnik predvsem v prvi fazi požara. Njihove lastnosti, ki jim pravimo reakcije na ogenj, bistveno vplivajo na hitrost širjenja požara in na sproščanje strupenih plinov in dima in tako kontrolirajo možnost evakuacije in gašenje v določenem požarnem sektorju. Te reakcije na ogenj so: vnetljivost, hitrost gorenja, hitrost širjenja plemena po površini, kalorična vrednost, gostota in toksičnost dima. Omenjene

lastnosti vplivajo na čas nastanka situacije v požarnem sektorju, ki ji pravimo »flash over«. Ta izraz pomeni, da v določenem trenutku, ko nastopi v prostoru določena temperatura, vsi gorljivi materiali v trenutku zagorijo in plameni popolnoma zajamejo celoten prostor. Ti časi so se z uporabo modernih plastičnih materialov bistveno skrajšali, od ca. 10 min pri klasičnih materialih, na 1–2 min pri penjenih plastikah. Poseben problem so velike količine zelo toksičnih plinov in gostega dima, ki lahko onemogočijo evakuacijo že pred točko »flash over«. Od te točke naprej imamo opraviti z razplamtelim požarom, katerega potek kontrolira količina in oblike gorljivih snovi v prostoru, velikost odprtih v stenah in toplotne karakteristike mejnih ploskev požarnega sektorja. Bolj ali manj pa se odvisnost temperature od časa pri razvitem požaru približa eksperimentalno dobljeni krivulji, s katero je definiran standardni požar po JUS U.J1.070. V taki fazi je pomembno, da ostane požar čim dlje zaprt v požarnem sektorju, kjer je nastal, da omogočimo evakuacijo iz drugih sektorjev, da ga pogasimo ali celo, da se sploh ne razširi izza meje požarnega sektorja. Lastnost, ki pove, koliko časa bo pregrada zadržala požar, se imenuje ognjeodpornost. Ognjeodpornost pregradnega elementa je torej čas, ki je potreben, da pride do prehoda požara na drugo neizpostavljeno stran elementa.

Poznamo pa še druge vrste ognjeodpornosti, ki povedo, koliko časa kak nosilni konstrukcijski element opravlja svojo funkcijo kljub temu, da je izpostavljen standardnemu požaru. Tudi ta lastnost je seveda pomembna, saj je evakuacija in gašenje onemogočeno, če se zgradba pehitro zruši.

Kako se materiali ali konstrukcije v različnih kombinacijah obnašajo v pravem požaru v stavbi, je danes še vedno nemogoče natančno predvideti. Raziskave na področju preventivne protipožarne zaščite, ki je tudi v svetu še sorazmerno mlada veda, so nam o požaru razkrile že precej spoznanj, vendar na hitrost, smer ter intenzivnost širjenja ognja in dima vpliva toliko dejavnikov, da se naša spoznanja včasih obrnejo na glavo. V svetu se trudijo, da bi z obširnimi raziskavami, ki običajno terjajo simuliranje pravih požarov, odkrili kar največ parametrov, ki vplivajo na širjenje požara. Le na podlagi raziskav s simuliranjem požarov v naravnem merilu in čim natančnejšimi meritvami vseh vzporednih pojavov je možno razviti laboratorijske metode za ugotavljanje obnašanja materialov in konstrukcij v požaru.

Obsežnih raziskav so se lotile tako velike industrializirane države kot tudi nekatere manjše, ki so jih prizadeli katastrofalni požari. Dojele so pomen takih znanj za obranitev človeških življenj in imovine.

Na podlagi spoznanj iz raziskav so te države sprejele določene gradbene predpise, ki določajo preventivne gradbene ukrepe in vzporedno s tem normativne za preizkušanje gradbenih materialov in

konstrukcij ter dokazovanje njihovih protipožarnih kvalitet. Taki gradbeni predpisi skupaj s standardi za dokazovanje karakteristik materialov in konstrukcij tvorijo sistem, ki zagotavlja varnost ljudi v zgradbah. Tak sistem lahko deluje le kot celota, saj je bil kot tak tudi razvit. Ni mogoče uporabiti recimo zahteve države A, načine preizkušanja države B in sistem nadzora države C. Učinek take mešanice ni znan.

V Jugoslaviji nismo razvijali te veje znanosti. V skladu s tem je tudi stanje naših predpisov in standardov s tega področja. Ker nam manjka osnovnega znanja, ki bi ga morali graditi več let, nikakor ne moremo na hitro nadoknaditi zamujenega.

Vsa dosedanja prizadevanja na področju gradbene protipožarne preventive so bila nesistematična, nepovezana. Po 2. svetovni vojni smo dobili standarde za preizkušanje konstrukcij na ognjeodpornost in materialov na le nekatere reakcije na ogenj. Vsi ti standardi so neuporabni. Tudi če konstrukcijo ali material preizkusimo in ugotovimo njuno klasifikacijo, še vedno ne vemo, kje konkretno na določenem objektu smemo ali moramo uporabiti material ali konstrukcijo z določeno klasifikacijo. To bi morali povedati gradbeni predpisi, ki pa jih ni.

Žal tudi naši požarni inšpektorji ne morejo bistveno vplivati na pasivno požarno zaščito zgradb. Vse to pomeni, da dajemo velikanska sredstva za požarno zaščito zgradb, ne da bi vedeli, kakšen bo učinek celote predvidenih ukrepov.

Kljub temu da nimamo predpisov, bi se radi izognili požarom oziroma čim bolj omilili posledice, če do njih pride. Tega nas obvezuje tudi zakon. Ob stanju, ki je opisano zgoraj, je to izredno težko. Posledica tega je, da gradimo različne objekte, pri projektiranju in izvedbi predvidimo določene ukrepe, ki so največkrat nestrokovni, zlasti pa zanje ne vemo, kako bodo učinkovali, če pride do požara.

Na ZRMK opazamo, da projektanti uporabljajo tuje gradbene predpise, kar pa je nezdržljivo z našimi klasifikacijami konstrukcij in materialov, ker pač tuji predpisi navajajo svoje zahteve po klasifikacijah, ki so neprimerljive z našimi. Poleg tega mešajo med seboj v enem projektu različne tuje predpise. Vse delajo seveda z najboljšim namenom, pri tem pa se ne zavedajo, da so taki ukrepi lahko popolnoma neučinkoviti. Uporaba tujih predpisov zahteva tudi uporabo klasifikacij materialov in konstrukcij iste države ali pa transformacijo tujih klasifikacij v naše s pomočjo zelo obsežnih primerjalnih preiskav, kadar je to mogoče, ker so pač naše klasifikacije materialov nepopolne.

V svetu sta znani dve glavni orientaciji v načinu zagotavljanja gradbene požarne varnosti. Prva, tipičen primer je ZRN, regulira požarno varnost v zgradbah z zelo natančnimi in zato tudi zahtevnimi gradbenimi predpisi in standardi.

Druga usmeritev, ki je najbolj v veljavi v Švici, predvideva le najosnovnejše zahteve v predpisih, ostalo pa temelji na zelo visoko razviti strukturi požarnega inženiringa, kar pravzaprav pomeni večjo svobodo pri projektiranju pa tudi več možnosti za napake.

Pri nas se moramo lotiti sistema od začetka, zato je edina možna pot pripraviti čim popolnejše gradbene predpise, vzporedno pa intenzivno razviti raziskovalno dejavnost in vključiti problematiko v pedagoške procese na fakultetah.

V zadnjem letu v Sloveniji že tečejo raziskave, ki imajo za cilj izdelati preventivne gradbene protipožarne predpise. Opazno je tudi prizadevanje Jugoslovanskega zavoda za standardizacijo in pedagoških ustanov.

Prizadevamo si narediti enotne predpise za Slovenijo in Jugoslavijo. Upamo, da bomo doživeli še nadaljnjo moralno in materialno podporo čim širše družbene skupnosti in tako le-tej prihranili izdatke za pretirane ali neučinkovite ukrepe ter za pokrivanje škode ob požarih, ne nazadnje pa tudi rešili marsikatero človeško življenje.

Zvočna zaščita zgradb

UDK 699.844

SAVO VOLOVŠEK

Hrup, ki v naravnem in bivalnem okolju narašča iz dneva v dan, je posledica sodobnega načina življenja. Hiter razvoj prometa, gradnja novih cest, industrializacija proizvodnje in gosta naseljenost mest bistveno vplivajo tudi na povečanje hrupa. Zato je boju proti hrupu namenjeno v razvitih državah veliko finančnih sredstev in tudi raziskovalnega dela.

Pomemben dejavnik v boju proti hrupu so predpisi, ki urejajo zvočno zaščito okolja in zgradb oziroma določajo dovoljene emisijske in imisijske vrednosti hrupa. Pri tem pa moramo upoštevati tudi njihovo ekonomsko upravičenost, ki pa je neposredno odvisna od ekonomskega in tehničnega potenciala dežele, v kateri se ti predpisi sprejemajo. Vsekakor imajo pri tem prednost bogate in tehnično razvite države.

Pogosto se tudi postavi vprašanje, koliko zvočna zaščita zgradbe stane. Odgovor vsekakor ni tako preprost, kot je to v primeru toplotne zaščite, kjer je znano, da so za boljšo toplotno zaščito zgradbe večji stroški v okviru investicije, zato pa so kasneje pri uporabi zgradbe izdatki manjši. Pri zvočni zaščiti niso natančno znani niti stroški, ki so potrebni za boljšo zvočno zaščito zgradbe, še manj pa škoda, ki nastane zaradi neustrezne zvočne zaščite. Vemo, da hrup zmanjša predvsem sposobnost za delo in nas moti pri počitku, v izjemnih primerih pa tu-

di škoduje zdravju. Težko pa bi določili, koliko nas stanejo zmanjšana storilnost na delovnem mestu in poškodbe živčnega sistema, ki so posledica hrupa. Zato pri zvočni zaščiti zgradb ne moremo govoriti o ekonomskem optimumu, ostane nam le, da upoštevamo zahteve predpisov in s tem zagotovimo čim manjše motnje zaradi hrupa.

Namen predpisov o zvočni zaščiti zgradb je zagotoviti v stanovanjskih bivalnih in drugih za hrup občutljivih prostorih minimalne oziroma še sprejemljive ravni hrupa. Pri tem pa moramo poudariti, da lahko v izjemnih primerih kljub upoštevanju predpisov hrup omenjene ravni presega in povzroča motnje. To je predvsem takrat, kadar so viri hrupa izjemno glasni ali pa so ljudje za hrup preobčutljivi.

Bivalne prostore ščitimo pred hrupom z ločilnimi konstrukcijami, ki imajo dovolj veliko zvočno izolirnost. Glede na lego virov hrupa ločimo hrup, ki nastaja v zgradbi (hrup hišnih instalacij, gospodinjskih strojev, elektroakustičnih naprav) in hrup, ki izvira v okolici zgradbe (hrup prometa, industrije). Konstrukcije, ki ščitijo bivalne prostore pred hrupom, ki nastaja v zgradbi, so predvsem notranje ločilne stene, medetažne konstrukcije in vrata. Konstrukcije, ki ščitijo pred hrupom okolice, pa so zunanje (fasadne) stene in okna. Glede na način, kako hrup nastane, pa ločimo hrup, ki nastane v zraku in se po njem tudi razširja, in hrup, ki nastane z udarci po konstrukciji (udarni zvok). Zato tudi ločimo zvočno izolirnost konstrukcij pred zvokom v zraku in pred udarnim zvokom. Zvočna izolirnost pred zvokom v zraku je pomembna za vse ločilne konstrukcije (stene, stropove, okna in vrata), izolirnost pred udarnim zvokom pa samo za stropove.

Zvočna zaščita zgradb je bila v naših predpisih prvič omenjena leta 1967. Takrat je v Uradnem listu SFRJ, št. 45, izšel pravilnik o minimalnih tehničnih pogojih za graditev stanovanj. V 22. členu z naslovom Zavarovanje pred ropotom je napisano, da morajo imeti stropovi in stene med stanovanji v območju srednjih frekvenc (500—1000 Hz) zvočno izolacijo 45 dB. Kot primer sta navedeni tudi dve konstrukciji, ki tej zahtevi ustrezata. Zvočna izolacija stropov pred udarnim zvokom v tem pravilniku ni bila predpisana. Lahko rečemo, da je bila zvočna zaščita v tem pravilniku le bežno omenjena, zahteve pa so bile zelo majhne.

Leta 1970 je v Uradnem listu SFRJ, št. 35, izšel pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za zvočno zaščito stavb. Sesťavljen je bil na osnovi mednarodnih priporočil ISO R 717, zahodnonemških standardov DIN 52212 in avstrijskih standardov Ö NORM 8115. Vendar pa so bile nekatere zahteve v našem pravilniku manjše od zahtev v omenjenih tujih standardih, saj bi previsoke zahteve takrat povročale našim gradbenikom še težave.

Pravilnik je določal kvaliteto zvočne zaščite stanovanjskih in poslovnih zgradb, upoštevati pa ga

je bilo treba pri projektiranju, gradnji, rekonstrukciji in vzdrževanju zgradb. Glede na različne zahteve po zvočni zaščiti so bile zgradbe razdeljene v 4 kategorije:

- stanovanjske in stanovanjsko-poslovne zgradbe,
- poslovne zgradbe,
- hoteli, moteli, klinike, bolnišnice in podobno,
- delavnice, kino dvorane, nočni lokali, gostilne in podobno.

Za vsako od navedenih kategorij zgradb je bila predpisana zvočna izolacija sten in stropov pred zvokom v zraku in pred udarnim zvokom. Za izolacijo pred udarnim zvokom se v tem pravilniku uporablja še star izraz zvočna prevodnost.

Posebej je bila predpisana še zvočna izolacija vrat in oken. Srednja vrednost zvočne izolacije oken je morala pri stanovanjskih, poslovnih in javnih zgradbah znašati 30 dB, pri bolnišnicah pa 35 dB, in to ne glede, kje zgradba stoji oziroma kakšen je hrup v okolici zgradbe.

Poleg navedenih zahtev so bile v pravilniku podane še nekatere definicije s področja akustike, standardne krivulje zvočne izolirnosti pred zvokom v zraku in pred udarnim zvokom, na kratko pa so bili opisani tudi načini za merjenje zvočne izolacije.

Ker je bil tudi ta pravilnik pomanjkljiv in v primerjavi s tujimi standardi zelo skromen, je bila leta 1976 na pobudo Zveznega zavoda za standardizacijo ustanovljena strokovna komisija za gradbeno akustiko z namenom, da izpopolni predpise o zvočni zaščiti zgradb oziroma da jih pripravi v obliki jugoslovanskih standardov. Komisija je v letih 1977 in 1978 izdelala vrsto predlogov standardov, v glavnem prirejenih in standardov ISO in priporočil IEC, nekaj pa tudi iz zahodnonemških standardov DIN in angleških standardov BS. Predlogi standardov so bili leta 1978 v javni razpravi, šele leta 1982 pa je v Uradnem listu SFRJ, št. 14, izšel pravilnik o jugoslovanskih standardih s področja akustike v gradbeništvu, ki je v celoti zamenjal, razširil in dopolnil pravilnik iz leta 1970.

Novi pravilnik predpisuje 24 standardov, ki so razen treh, obvezni v celoti. Po vsebin jih lahko razdelimo v 6 skupin. Pet standardov predpisuje zahteve za merilne instrumente in laboratorije, trije pa izraze in definicije, referenčne vrednosti nivojev v akustiki in obliko diagramov za prikazovanje akustičnih veličin. Dvanajst standardov predpisuje načine meritev raznih akustičnih veličin v laboratoriju in na terenu. Dva standarda predpisujeta standardne vrednosti za oceno zvočne izolirnosti in metodo za izražanje zvočne izolirnosti z enim številom. En standard obravnava prostorsko akustiko, in sicer akustično kvaliteto majhnih in srednje velikih prostorov, eden pa tehnične zahteve za projektiranje in gradnjo zgradb. Standardi so zelo obširni, tako da na tem mestu ni mogoče navesti

vseh sprememb in novosti, ki jih prinašajo. Opozorili bomo le na bistvene razlike med pravilnikom iz leta 1970 in novimi standardi.

Nekaj standardov je popolnoma novih in s starim pravilnikom nimajo vsebinske zveze. Tako so prvič predpisane zahteve za natančnost akustičnih meritev, na novo pa so uvedene tudi nekatere meritve in postopki za določanje akustičnih veličin, ki v starem pravilniku sploh niso bile omenjene. Novi standardi omogočajo tudi meritve zvočne izolirnosti oken in fasadnih sten na zgradbah, kar je bilo po starem pravilniku mogoče samo v laboratoriju. Nove so tudi zahteve po akustični kvaliteti majhnih in srednje velikih prostorov.

Za gradbenike — projektante in izvajalce — je najpomembnejši standard JUS U.J6.201. z naslovom Tehnične zahteve za projektiranje in gradnjo zgradb. V bistvu ta standard zamenjuje 3. in 4. člen starega pravilnika, uvaža pa tudi nekaj novosti. Medtem ko so bile v pravilniku iz leta 1970 zgradbe razdeljene v 4 kategorije, je v novem standardu 7 kategorij zgradb:

- stanovanjske in stanovanjsko-poslovne zgradbe,
- poslovne zgradbe,
- restavracije, kino dvorane, plesne dvorane, delavnice in podobno, ki mejijo na stanovanja ali tuje poslovne prostore,
- hoteli, moteli in podobno,
- bolnišnice in podobno,
- šole in podobno,
- ustanove za predšolske otroke.

V omenjenem standardu so tudi prvič predpisane maksimalne dovoljene ravni hrupa v bivalnih prostorih (bolniških in hotelskih sobah, učilnicah, predavalnicah). Pri tem pa moramo omeniti še naš republiški odlok o maksimalno dovoljenih ravneh hrupa za posamezna območja naravnega in bivalnega okolja ter za bivalne prostore (Uradni list SRS, št. 29/80). Ta odlok prav tako predpisuje najvišje dovoljene ravni hrupa v bivalnih prostorih, vendar so te ravni nekoliko drugačne od tistih, ki so predpisane v standardu. Vsekakor bo potrebno te razlike uskladiti.

Standard JUS U.J6201. prinaša tudi novosti v zvezi z zvočno izolirnostjo oken. Pravilnik iz leta 1970 je predpisoval zvočno izolirnost oken glede na namembnost zgradbe, ne da bi upošteval ravni hrupa v okolici zgradbe, nov standard pa prepušča odločitve o zvočni izolirnosti oken projektantom. Seveda pa je pri tej odločitvi treba upoštevati dovoljene ravni hrupa v bivalnih prostorih in hrup v okolici zgradbe.

Novi jugoslovanski standardi o gradbeni akustiki pomenijo v primerjavi s prejšnjimi pravilniki velik napredek, saj v načelu zagotavljajo razmeroma dobro zvočno zaščito. Priznati pa moramo, da povzročajo projektantom, še bolj pa izvajalcem tudi precej težav. Prvim zato, ker so z njimi premalo

seznanjeni (večina pri projektiranju upošteva še kar stare pravilnike), drugim pa, ker zahtevajo bolj natančno in strokovno izvedbo. Težave pa so tudi v tem, ker na našem tržišču še ni nekaterih dovolj kakovostnih izdelkov, ki jih je treba po zahtevah novih standardov vgraditi na zgradbe. To so predvsem izdelki stavbnega pohištva (okna, vrata), katerih zvočna izolirnost še ne ustreza vsem zahtevam.

Preiskave zvočne zaščite novozgrajenih zgradb, ki smo jih v okviru zahtev za uporabno dovoljenje izvršili v zadnjem času, so pokazale, da je le okrog 35 % zgradb popolnoma ustrezalo zahtevam. Z analizo rezultatov teh preiskav smo tudi ugotovili, da je več kot polovica pomanjkljivosti izvirala že iz projektov. Najpogostejše so bile naslednje: nepravilna zasnova ločilnih konstrukcij, neustrezna razporeditev prostorov (kopalnice, toplotne postaje, jaški za dvigala in drugi hrupni prostori, ki so mejili na bivalne prostore) in nekateri detajli, ki v projektih niso bili rešeni, so pa za zvočno zaščito bistvenega pomena.

Tudi zaščita zgradb pred hrupom okolice ustreza zahtevam le delno. Posebno problematična je v primerih, ko zgradbe stojijo v izjemno hrupnem okolju ali pa so nove ceste (npr. obvoznice) speljane skozi naseljene predele, neposredno ob zgradbah. Ker aktivna protihrupna zaščita v takih primerih praktično ni izvedljiva, preostane samo še pasivna zvočna zaščita bivalnih prostorov, ki pa še dodatno podraži gradnjo. Vsekakor se je treba takim primerom izogniti že z ustrezno urbanistično zasnovo bivalnega okolja.

Naj na koncu še enkrat poudarimo, da naši predpisi o zvočni zaščiti sicer zagotavljajo zadovoljivo zaščito pred hrupom, z doseženo zvočno zaščito naših zgradb pa nikakor ne moremo biti zadovoljni. Da bi bila kakovost zvočne zaščite zgradb v bodoče večja, predlagamo, razen ugotovitev in priporočil, ki so navedeni v zaključku in veljajo za celotno področje gradbene fizike, še naslednje smernice.

Določila in zahteve predpisov s področja zvočne zaščite je treba upoštevati že v fazi načrtovanja zgradb kakor tudi bivalnega okolja. Zato morajo biti projektanti in urbanisti dovolj dobro seznanjeni z vsemi predpisi, ki urejajo zvočno zaščito zgradb in okolja. Vsi gradbeni elementi in konstrukcije, ki se uporabljajo v gradbeništvu, morajo imeti ateste o ustreznosti zvočne zaščite. Za nove materiale in konstrukcije pa je treba ustreznost zvočne zaščite najprej ugotoviti s preiskavami v laboratoriju in jih šele potem vgrajevati na zgradbe. Poostri je treba nadzor nad izvedbo gradbenih del in če je potrebno kontrolirati zvočno zaščito že med gradnjo, saj je sanacija potem, ko je zgradba gotova, mnogo dražja. In končno je treba kontrolo zvočne zaščite novozgrajenih zgradb, ki je po zahtevah naših predpisov obvezna, razširiti tudi na tista področja v naši republiki, kjer se sedaj še ne izvaja.

Zaščita objektov pred navlaževanjem

UDK 699.82

PETER ŽARGI

Navlaževanje gradbenih konstrukcij in njihovih elementov je zelo pogost pojav. Posledice navlaževanja se kažejo v obliki najrazličnejših poškodb, ki lahko onemogočajo normalno funkcioniranje prostora objekta, mnogokrat pa celo spremenijo osnovna svojstva konstrukcije ali njenih elementov.

Vzrokov za pojav navlaževanja je precej, odvisni pa so največkrat od načina izvedbe posameznih delov konstrukcije ali pa od poškodb, ki se na njih pojavijo med gradnjo objekta in kasneje.

V splošnem pa vzroke za navlaževanje vedno povzročata dva osnovna dejavnika:

— prodiranje atmosferske ali talne vode (vlage),

— kondenzacija vodne pare.

Različne možnosti prodiranja vode v gradbeno konstrukcijo preprečujemo s tem, da na potrebnih mestih vgrajujemo hidrozaščitne elemente in da tudi posamezne elemente konstrukcije izdelamo in vgradimo tako, da ne bodo prepuščali vode.

Hidrozaščito konstrukcije opredeljujeta dva pojma:

— neprepustnost za vodo in

— vodotesnost,

odvisno od tipa konstrukcije in smisla vpliva vode oziroma vlage na konstrukcijo.

Vodotesnost konstrukcije omogočajo najrazličnejše hidroizolacije, neprepustnost za vodo pa kritine, izdelane z različnimi strešniki in pločevinami, vgrajenimi z nevodotesnimi spoji na predpisanih naklonih strešin.

Pri protikondenzacijski zaščiti ne gre za analogijo pojmov neprepustnost in tesnost, ampak le za stopnjo prepustnosti za vodno paro, ki jo je z ustrezno zasnovo konstrukcije treba doseči, da ne bi v konstrukciji oz. v njenih slojih prišlo do kondenzacije pare — torej do vlaženja konstrukcije. Pri tej problematiki je področje zaščite pred navlaževanjem v tesni povezavi s termodifuzijskimi aspekti gradnje oziroma izvedbe konstrukcije.

V naši tehnični regulativi je področje zaščite pred navlaženjem zajeto v pravilniku o tehničnih ukrepih in pogojih za dovrševalna dela v stavbarstvu (Uradni list SFRJ, št. 49/1970), kjer so poleg splošnih pogojev obravnavani tudi posebni pogoji zaščite, in sicer za strehe, fasade in obodne zidove, okna, zunanja in balkonska vrata in druge zunanje odprtine. Za stanovanjske objekte in objekte družbenega standarda je v tem pravilniku zahtevana tudi vodotesnost podov v »mokrih«
prostorih. Kar zadeva vodotesnost oken in balkonskih vrat so podrobnejše zahteve v smislu kvalitete teh elementov podane v standardu JUS U.E8.193/1980.

Avtor: Peter Žargi, dipl. inž. arh, ZRMK, TOZD
Inštitut za gradbeno fiziko in sanacije

Za projektiranje in izvajanje streh obstaja pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za naklone strešin (Uradni list SFRJ, 26/1969), v katerem so zajete hidroizolacije in različne vrste kritin. Natančnejša navodila za projektiranje in izvajanje hidroizolacij streh so podana v pravilniku o tehničnih ukrepih in pogojih za ogljikovodikove hidroizolacije streh in teras (Uradni list SFRJ, št. 26/1969).

Na področje zaščite objektov pred navlaževanjem posega tudi standard JUS U.F2.024/1980 — Tehnični pogoji za izvajanje izolacijskih del na ravnih strehah, vendar v veliki meri presega področje izvajanja izolacij in bi ga zato morali uporabljati tudi projektanti.

Natančnejših navodil oziroma predpisa o zaščiti konstrukcij, ki so izpostavljene talni vlagi in talni vodi, pri nas nimamo. Prav tako ne obstajajo predpisi o zaščiti zidov (fasad) pred navlaževanjem z atmosfersko vodo. Splošno določilo »zavarovanje pred vlago« je opisano v 20. členu pravilnika o minimalnih tehničnih pogojih za graditev stanovanj (Uradni list SFRJ, št. 45/1967). Po določilih tega člena morajo biti vsi prostori v hiši ne glede na njihov namen zavarovani pred vodoravnim in navpičnim prodiranjem vlage kot tudi pred padavinami in talno vodo.

Zahteve po termodifuzijskih karakteristikah obodnih konstrukcij zgradb, povezane s problematiko pojavov kondenzacije vodnih par, so podane v standardu JUS U.J5.600/1980 (toplotna tehnika v gradbeništvu).

Poleg navedenega obstaja tudi vrsta standardov, ki predpisujejo kakovost posameznih proizvodov s področja elementov hidrozaščite objektov-bitumenski proizvodi in strešne kritine.

Veliko omenjenih predpisov je v marsičem precej površno ali pa pomanjkljivo izdelanih. V njih mnogokrat zasledimo zahteve, ki v tehničnem smislu niso povsem sprejemljive in pravilne. Prav to je mnogokrat vzrok, da določena konstrukcija ni pravilno zaščiten pred navlaževanjem, da je včasih celo nezaščiten ali pa, da se na zaščiti pričnejo pojavljati poškodbe.

Vsekakor pa za probleme na področju hidrozaščite objektov ne moremo kriviti le pomanjkljivosti v predpisih. V veliki meri so za pojav problemov krivi nestrokovna izvedba zaščite, nekvaliteten material kot tudi tehnično oporečna projektna rešitev. Pogosto je prisotna tudi kombinacija vseh naštetih možnosti, kar je seveda najhujše.

Problemi navlaževanja so lahko opazni na različnih delih objekta. Pretežno se z njimi srečujemo pri ravnih strehah, poševnih strehah in pri podzemnih delih objektov. Zatekanje vode v konstrukcije ravnih streh se v zadnjem času pojavlja tako pogosto, da ravna streha v splošnem postaja tarča številnih kritik in negodovanj, tako investitorjev kot tudi izvajalcev. Vendar je z gotovostjo možno

trditi, da pri poševni strehi, predvsem tisti z blažjimi nakloni, prav tako lahko prihaja do raznih problemov v smislu navlaževanja.

Pri uvajanju novejših postopkov gradnje objektov, predvsem pri montažnih konstrukcijah zgradb, se načinom izvedbe zaščite pred navlaževanjem mnogokrat premalo posvečamo. Gre namreč za različne neusklajenosti med posameznimi elementi konstrukcije in materiali hidrozaščite.

Pojavi navlaževanja objektov največkrat povzročajo precejšnjo gospodarsko škodo. Saniranje poškodb oziroma odpravljanje vzrokov za nastanek navlaževanja je mnogokrat težavno in povezano z velikimi stroški.

Problematika zaščite objektov pred navlaževanjem je precej široka in zahteva podrobno poznavanje tovrstnega projektiranja in tehnologije vgrajevanja materialov. Odprtih vprašanj na tem področju je še veliko, tako pri nas kot tudi v tehnično bolj razvitih državah.

Tej tematiki bi morali posvetiti več pozornosti. Potrebno bi bilo ustrezno popraviti obstoječe predpise in izdelati manjkajoče, proizvajati čim več visokovrednih materialov, preprečiti bi morali vse večje nihanje kakovosti proizvodov, več časa posvetiti projektiranju hidrozaščite objektov in boljše usposabljanje izvajalce končnih del s tega področja.

Zaključki

Gradbena fizika je mlada veja, ki pri nas kljub prizadevanju nekaterih posameznikov in nekaterih ustanov še ni uspela pridobiti mesta, ki ji pripada. V praksi se zato pojavlja vrsta težav tehnične, zdravstvene in ekonomske narave, ki povzročajo pri uporabnikih zgradb nezadovoljstvo in mečejo senco na celotna prizadevanja v graditeljstvu.

Menimo, da bo potrebno za izboljšanje stanja takoj pričeti z naslednjimi aktivnostmi:

1. Na vseh stopnjah izobraževalnega sistema v graditeljstvu naj se gradbena fizika vključi v program šolanja med ključne predmete. Kadru, ki dela na področju gradbene fizike, naj se zagotovi spremljanje razvoja v razvitejših deželah. Strokovno in drugo javnost naj se na vse možne načine informira o pomenu gradbene fizike.

2. Za raziskovalno problematiko, ki jo glede na naše specifične pogoje ni mogoče razrešiti na podlagi izkušenj v razvitem svetu, naj se izdelata enoten in celovit raziskovalen program (za vsako vejo gradbene fizike posebej). Raziskovalni program naj se izvede koordinirano z razpoložljivimi združenimi raziskovalnim kadri in razpoložljivo združeno raziskovalno opremo. Za izvajanje programa naj se uredi združevanje sredstev.

3. Na podlagi znanja in rezultatov raziskovalnega dela naj se za posamezna področja gradbene fizike izdelajo manjkajoči predpisi, obstoječi pa naj se posodobijo. Za projektante in izvajalce naj se iz-

delajo podrobna navodila za projektiranje in izvajanje, ki bodo temeljila na veljavnih predpisih. Zagotovi naj se spoštovanje veljavnih predpisov v vseh fazah nastanka zgradbe. Izboljša naj se tudi nadzor pri izvajanju zgradb.

Izboljšanje kakovosti gradbenih materialov in konstrukcij

1.0 Uvod

Pogledi na kakovost gradbenih materialov in konstrukcij so zelo različni in predvsem tudi zelo subjektivni. Uporabnik konstrukcije ima o kakovosti drugačno predstavo kot pa projektant ali izvajalec del. Kriteriji, na osnovi katerih posamezni udeleženec v procesu graditve presoja ustreznost nekega materiala in končno kakovost konstrukcije, imajo namreč izrazito subjektivne komponente. Beseda »konstrukcija« pomeni v tej zvezi vse vrste zgradb: visoke, prometne (ceste, mostove, železnice), vodne in druge.

S tehničnega vidika, ki je pri tem edini lahko objektivni, je kakovost konstrukcije (ta vsebuje tudi materiale) definirana z njeno varnostjo, uporabnostjo in trajnostjo.

Varnost je sposobnost konstrukcije, da vzdrži obtežbe in druge vplive v času graditve in koriščenja.

Uporabnost je sposobnost konstrukcije, da izpolnjuje tudi druge pogoje za normalno izkoriščanje (deformacije, razpoke, propustnost posod, vibracije, izvedba izolacij).

Trajnost je sposobnost konstrukcije, da ne utрпи poškodb v za material neugodnih in agresivnih okoljih.

Varnost in do neke mere uporabnost se običajno obdelata v projektu, v skladu s pravili za dimenzioniranje in drugo tehnično regulativo; element trajnosti pa je zelo pogosto zapostavljen in se mu ne posveča dovolj pozornosti niti v fazi projektiranja niti med izvedbo.

Prizadevanja za izboljšanje kakovosti gradbenih materialov in konstrukcij v razmerah gospodarske stabilizacije bi bilo treba usmeriti v to, da bodo zgrajene konstrukcije ustrezale vsem trem pogojem za kakovost. Objekti bodo potem bolj trajni in bo zato manj popravil in sanacij, možna bo bolj ekonomična zasnova konstrukcij, naročnik (kupec) pa bo dobil dogovorjeno in plačano kako-

4. Proizvajalci gradbenih materialov naj za svoje materiale razvijajo sisteme, ki bodo poleg pogojev glede nosilnosti ustrezali tudi vsem gradbeno-fizikalnim pogojem. Reklamira naj se le razvite in preverjene sisteme.

JAS ŽNIDARIČ

vost in ne le t. i. uporabno kakovost, ki sicer še zadovoljuje predvidene potrebe oz. namene.

Uporabna kakovost je v naših razmerah zelo pogosta, kajti proizvajalci materialov in izvajalci gradbenih del iščejo rezerve in prihranke v tem, da uporabljajo ali vgrajujejo manj kvalitetne in zato cenejše komponente, in da poenostavljajo tehnološke postopke, kar pa več ne zagotavlja zahtevane kakovosti. Na drugi strani pa so kupci prisiljeni vzeti tudi manj kakovostne materiale (izdelke), zlasti če so na trgu deficitarni; investitorji pa oddajo dela tudi manj kvalitetnim izvajalcem, kadar ti nudijo boljše kreditne pogoje.

Skrb za kakovost konstrukcije se pogosto osredotoči na opravljanje določenih kontrolnih postopkov in preiskav pri proizvodnji materialov in na bolj ali manj skrbno nadzorstvo med samo gradnjo konstrukcije. Dejansko pa je kakovost konstrukcije v zelo veliki meri odvisna tudi od zahtev, ki jih mora definirati investitor takoj ko se odloči za gradnjo, in od pravilnosti projekta, sama trajnost pa od postopkov pri vzdrževanju objekta. Smatra se, da imajo odločitve investitorja in rešitve projektanta približno 50 % vplive na končno kakovost, postopki med izvajanjem del 25 %, kakovost uporabljenih materialov in način vzdrževanja pa skupaj 25 %. Intenzivnost kontrole v posameznih fazah gradnje pa je v praksi prisotna v obratnem vrstnem redu.

Na večjih in zahtevnih objektih, kjer v procesu graditve sodeluje večje število nosilcev aktivnosti je možno kakovost konstrukcije zagotoviti le s celovito in sistematično dejavnostjo v vseh fazah nastajanja konstrukcije. To velja zlasti za večje javne in družbene objekte, kakor tudi za tiste vrste objektov, ki bi lahko resneje ogrozili okolje.

Dejavnost zagotavljanja kakovosti se je v svetu razvila v zadnjih 20 letih. Pristopi so bili različni, zadnji dve leti pa so opazna stremjenja za poenotenje koncepta. V ta namen je leta 1981 izdal priporočila skupni odbor CEB, CIB, ECCS, FIP, IABSE, IASS, RILEM. Leta 1983 pa je CEB v svojem Bulletin d'information No 157 objavil poročilo:

Kontrola kakovosti in zagotavljanje kakovosti pri betonskih konstrukcijah.

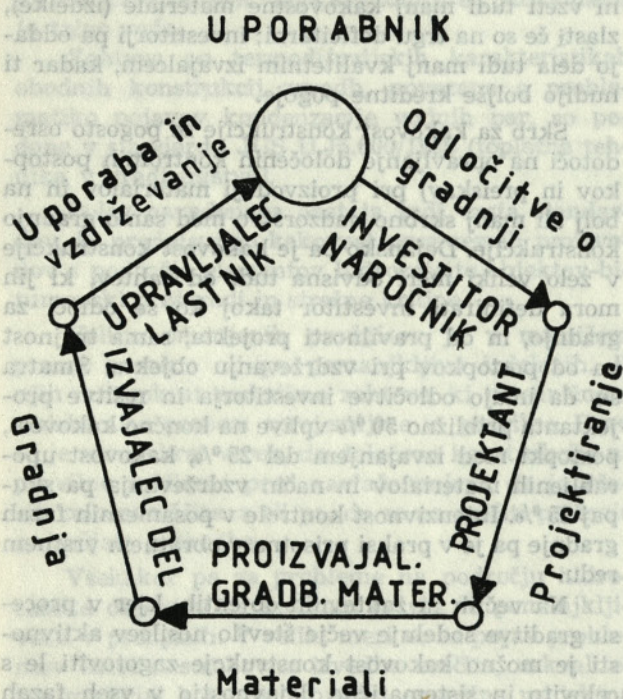
Pri nas izvajamo nekatere elemente zagotavljanja kakovosti (priprava tehničnih pogojev, kontrole projektov, kontrole kakovosti materialov) zlasti na večjih objektih infrastrukture in hidrogradenj. S kompleksnim sistemom zagotavljanja kakovosti pa smo se srečali pri gradnji JE Krško.

Po sprejeti definiciji predstavlja zagotavljanje kakovosti sklop načrtovanih in sistematičnih dejavnosti, ki potekajo skozi celoten proces graditve nekega objekta, s katerimi se pridobi primerno zanesljive dokaze, da se bo konstrukcija med koriščenjem ponašala zadovoljivo.

2.0 Koncept in elementi sistema za zagotavljanje kakovosti

Proces graditve sestoji iz pet glavnih faz, v teku katerih je treba opraviti naslednjih pet osnovnih nalog:

- sprejemanje temeljnih odločitev,
- projektiranje,
- proizvodnja gradbenih materialov,
- izvajanje gradbenih del,
- vzdrževanje gotove konstrukcije.



Materiali

Vsaka od navedenih faz sestoji iz večjega ali manjšega števila aktivnosti. Za vsako od navedenih nalog pa so odgovorni različni nosilci dejavnosti: investitor, projektant, proizvajalec gradbenega materiala, izvajalec gradbenih del, upravljalet objekta.

Za zagotovitev kakovosti se morajo vse tiste aktivnosti, ki imajo bistven vpliv na ponašanje konstrukcije, izvajati v skladu z naslednjimi izhodišči:

— temeljiti morajo na jasno definiranih zahtevah za kakovost, ki morajo upoštevati pogoje gradnje in okolja, v katerem se konstrukcija nahaja,

— izvajati jih morajo strokovno usposobljeni ljudje, v skladu s predhodno izdelanimi načrti in v posebnih primerih, po pisemnih navodilih,

— izvajanje je treba sistematično kontrolirati.

Človeški faktor je zelo pogost vzrok za neustrezno kakovost materialov in izvedenih del, porušitve konstrukcij in ekološko škodo. Zato je strategija za izključitev ali vsaj zmanjšanje njegovega vpliva bistvena sestavina pravil za zagotavljanje kakovosti. Ugotovljeno je, da na kakovost konstrukcije vplivajo predvsem naslednji elementi človeškega faktorja: strokovna usposobljenost in znanje, motiviranost za kakovostno izvrševanje nalog, informiranost in ustrezni delovni pogoji.

Sistem zagotavljanja kakovostig sestoji torej iz naslednjih elementov:

- a) tehničnih zahtev za kakovost,
- b) organizacije zagotavljanja kakovosti,
- c) kontrole postopkov in kakovosti.

Za katera dela pri gradnji objekta oz. za katere sestavne dele objekta naj se kakovost zagotavlja v skladu s tem konceptom in v kakšnem obsegu naj se posamezne aktivnosti za zagotovitev kakovosti načrtujejo, je odvisno od pomembnosti, velikosti in kompliciranosti konstrukcije, oz. od škode, ki lahko nastane na objektu ali v njegovi okolici, če konstrukcija ne bi bila dovolj varna, uporabna in trajna; poleg tega pa še od številnosti nosilcev aktivnosti v procesu graditve.

2.1 Tehnične zahteve za kakovost

Tehnične zahteve se smatrajo za temeljno odločitev v zvezi z gradnjo konstrukcije, zato morajo biti sprejete v prvi in drugi fazi graditve. Vsebujejo predvsem posebne (specifične) zahteve za ponašanje oz. končno kakovost konstrukcije (performance requirements), v katerih je treba upoštevati predvidene pogoje gradnje in koriščenja konstrukcije, vplive okolja na konstrukcijo, kakor tudi vpliv in posledice konstrukcije za okolico. Tehnične zahteve se podajo v projektni nalogi oz. v tehničnih pogojih za gradnjo objekta.

2.2 Organizacija zagotavljanja kakovosti

Organizacija zagotavljanja kakovosti se obdela v načrtu za zagotovitev kakovosti, s tem da se:

a) točno opredelijo dolžnosti in jasno razmejijo odgovornosti nosilcev osnovnih dejavnosti (investitorja, projektanta, izvajalca del) in posameznih aktivnosti; te morajo poznati vsaj tisti udeleženci v procesu graditve, ki s posameznimi nosilci aktivnosti neposredno sodelujejo; velja pravilo, da ena oseba lahko opravlja več aktivnosti, vendar sme biti za vsako aktivnost, in za usklajevanje dveh aktivnosti odgovorna le ena oseba;

b) postavijo zahteve za strokovno usposobljenost nosilcev nalog in aktivnosti;

c) obdela sistem komuniciranja, tj. način pretoka informacij in vseh vrst dokumentacije;

d) predvidi, katere aktivnosti in postopki (operativni, kontrolni in tudi administrativni) se morajo izvajati po pismenih navodilih, opomnikih ali kontrolnih listah; na ta način pravilna in kakovostna izvedba ni odvisna od naključne usposobljenosti in znanja udeležencev v procesu graditve; t. i. formalizirane dejavnosti kot so npr. postopki za kroženje dokumentacije, podrobni opisi delovnih in kontrolnih postopkov, detajlni načrti kontrole, scenarij nevarnosti in slično, se v popolnosti izvedejo le na zelo zahtevnih in za okolje nevarnih objektih, kot so jedrske elektrarne ali nekateri objekti kemične industrije;

e) za zelo zahtevne objekte predpiše program izobraževanja za opravljanje funkcij zagotavljanja kakovosti.

Služba za zagotavljanje kakovosti, ki jo na objektu organizira izvajalec del, mora biti popolnoma neodvisna od operativnega vodstva gradnje, in odgovorna na višjo raven odločanja v delovni organizaciji. Delovati mora samostojno, avtoritativno mora odločati o kakovosti in dajati iniciativo za reševanje problemov v zvezi s kakovostjo.

2.3 Kontrola postopkov in kakovosti

2.3.1 Splošno

Kontrola postopkov in kakovosti se mora izvajati v vseh fazah graditve objekta. Njen obseg je odvisen od posledic, ki jih lahko ima za kakovost konstrukcije neugotovljeno odstopanje od postavljenih zahtev, kakor tudi od stroškov kontrole. Namen kontrole je, da se:

— zagotovi sprejemljiva kakovost projekta, materialov, proizvodov in izvedbe del;

— pravočasno in dovolj zanesljivo odkrijejo napake, zaradi katerih bi lahko bila ogrožena končna kakovost konstrukcije.

2.3.2 Nosilci in metode kontrole

2.3.2.1 Kontrola izvajalca dejavnosti

a) **Samokontrola** — vsak posameznik mora, v okviru lastnega znanja in usposobljenosti, preveriti svoje delo, izdelke in informacije, preden jih posreduje naprej

b) **Interna kontrola** — organizira in opravlja se v okolju, kjer se naloge in aktivnosti izvajajo; obseg in vsebina sta običajno določena s standardi, pravilniki in tehničnimi pogoji;

c) **Neodvisna interna kontrola** — deluje v okolju, kjer se izvajajo naloge in aktivnosti, vendar je organizacijsko povezana in odgovorna na višjo raven odločanja; na ta način se poveča objektivnost kontrole in zagotovi boljša informiranost o kakovosti na tistih organizacijskih ravneh izvajalca dejavnosti, ki lahko vplivajo na izboljšanje kakovosti.

2.3.2.2 Kontrola naročnika (investitorja)

Ta mora zagotoviti pravilno, popolno in učinkovito izvajanje predpisanih kontrolnih dejavnosti v vseh fazah procesa graditve; predvsem je zadolžena za izvajanje kontrolnih dejavnosti, ko se izvrši prenos odgovornosti med dvema izvajalcema nalog (vogali peterokotnika na sl. 1), na osnovi katerih se dokazuje kakovost del oz. proizvodov iz predhodne faze.

2.3.2.3 Neodvisna (eksterna) kontrola

Izreja jo neodvisna organizacija ali institucija, z namenom da:

a) opravlja kontrolne dejavnosti v imenu in za račun naročnika (investitorja);

b) preverja interno kontrolo proizvajalca materiala in po posebnem pooblastilu državnega organa potrjuje (atestira) doseženo kakovost materiala ali izdelka.

3.0 Kontrola kakovosti v procesu graditve

3.1 Kontrola projektne dokumentacije

Cilj te kontrole je, da se preveri ali:

— projektirana konstrukcija ustreza namenu,

— so upoštevane vse zahteve za končno kakovost (varnost, uporabnost, trajnost),

— je konstrukcija zasnovana ekonomično,

— so upoštevani veljavni predpisi oz. pravilniki,

— je konstrukcija z načrti jasno in nedvoumno predstavljena za izvajanje.

Za zahtevne projekte je nujna eksterna kontrola v drugi projektni organizaciji, ki ima za takšno dejavnost pooblastilo pristojnega organa. Po potrebi se lahko angažirajo še specializirani inštituti.

Dela se smejo izvajati le na osnovi načrtov, ki jih je potrdil pregledovalec (to velja posebej za načrte sprememb).

3.2 Kontrola kakovosti materialov

Kontrola kakovosti materialov sestoji iz dveh ločenih delov:

— kontrole proizvodnje (tekoče kontrole),

— kontrole skladnosti s tehničnimi zahtevami (dokazne kontrole).

3.2.1 Kontrola proizvodnje

Temeljni cilji kontrole proizvodnje, za katero je pristojen (in zainteresiran) proizvajalec materiala je, da se:

— na najbolj ekonomičen način zadovoljijo tehnične zahteve za kakovost,

— s pomočjo hitrih in enostavnih meritev in enostavnega vrednotenja le-teh (npr. s kontrolnimi kartami) pridobijo:

a) povratne informacije za krmiljenje proizvodnje, predvsem za zagotovitev enakomerne kakovosti,

b) dovolj zanesljiva jamstva, da bo material oz. izdelek ustrezal zahtevam,

Kontrola proizvodnje običajno vsebuje naslednje aktivnosti:

- identifikacijo sestavin, tj. preiskave materialov, ki se uporabljajo pri proizvodnji,
- kontrolo proizvodnih naprav,
- kontrolo laboratorijske opreme,
- predhodne preiskave proizvoda,
- tekoče preiskave za krmiljenje proizvodnje in preverjanje dosežene kakovosti končnega proizvoda.

3.2.2 Kontrola skladnosti s tehničnimi zahtevami

Kontrola skladnosti je namenjena kakovostnemu prevzemu proizvodnega materiala ali proizvoda kot dokaz porabniku (običajno izvajalcu gradbenih del), da material ustreza tehničnim zahtevam za kakovost.

Ta kontrola se opravi z vrednotenjem preiskav tistih lastnosti materiala, ki so karakteristične za njegovo končno kakovost.

Iz praktičnih in ekonomskih razlogov je prevzem treba izvršiti na podlagi omejenega števila meritev; zato o ustreznosti tiste količine materiala, ki je predmet presoje in na katero se nanašajo meritve (lot, partija), ni možno soditi s polno gotovostjo, ampak se zavestno presoja le z določenim odstotkom verjetnosti oz. tveganja. Pri prevzemu se partija materiala ali proizvodov, na osnovi kriterijev za prevzemanje, sprejme ali zavrne. Določi se tudi postopek za naknadni dokaz kakovosti.

Kontrola skladnosti je v pristojnosti prevzemnika (naročnika, investitorja) materiala. Kolikor je kontrola proizvodnje že preverjena s strani neodvisne institucije se dokazni postopek lahko poenostavi.

3.3. Kontrola izvajanja del

Interna kontrola (v načelu naj bo neodvisna) zajema:

- kontrolo dostavljenih materialov (vizualna identifikacija + preiskave),
- nadzorstvo med operativnim izvajanjem del po postavkah, ki so navedene v programu kontrole oz. v kontrolnih listinah.

Nadzorna služba naročnika, v skladu v svojo pristojnostjo, skrbi za pravilno izvajanje kontrolnih dejavnosti s strani izvajalca del.

3.4 Kontrola vzdrževanja konstrukcije

Za kontrolo vzdrževanja konstrukcij ni pravilnikov ali smernic, kljub temu da okoli 5 % porušitev izvira iz neprimerne vzdrževanja. Izjema je opazovanje visokih pregrad.

Upravljalce objekta bi moral redno pregledovati vsaj tiste dele objekta, od katerih so najbolj odvisni varnost, uporabnost in trajnost konstrukcije (npr. kabli prednapetih konstrukcij, ležišča mostov) in redno skrbeti za nujna vzdrževalna dela. Pogostost pregledov je odvisna od agresivnosti okolja,

lastnosti in kakovosti vgrajenih materialov in možnih posledic, če bi konstrukcija odpovedala.

4.0 Priporočila za izboljšanje kakovosti konstrukcij

Bistveno boljšo kakovost gradbenih materialov in konstrukcij bi pri nas dosegli z naslednjimi ukrepi in družbenimi akcijami:

1. Jasno postavljene zahteve za končno kakovost konstrukcije naj postanejo sestavni del projektne dokumentacije za vse pomembnejše gradnje: poleg objektov infrastrukture in hidrogradnje tudi za stanovanjsko gradnjo (usmerjeno in za trg), za velike industrijske in poslovne objekte, ter za vse tiste objekte, kjer obstoji nevarnost za onesnaževanje okolja. To bi lahko uresničili skozi postopek presoje o družbeni upravičenosti investicije.

2. Za vse zahtevne projekte naj bi se z zakonom o graditvi objektov predpisala eksterna kontrola projekta. To se ne sme smatrati kot omejevanje ustvarjalne svobode projektanta, ampak kot pravica in dolžnost naročnika, da v smislu koncepta o zagotavljanju kakovosti, pred prevzemom preveri kakovost izdelka. To je tudi v duhu dobrega gospodarjenja z družbenimi sredstvi, ker se pri kontroli ne ugotavljajo samo formalne in strokovne napake, ter popolnost projekta, ampak tudi ekonomičnost projektne rešitve.

3. Investitorsko kontrolo bi morali izvajati dosledno, v skladu z opisanimi nalogami in cilji te dejavnosti ter v smislu določil Zakona o graditvi objektov.

4. Upravljalce objektov naj se s posebnim pravilnikom zadolži za redno pregledovanje tistih delov objekta, od katerih so najbolj odvisni varnost, trajnost in uporabnost konstrukcije.

5. Dopolnilno izobraževanje in izmenjava izkušenj je pomemben element za izboljšanje kakovosti materialov in konstrukcij. Zato bi bilo koristno:

a) spodbujati objavljanje izkušenj in dosežkov pri strokovnem delu;

b) dogovoriti se za redno prirejanje seminarjev s posameznih ožjih strokovnih področij, na katerih bi imeli strokovnjaki iz prakse priliko obnoviti in poglobiti strokovno znanje, dobiti informacije o novih dognanjih doma in v svetu, izmenjati izkušnje, ter se spoznati z načeli zagotavljanja kakovosti;

c) na visokih šolah podati osnove o zagotovitvi kakovosti konstrukcij; slušatelji bi tako najbolj neposredno spoznali praktični pomen pridobljenih teoretičnih znanj.

Primerno mesto za takšne dejavnosti je lahko ZRMK v sodelovanju z obema slovenskima univerzama in združenim delom gradbeništva in industrije gradbenega materiala.

Za uresničitev teh nalog bo seveda potrebno nekoliko spremeniti dosedanje navade in pojmovanja. V razmerah gospodarske stabilizacije pa se bo temu težko izogniti.

Porazdelitev kritične in porušne obremenitve in določitev faktorja pokljivosti

UDK 624.044+620.179.16

MILENKO REBIČ

Izvleček

Med obremenjevanjem vzorcev betona smo zasledovali akustično emisijo (AE) in čas preleta ultrazvočnega impulza.

Kritično obremenitev tj. obremenitev, pri kateri se začnejo notranje poškodbe preizkušancev, smo določili iz diagramov odvisnosti akustične emisije od obremenitve (σ) in diagramov odvisnosti časa preleta ultrazvočnega impulza od obremenitve.

Razmerje med kritično (σ_c) in porušno obremenitvijo (σ_r) je definirano kot faktor pokljivosti $f = \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_r} \right)$

Ta znaša za duktilne materiale 0, za krhke pa 1. S preiskavami smo dokazali, da faktor pokljivosti določimo enako natančno tako z akustično emisijo kot meritvami časa preleta ultrazvočnega impulza. Ugotovili smo še, da je statistična porazdelitev faktorjev pokljivosti širša kot porazdelitev porušnih obremenitev. Področje obremenitev, pri katerih nastajajo poškodbe, je torej širše od področja obremenitev, kjer pride do porušitev.

Referirano na mednarodni konferenci »International Conference on in-situ Nondestructive Testing of Concrete« Ottawa 2.—5. oktober 1984, Canada.

1. UVOD

AE je že dolgo znan pojav. Za kovine obstajajo bogate eksperimentalne izkušnje. Na betonih pa so bili prvi eksperimenti narejeni konec 60 let (1), (2). Številnejše raziskave na betonih so iz prejšnjega desetletja (3), (4), (5), (6), (7). Raziskave so bile narejene na laboratorijskih preizkušancih in konstrukcijah. Z laboratorijskimi preiskavami je AE zasledovana v odvisnosti od: starosti (5), (7); v/c vrednosti (8); deleža in vrste agregata (3), (9) ter sočasnih meritev deformacij in AE na različnih napetostnih nivojih (6). Raziskave na konstrukcijah so bolj usmerjene na lokalizacijo defektov. Poleg tega da se AE uporablja pri analizah napetostnih stanj, ki so posledica zunanjih obremenitev, se uporablja tudi pri raziskavah procesov izsuševanja cementnih past (10) in pri termični obdelavi betona (11).

Eno od ključnih vprašanj pri raziskavah napetosti zaradi obremenitev je določanje napetostnega nivoja (kritična obremenitev — σ_c), pri katerem prihaja do poškodb betona. Znano je namreč, da pri tlačni obremenitvi vzorca v njegovi notranjosti nastajajo napetosti, ki so usmerjene tako, da povzročajo raztezanje vzorca pravokotno na smer obremenitve. Če notranje napetosti dosežejo ali malenkostno presežejo natezno trdnost betona, nastajajo v vzorcu mikrorazpoke. Po izpostavitvi vzor-

THE DISTRIBUTION OF CRITICAL AND RUPTURE LOADS AND DETERMINATION OF THE FACTOR OF CRACKABILITY

Summary

During the compressive loading of 20 cm and 10 cm concrete cubes, acoustic emission (AE) and the ultrasonic pulse transit time were measured.

The critical load (σ_c) at which the internal structure of the concrete begins to be damaged is determined from the AE- σ and transit-time/ σ diagrams. The ratio between σ_c and σ_r , the rupture load, is defined as the crackability factor $F = \sigma_c/\sigma_r$. This factor increases from zero (for ideally ductile materials) towards a value of 1.0 (for completely brittle materials).

From the tests described it follows that the factor F has practically the same value whether it is determined from AE or ultrasonic measurements. It also follows that the statistical distribution of the factor F is wider than the distribution of the rupture loads, which means that the start of the irreversible changes lies in a wider range of loading than the rupture load.

ca kritični obremenitvi bodo nekatere lastnosti, ki so imele prej reverzibilen potek, potekale ireverzibilno. Zasledovanje nastajanja in nadaljnjega razširjanja razpok pripomore zaradi tega k jasnejši sliki o obnašanju betona v tem področju obremenitev. Že prve raziskave na betonih so bile narejene v tej smeri. Po Rüschi (1) se rušitev notranje strukture betona začne pri 75 % porušne obremenitve. Po L Hermite (2) se te poškodbe začnejo pri obremenitvah, ki dosežejo 50 do 60 % porušne vrednosti. Kritične obremenitve so odvisne od sestave, starosti in načina odležavanja betona.

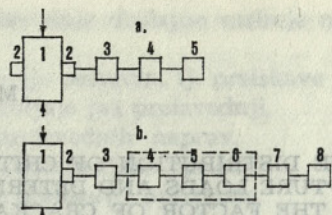
Članek obravnava določitev obremenitve, pri kateri pride do poškodb na kolektivni vzorci iste betonske mešanice.

2. OPREMA IN POTEK EKSPERIMENTA

Vzorci smo obremenjevali z univerzalno hidravlično stiskalnico. V odvisnosti od starosti in dimenzij vzorca smo izbrali eno od štirih razpoložljivih območij obremenitve.

Čas preleta ultrazvočnega impulza je merjen z ultrazvočno aparaturo (PUNDIT). Delovna frekvenca uporabljenih sond je bila 54 kHz. Na sliki 1 a je podana shema za meritve ultrazvočnih impulzov.

AE smo detektirali s sondo, ki ima maksimalno pretvorbo ultrazvočnega signala v električnega pri frekvenci 180 kHz. Zaradi boljšega akustičnega sklopa je bila stična površina med vzorcem in sondo namazana z mastjo. Tako dobljeni električni signal smo peljali prek predojačevalnika, filtra, ojačevalnika, diskriminatorja in merilca aktivnosti



SLIKA 1: Blok shema opreme za izvajanje meritev:

a. Časa preleta ultrazvočnega impulza;

1-vzorec, 2-sondi, 3-PUNDIT;

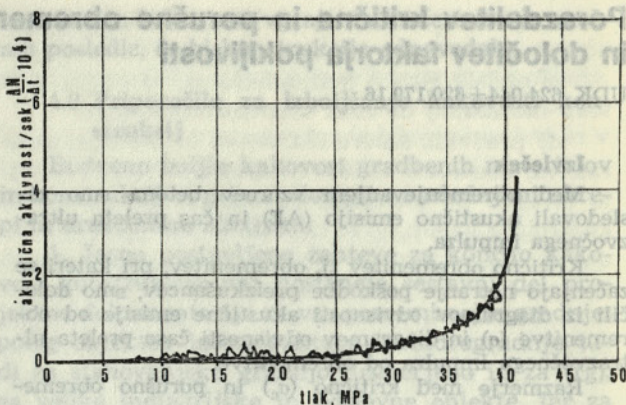
4-dodatna analogna enota, 5-zapisevalec;

b. Akustične emisije

1-vzorec, 2-sonda, 3-predojačevalnik;

4-filtr, 5-ojačevalnik, 6-diskriminator,

7-žlevec, 8-zapisevalec;

SLIKA 2: Potek akustične aktivnosti v odvisnosti od pritisnjene napetosti (največje območje štetja inštrumenta 10⁴ imp/sek)

na zapisovalec. Na svoji poti se signal demodulira in iz oscilirajočega pretvori v uniformirane napetostne impulze, primerne za štetje. Tako pripravljeni impulzi se v merilcu aktivnosti v izbranem času preštejejo in prek analognega izhoda prenesejo na zapisovalec (slika 1 b). Z uporabljenjo aparaturo je bilo možno izbrati območja aktivnosti v stopnjah 10, 10², 10³ in 10⁴ imp/sek, čas, prek katerega se aktivnost ocenjuje pa je bilo možno nastaviti na 0,1, 1 in 10 sekund.

3. VZORCI

Pripravili smo 70 kock s stranico 20 cm in 8 kock s stranico 10 cm. Pri obeh vrstah betona smo uporabljali portland cement in rečni agregat. Se-stave betonov so podane v tabeli 1. Vse kocke s stranico 20 cm in 4 s stranico 10 cm smo negovali v kontroliranih pogojih. Preostale 4 kocke smo po vgrajevanju termično obdelali.

4. REZULTATI MERITEV

4.1. Analiza spektrov AE

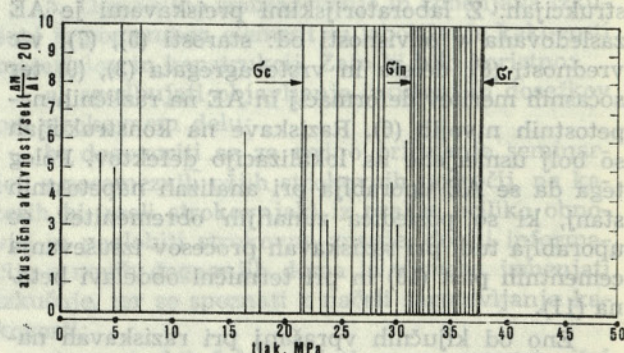
Na sl. 2 in sl. 3 je podana akustična aktivnost ($\frac{dN}{dt}$) v odvisnosti od obremenitve (σ). Z izbiro ustreznega območja aktivnosti in časa (dt), prek katerega se aktivnost ocenjuje, lahko prikažemo potek AE — σ kot črtast ali zvezen spekter. Z izbiro območja 10 imp/sek in časa 0,1 sek smo dobili črtast spekter (sl. 2), z izbiro območja 10⁴ imp/sek in 0,1 sek pa zvezen spekter (sl. 3), ki je v bistvu ovojnica črtastega spektra.

Če abscisno os (σ) razdelimo na primerno velike intervale in zasledujemo število črt, ki padejo v posamezen interval, bomo ugotovili, da je do obremenitve (σ_c) večina intervalov praznih. Tudi če so zasedeni, je ta zasedenost pičla in slučajnostna. Šele po tej obremenitvi je praktično vsak interval zaseden in se število spektralnih črt znotraj intervala z naraščajočo zaporedno številko intervala povečuje. To naraščanje traja vse do nestabilne ob-

remenitve (σ_{in}), ki je v bližini porušne (σ_r). V področju $\sigma_{in} - \sigma_r$ preide črtast spekter v zveznega. Če predpostavimo, da je vsaka črta v diagramu zaradi ene ali več sočasnih razpok v vzorcu, potem sledi, da so poškodbe do kritične obremenitve redke in lokalnega pomena. Nad to obremenitvijo število poškodb stalno narašča in so porazdeljene po cellem preizkušancu. Nad nestabilno obremenitvijo je nastanek poškodb plazovit. Razmerje med kritično

in porušno obremenitvijo $f = \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_r} \right)$ pove, kolik-

šen odstotek porušne trdnosti prenese beton, ne da bi prišlo v njem do pomembnejših poškodb. V odvisnosti od položaja kritične obremenitve v spektru zavzema faktor pokljivosti (f) vrednosti od 0 do 1. Za duktilne materiale je faktor pokljivosti 0, za krhke pa 1.



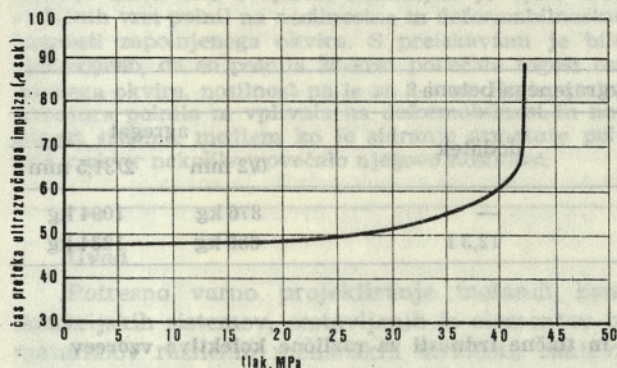
SLIKA 3: Potek akustične aktivnosti v odvisnosti od pritisnjene napetosti (najmanjše območje štetja inštrumenta 10 imp/sek)

Iz zveznih spektrov odčitamo kritično obremenitev na mestu, kjer odvisnost akustične aktivnosti od obremenitve preide iz konstantno naraščajoče v nelinearno.

4.2. Ultrazvočni spektri

Določitev kritične obremenitve je možna tudi iz meritev časa preleta ultrazvočnega impulza. V

center nasprotiležečih ploskev preizkušanca, ki sta pravokotni na smer obremenitve, pritrdimo oddajni in sprejemni sondi za merjenje časov preleta. Med obremenjevanjem preizkušanca snemamo diagram, ki podaja odvisnost časa preleta od obremenitve. Iz teh diagramov določimo kritično obremenitev na enak način kot pri zveznih spektrih akustične emisije (sl. 4).



SLIKA 4: Polek časa preleta ultrazvočnega impulza v odvisnosti od pritrjenosti napetosti

4.3. Obdelava in analiza rezultatov

4.3.1. Kocke s stranico 20 cm

Na kockah s stranico 20 cm smo opravili naslednje meritve. Pri starosti 28 dni smo na 15 kockah med obremenitvijo merili čas preleta ultrazvočnega impulza, na 45 kockah pa smo merili akustično emisijo. Poleg tega smo na 10 kockah pri starosti 7 dni merili samo akustično emisijo. Del posnetih spektrov akustične emisije je črtast, del pa zvezen. Za vsak spekter smo določili σ_r , σ_c in f . Za meritve AE na kockah, starih 7 dni, in za ultrazvočne meritve smo za f in σ_r določili samo povprečne vrednosti, za ostale meritve AE pa še standardno deviacijo in koeficient variacije. Rezultate statistične obdelave prikazuje tabela 2. Iz tabele 2 je razvidno, da sta povprečni vrednosti faktorja pokljivosti določene z ultrazvočno metodo in metodo AE, praktično enaki. Enaka ugotovitev velja za izmerjene minimalne in maksimalne vrednosti. Iz primerjave poprečnih vrednosti faktorja pokljivosti za betone, stare 7 in 28 dni, sledi, da imajo mlajši betonji nižji faktor f .

Iz množice 45 rezultatov tlačnih trdnosti smo izbrali 7 rezultatov iz področja nizkih in 7 in področja visokih tlačnih trdnosti. Na tako izbranih podkolektivih smo določili povprečne vrednosti tlačnih trdnosti in njim pripadajoče faktorje pokljivosti. Za podkolektiv nizkih trdnosti smo izračunali $\sigma_r = 35$ MPa in $f = 59\%$, za podkolektiv visokih trdnosti pa $\sigma_r = 44$ MPa in $f = 66\%$. Iz tega sledi, da za isto sestavo betona sledi kritična obremenitev v poprečju tlačni trdnosti.

4.3.2. Kocke s stranico 10 cm

Beton s sestavo po recepturi 2, ki je podana v tabeli 1, smo vgradili v kocke s stranico 10 cm. 4 kocke smo negovali v standardnih pogojih (etalonski beton), 4 pa smo po vgrajevanju izpostavili toplotni obdelavi. Nadaljnje odležavanje vseh 8 kock do dneva preiskav (2 leti) je bilo identično. Na kockah smo med obremenjevanjem merili samo akustično emisijo. Iz diagramov AE — σ smo določili σ_c , σ_r in f . Za etalonske betone smo dobili $f = 42\%$ in $\sigma_r = 50$ MPa, za toplotno obdelane pa $f = 55\%$ in $\sigma_r = 38$ MPa. Iz tega lahko sklepamo, da so toplotno obdelani betoni bolj krhki (višji f) in manj trdni (nižji σ_r), kar je verjetno posledica pospešene kristalizacije cementnega kamna v času toplotne obdelave.

5. Zaključki

— Pri istem kolektivu vzorcev je porušna obremenitev bolj definirana od kritične obremenitve.

— Kritično obremenitev je možno enako natančno določiti iz spektrov akustične emisije in časa preleta ultrazvočnega impulza.

— Večjim in manjšim vrednostim porušnih obremenitev v distribuciji pripadajo večje oz. manjše kritične obremenitve (»repi«) distribucije.

— Toplotno obdelani betonji imajo v primerjavi z etalonskimi manjšo porušno obremenitev in večji faktor pokljivosti.

6. Zahvala

Zahvaljujemo se Raziskovalni skupnosti Slovenije (PORS Graditeljstvo) in ZRMK, TOZD Inštitut za materiale, ki sta raziskavo financirala.

Literatura

1. Rüşch, H., »Physical Problems in the Testing of Concrete«, (Zement — Kalk — Gips, Vol. 12, No. 1, 1959).
2. L'Hermite, R. G. »What Do We Know About the Plastic Deformation and Creep of Concrete« RILEM Bulletin No. 1, Mar. 1959.
3. Green, A. T. »Stress Wave Emission and Fracture of Prestressed Concrete Reactor Vessel Materials« Second Interamerican Conference on Materials Technology, American Society of Mechanical Engineers, Vol. 1. Aug. 1970.
4. Wells, D., »An Acoustic Apparatus to Record Emission from Concrete Under Strain«, Nuclear Engineering and Design, Vol. 12, No. 80, 1970.
5. McCabe, W., Koerner, R. M., and Loed, A. E., Jr., »Acoustic Emission Behavior of Concrete Laboratory Specimens«, ACI Journal, Vol. 73, No. 7, July 1976.
6. Spooner, D. C., and Dongill, J. W., »A Quantitative Assessment of Damage Sustained in Concrete During Compressive Loading«, Magazine of Concrete Research, Vol. 27, No. 29, Sep. 1975.
7. Schickert, G., »Acoustic Emission Technique Applied to Tests with Concrete Cubes« Nouveaux Developpements dans L'Essai Non-Destructif des Ma-

teriaux Non-Metalliques, Vol. II Beton-Nouvelles Methodes, Resonance, Ultrasonis, Institut de Recherche Du Batiment, INCERC, Bucharest, 1974.

8. Mindess, S., »Acoustic Emission and Ultrasonic Pulse Velocity of Concrete« The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol. 4, No. 3, Aug. 1982.

9. Robinson, G. S., »Methods of Detecting the Formation and Propagation of Microcracks in Concrete«, Proceedings, International Conference on the Structure

of Concrete and Its Behaviour Under Load, London 1965.

10. Nadean, J. S., Bennett, R., and Mindess, S., »Acoustic Emission in the Drying of Hardened Cement Paste and Mortar«, Journal of the American Ceramic Society, Vol. 64, No. 7, July 1981.

11. Rybjev I. A., Sokolov G. V., Sheluklina I. V., Zubavin A. N. »Study of microcracks formation in concrete by acoustic method« Beton i železobeton, May 1982.

Tabela 1: Sestavi betonskih mešanic

Beton za kocke s stranico	kg/m ³ vgrajenega betona			
	cement	voda	dodatek	agregat
				0/2 mm 2/31,5 mm
20 cm	320 kg	144 l	—	876 kg 1094 kg
10 cm	410 kg	184,5 l	12,3 l	636 kg 1234 kg

Tabela 2. Rezultati statistične obdelave faktorja pokljivosti in tlačne trdnosti za različne kolektive vzorcev

Število preisk- kušancev	Kocke s stranico	Starost betona	$\bar{f}$	s_f	f_{min}	f_{max}	$\bar{f}_b$	s_{fb}	$f_{b min}$	$f_{b max}$
					%		MPa			
10	20 cm	7 dni	55	—	43	60	30	—	23	36
15	20 cm	28 dni	63*	—	28	84	40	—	34	45
45	20 cm	28 dni	64	10	21	84	39	3,5	34	45
4	10 cm	2 leti	42	—	33	48	50	—	44	54
4	10 cm	2 leti	55**	—	55	57	38	—	35	44

* iz ultrazvočnih meritev

** toplotno obdelani vzorci

Literatura
1. Rüsch, H., »Physical Problems in the Testing of Concrete«, (Nemat) »Concrete« Vol. 1, No. 1, 1959.
2. L'Hermite, R. G., »What Do We Know About the Plastic Deformation and Creep of Concrete?«, Bulletin No. 1, Mar. 1959.
3. Grosse, A. D., »Stress Wave Analysis and the Use of Propagated Concrete Resonance Methods for the Detection of Defects in Concrete Structures«, Second International Conference on Mechanical Properties of Concrete, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1970.
4. Wells, D. W., »An Acoustic Apparatus to Record Elastic Wave Propagation in Concrete«, Engineering and Design, Vol. 18, No. 10, 1970.
5. McCabe, W., Koenig, R. W., and Lord, A. E., »Acoustic Emission on Behavior of Concrete Laboratory Specimens«, ACI Journal, Vol. 73, No. 1, July 1976.
6. Spooner, B. C., and Doughty, J. W., »Acoustic Evaluation of Damage Sustained in Concrete During Compression Loading«, Magazine of Concrete Research, Vol. 27, No. 2, p. 187.
7. Schickel, G., »Acoustic Emission Techniques Applied to Tests with Concrete Cubes«, Nouvelles Données sur les Méthodes de Contrôle des Matériaux de Construction, Vol. 1, Paris, 1976.

Is imamo 45 rezultatov tlačnih trdnosti smo izbrali 7 rezultatov iz področja niskih in 7 iz področja visokih tlačnih trdnosti. Na tako izbranih področjih smo dobili povprečne vrednosti tlačnih trdnosti in njihove pripadajoče faktorje pokljivosti. Za podkollektiv niskih trdnosti smo izračunali povprečno vrednost $f = 50$ MPa in $f_{b} = 35$ MPa, za podkollektiv visokih trdnosti pa $f = 64$ MPa in $f_{b} = 44$ MPa. Iz tega sledi, da za isto sestavo betona sledi različna obremenitvena področja tlačnih trdnosti in s tem različna

Obnašanje armiranobetonskih okvirov z zidanimi polnili pri potresnih obtežbah

UDK 624.042+624.072.33

ROKO ŽARNIČ
MIHA TOMAŽEVIČ

Povzetek

Članek obravnava obnašanje armiranobetonskega okvira z mehkim polnilom pri potresni obtežbi. Definiran je porušni mehanizem sistema in predlagan enostaven analitični model za račun parametrov, ki definirajo histerezo ovojnice. Primerjan je vpliv treh različnih vrst polnil na nosilnostne in deformabilnostne lastnosti zapolnjenega okvira. S preiskavami je bilo ugotovljeno, da so polnila 20-krat povečala togost osnovnega okvira, nosilnost pa le za 2-krat. Horizontalna armatura polnila ni vplivala na deformabilnost in nosilnost sistema, medtem ko je sidranje armature polnila v okvir nekoliko povečalo njegovo nosilnost.

Uvod

Potresno varno projektiranje mešanih konstrukcijskih sistemov, sestavljenih iz elementov in materialov različnih mehanskih lastnosti, zahteva veliko mero pazljivosti. Pri delovanju potresne obtežbe namreč v takih sistemih nastanejo med različnimi komponentami sistema konstrukcije interakcijske sile, ki jih moramo pravilno upoštevati. Armiranobetonski skelet z zidanimi polnili predstavlja pri nas zelo pogost konstrukcijski sistem, vendar pa v vsakdanji projektantski praksi vpliv delovanja polnil na okvirni sistem običajno zanemarimo. Posledica takega pristopa je včasih nepričakovano obnašanje konstrukcije med potresom, ki lahko povzroči tudi težke poškodbe ali celo porušitve posameznih elementov konstrukcije.

Poznavanje sodelovanja zidanega polnilnega elementa in osnovne okvirne konstrukcije je izredno pomembno. Glede na neugodne izkušnje po potresih se v praksi priporočata dva alternativna pristopa:

— polnilo se izvede kot sekundarna konstrukcija ločeno od glavnega konstrukcijskega sistema, tako da se le-ta lahko neovirano deformira med potresom;

— polnilo se izvede kot sestavni del nosilne konstrukcije, ki se tudi dimenzionira z upoštevanjem vpliva interakcijskih sil med zidanim polnilom in armiranobetonskim okvirom.

Polnila drastično zvišajo togost celotne konstrukcije. Zaradi tega se spremenijo dinamične lastnosti konstrukcije, spremeni pa se tudi razporeditev seizmične obremenitve na posamezne elemen-

Avtorja: Roko Žarnič, dipl. inž. gr. in mag. Miha Tomažević, dipl. ing. gr., ZRMK, TOZD Inštitut za konstrukcije in potresno inženirstvo

O temi, ki jo obravnava članek, smo poročali na 8. svetovnem kongresu o potresnem inženirstvu (8th World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco 21.—28. julija 1984, ZDA).

Summary

The behaviour of masonry infilled stiff reinforced concrete frames subjected to cyclic lateral loading has been investigated. The effect of three different types of both unreinforced and reinforced infill on strength and deformability characteristics of the infilled frame system has been studied. The failure mechanism has been defined and simple analytical model for the calculation of the strength and deformability characteristics has been proposed. The infill increased the frame stiffness for 20-times and the lateral resistance for 2-times. However, no significant effect of horizontal infill reinforcement on the lateral resistance and deformability of the system has been observed. A slight increase in lateral resistance only has been obtained by means of anchoring the infill reinforcement into the frame.

te konstrukcijskega sistema. Sorazmerno z zvišanjem togosti posameznega elementa se poveča tudi delež obtežbe, ki jo mora element prevzeti. Zato je že pri snovanju konstrukcije potrebno poznati togosti in nosilnosti posameznih konstrukcijskih elementov in jih pravilno razporediti v celotnem konstrukcijskem sistemu objekta. Na mehanske lastnosti okvirnih konstrukcij, ki z vgrajenim polnilom predstavljajo enoten sistem, vpliva razmerje med togostjo okvira in polnila, ki se izraža s parametrom λh (glej ref. 2, 3 in 4):

$$\lambda h = \sqrt[4]{\frac{E_w t_w h_w^3}{4 E_c I_c}}, \quad (1)$$

kjer je:

t_w, h_w — debelina oziroma višina polnila,
 E_w, E_c — modul elastičnosti materiala polnila oziroma betona,
 I_c — vztrajnostni moment stebra okvira.

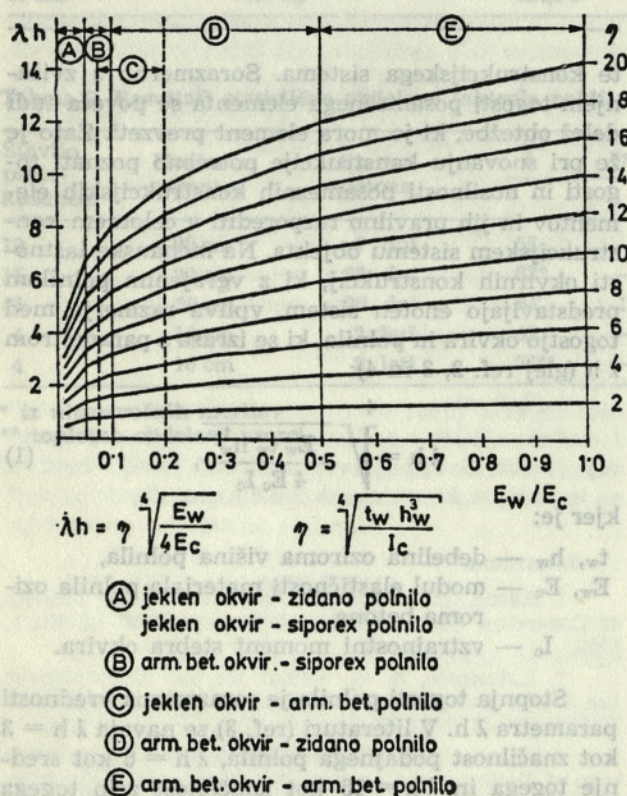
Stopnja togosti polnila je sorazmerna vrednosti parametra λh . V literaturi (ref. 3) se navaja $\lambda h = 3$ kot značilnost podajnega polnila, $\lambda h = 6$ kot srednje togega in $\lambda h = 15$ kot značilnost zelo togega polnila v okviru.

Podajna polnila se porušijo po nastanku diagonalnih razpok zaradi prekoračitve natezne oziroma strižne trdnosti polnila. Pri srednje togih polnilih je običajna kombinirana porušitev zaradi nastanka diagonalnih oziroma horizontalnih razpok in drobljenja polnila v območju vogalov. V obeh primerih se stebri okvira porušijo zaradi izčrpanja strižne nosilnosti v kombinaciji s plastifikacijo vozlišč. Pri togih polnilih porušitev nastanejo zaradi prekoračitve tlačne trdnosti polnila v vogalih, kjer se polnilo zdrobi, hkrati pa se tudi upogibno poruši okvir. Okvir s togim polnilom se obnaša kot konzolni nosilec s koncentrirano armaturo v stebrih okvira, ki

predstavlja tlačeni oziroma tegnjeni rob nosilca. Na sliki 1 je podan grafični prikaz izraza (1) za različna razmerja modulov elastičnosti materiala polnila in okvira (E_w/E_c) in različna razmerja izmer polnila in okvira:

$$\eta = \sqrt[4]{t_w h_w^3 / I_c} \quad (2)$$

Na sliki so prikazana tudi območja razmerij modulov elastičnosti za različne kombinacije materialov, iz katerih so narejena polnila in okviri. V tem prispevku obravnavamo armiranobetonski okvir z zidanim polnilom, ki glede na mehanske lastnosti materialov in razmerje izmer sodi v kategorijo »zelo togega okvira s polnilom« oziroma »okvira s podajnim polnilom«: vrednost parametra λh znaša $\lambda h = 3,51$ ($E_w/E_c = 0,446$, $\eta = 6,08$).



Slika 1. Stopnja togosti polnila λh v odvisnosti od izmer okvira in polnila ter modulov elastičnosti materialov

Opis preiskav

Preiskane okvire s polnili smo izdelali v merilu 1 : 2 iz materialov običajnih lastnosti. Izbrano merilo je dovolj veliko, da rezultati ustrezajo prototipnim vzorcem, hkrati pa nam je omogočilo lažjo izvedbo preiskav glede na zmogljivosti preizkuševalnih naprav.

Preizkušance smo označili z:

M1 — armiranobetonski okvir brez polnila,

M2 — armiranobetonski okvir z nearmiranim zidanim polnilom,

M3 — armiranobetonski okvir z armiranim zidanim polnilom,

M4 — armiranobetonski okvir z armiranim zidanim polnilom, povezanim z okvirom.

Osnovni podatki o zasnovi preizkušancev so razvidni iz slike 2.

Polnila smo sezidali iz luknjičaste opeke visoke kakovosti in malte visoke trdnosti. Izredno kvaliteten stik med okvirom in polnilom smo dosegli tako, da smo okvir zabetonirali po končanem zidanju polnila. Polnila preizkušancev M3 in M4 smo armirali s horizontalno armaturo v obliki stremen, položenih v spojnice polnila. Odstotek armiranja glede na vertikalni presek polnila je znašal $\rho = 0,22\%$ ($7 \phi 6$ mm, $\bar{C} 0.200$). Pri preizkušancu M4 smo armaturo polnila sidrali v stebre. ($7 \phi 6$ mm $\bar{C} 0.200$), polnilo pa smo tudi povezali s prečko in temeljnim blokom ($7 \phi 8$ mm, $\bar{C} BR 40-1$). Okvir smo močno armirali ($\rho = 3,4\%$, $\pm 4 \phi 16$ mm, $\bar{C} BR 40-1$). Posebno pozornost smo posvetili stremenski armaturi, ki je bila oblikovana kot kvadratna spirala s hodom 80 mm in zgostitvijo na 40 mm v območju vozlišč. Togo pritrditev temeljnega bloka na vpenjalni temelj so omogočale vgrajene jeklene plošče z navoji.

Lastnosti zidanega polnila smo ugotovili s preiskavami zidnih panelov na vertikalno in na kombinirano vertikalno in horizontalno obtežbo. Panele, po štiri za vsako vrsto preiskave, smo sezidali iz enakih zidakov in malte kot polnila okvirov.

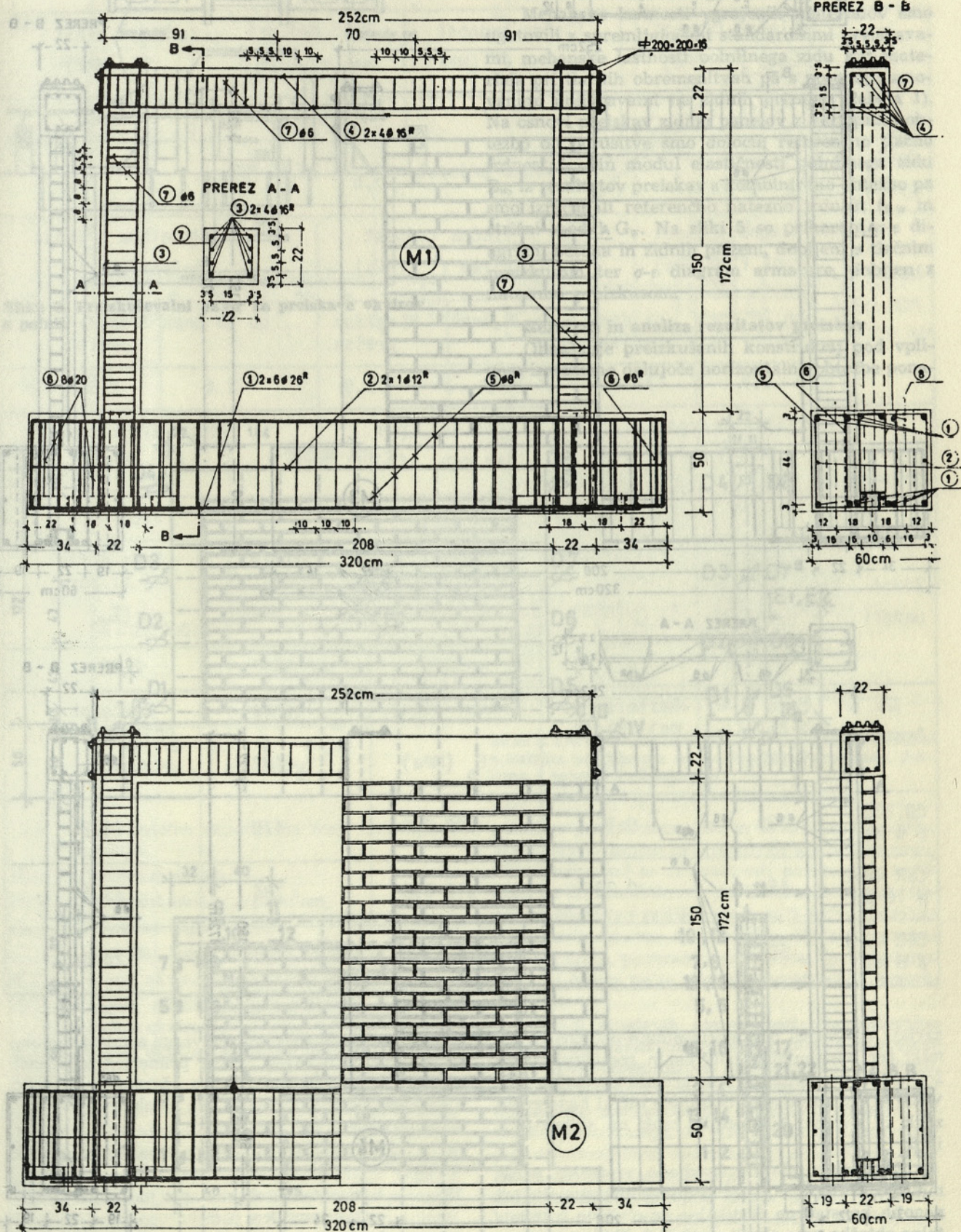
Preizkuševalni okvir (slika 3), v katerem smo preizkusili okvire in okvire s polnili, je omogočal obremenitev preizkušancev s stalno vertikalno obtežbo, delujočo v oseh stebrov in ciklično, izmenično stopnjevano horizontalno obtežbo, delujočo v osi prečke. Preiskavo smo krmili ročno s pomočjo neposrednega zapisa H- δ histereznega diagrama tako, da smo programirali pomike.

Na sliki 4 je prikazana tipična razporeditev merilnih instrumentov, ki velja za preizkušanec M4. Ostale tri preizkušance smo instrumentirali na analogen način. Podatke smo zajemali z elektronskimi čutili (induktivni merilniki pomikov, merilni lističi »strain gauge«, dilatometri) in jih prek ustrezne naprave registrirali tako, da je bila možna kasnejša računalniška obdelava podatkov.

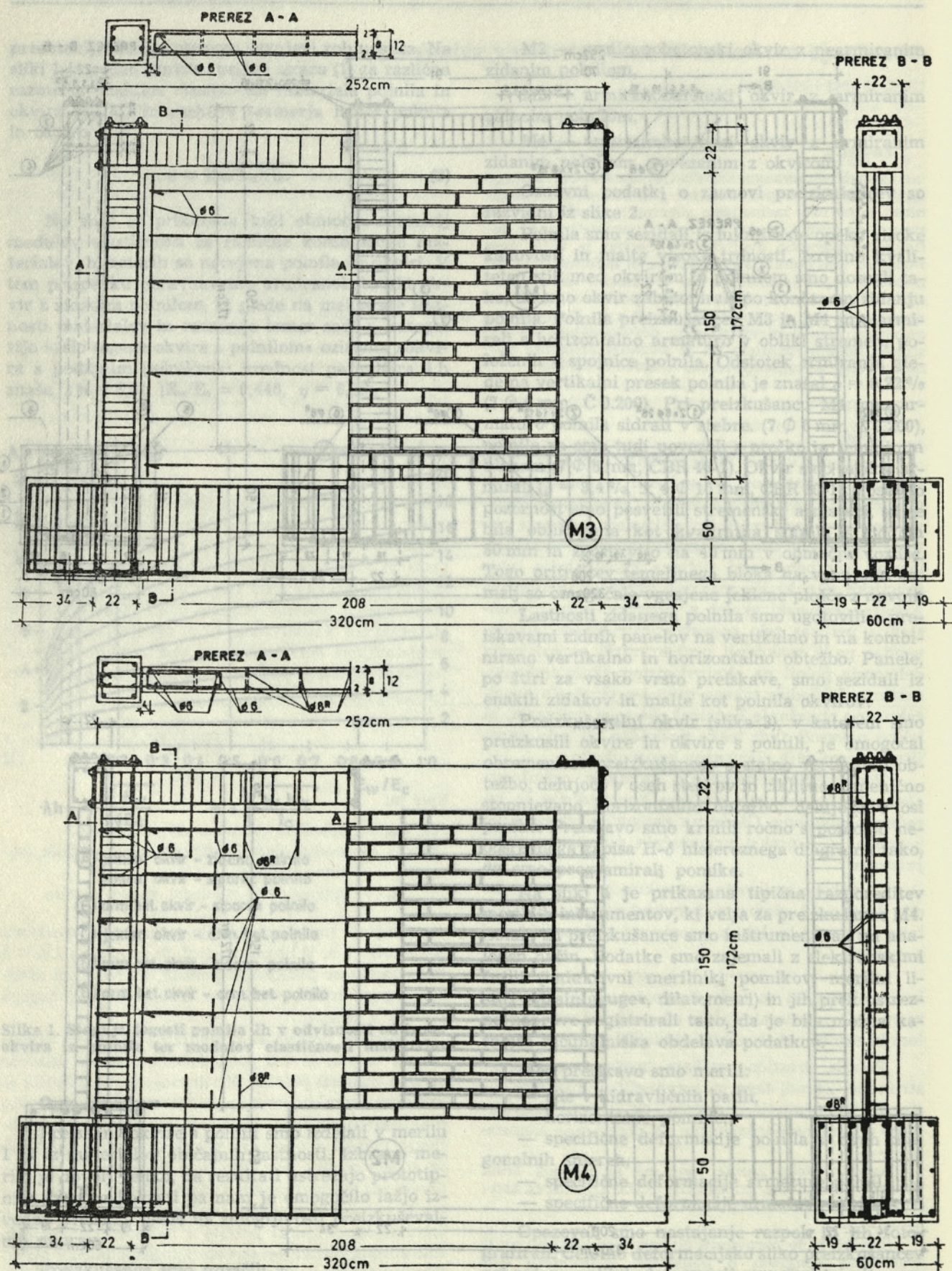
Med preiskavo smo merili:

- sile v hidravličnih batih,
- horizontalne pomike,
- specifične deformacije polnila v dveh diagonalnih smereh,
- specifične deformacije armature polnil,
- specifične deformacije armature okvirov.

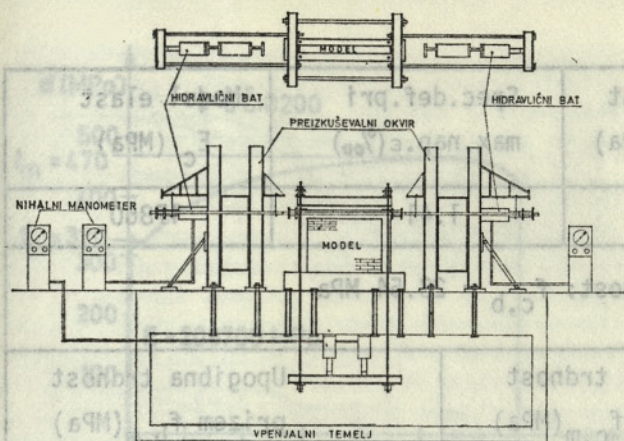
Opazovali smo nastajanje razpok in jih fotografirali. Celotno deformacijsko sliko preizkušancev pri pojavu velikih deformacij smo registrirali s pomočjo fotogrametrične metode.



Slika 2. Dimenzije in armatura preizkušancev



Slika 2a. Dimenzije in armatura preizkušancev M3 in M4



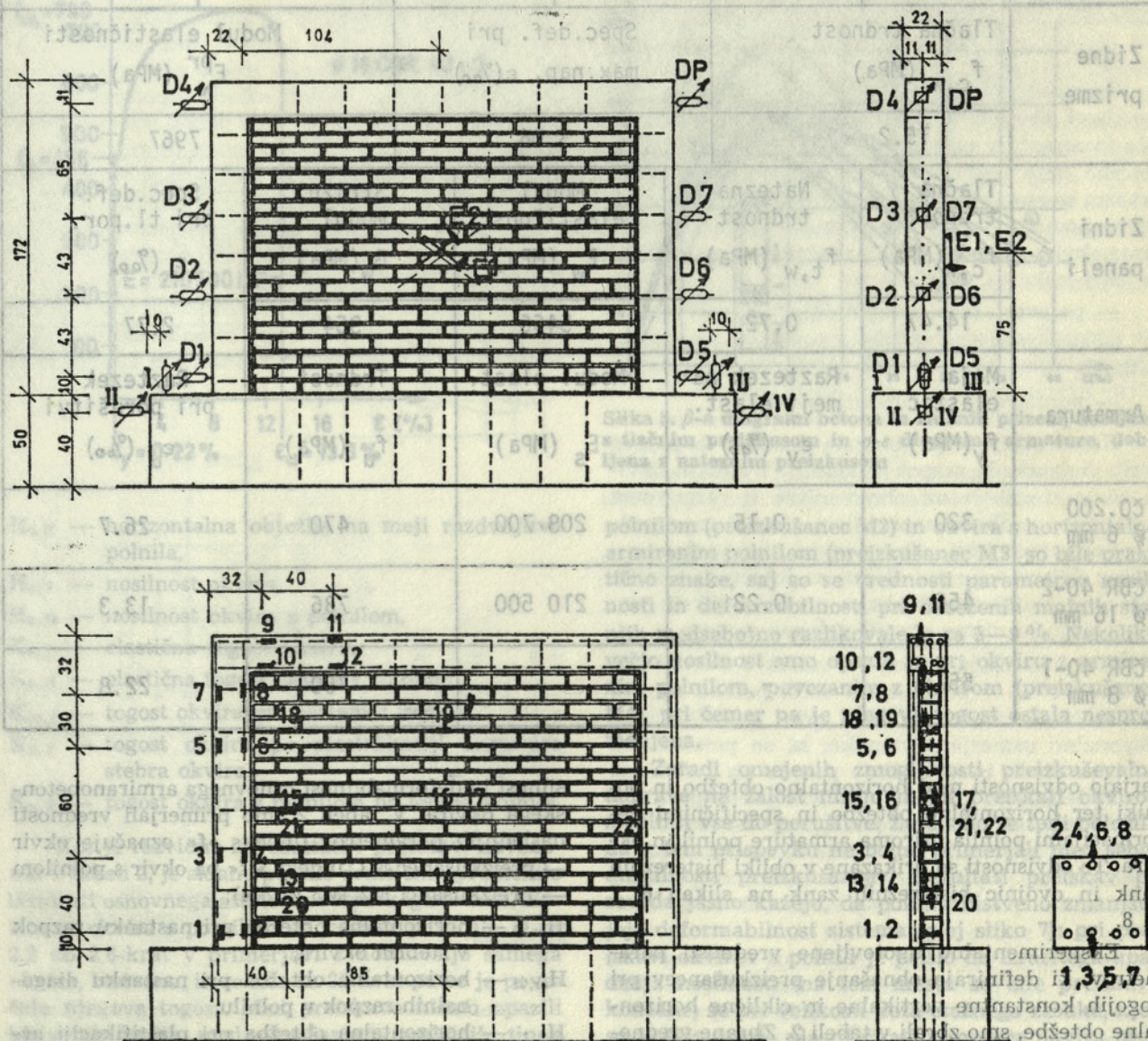
Slika 3. Preizkuševalni okvir za preiskave okvirov s polnili

Mehanske lastnosti vgrajenih materialov

Mehanske lastnosti vgrajenih materialov smo ugotovili s spremljajočimi standardnimi preiskavami, mehanske lastnosti polnilnega zidu kot materiala pri tlačnih obremenitvah pa s posebej zasnovanimi preiskavami na zidnih prizmah (tabela 1). Na osnovi preiskav zidnih panelov z vertikalno obtežbo do porušitve smo določili referenčno tlačno trdnost $f_{c,w}$ in modul elastičnosti polnilnega zidu E_w , iz rezultatov preiskav s kombinirano obtežbo pa smo izračunali referenčno natezno trdnost $f_{t,w}$ in strižni modul G_w . Na sliki 5 so prikazani σ - ε diagrami betona in zidnih prizem, dobljeni s tlačnim preizkusom ter σ - ε diagram armature, dobljen z nateznim preizkusom.

Rezultati in analiza rezultatov preiskav

Obnašanje preizkušanih konstrukcij pod vplivom izmenično delujoče horizontalne obtežbe pona-



Slika 4. Tipična razporeditev merilnih mest — preizkušanec M4

Tabela 1. Mehanske lastnosti materialov

	Tlačna trdnost kock f_c (MPa)		Tlačna trdnost prizem f_c^{pr} (MPa)		Spec.def.pri max.nap. ϵ (‰)	Modul elast E_c (MPa)
	15.15		12.97		1.41	17860
Opečni zidaki	Tlačna trdnost: $f_{c,b} = 28.54$ MPa					
Malta PCM 1:1:6	Tlačna trdnost kock $f_{c,m}^c$ (MPa)		Tlačna trdnost prizem $f_{c,m}$ (MPa)		Upogibna trdnost prizem $f_{b,m}$ (MPa)	
	po 28 dneh	na dan preisk.	po 28 dneh	na dan preisk.	po 28 dneh	na dan preisk.
	9.9	11.5	10.9	12.9	2.4	2.8
Zidne prizme	Tlačna trdnost $f_{c,w}$ (MPa)		Spec.def. pri max.nap. ϵ (‰)		Modul elastičnosti E_w^{pr} (MPa)	
	15.2		3.06		7967	
Zidni paneli	Tlačna trdnost $f_{c,w}$ (MPa)	Natezna trdnost $f_{t,w}$ (MPa)	Modul elastičnosti E_w (MPa)		Strižni modul G_w (MPa)	Spec.def. pri tl.por. ϵ (‰)
	14.47	0.72	5466		354	2.77
Armatura	Meja elastič. f_y (MPa)	Raztezek na meji elast. ϵ_y (‰)	Modul elast. E_s (MPa)		Trdnost f_u (MPa)	Raztezek pri poružitvi ϵ_u (‰)
ČO.200 Ø 6 mm	320	0.15	208 700		470	26.7
ČBR 40-2 Ø 16 mm	456	0.22	210 500		736	13.3
ČBR 40-1 Ø 8 mm	551	-	-		760	22.8

zarjajo odvisnosti med horizontalno obtežbo in pomiki ter horizontalno obtežbo in specifičnimi deformacijami polnila oziroma armature polnil in okvira. Te odvisnosti so prikazane v obliki histereznih zank in ovojnic histereznih zank na slikah 6, 7 in 8.

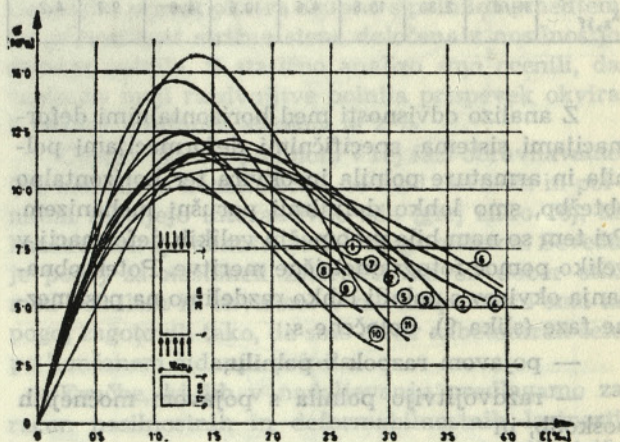
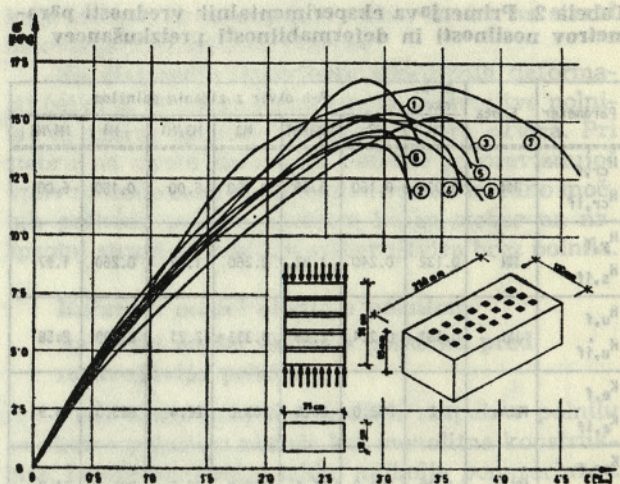
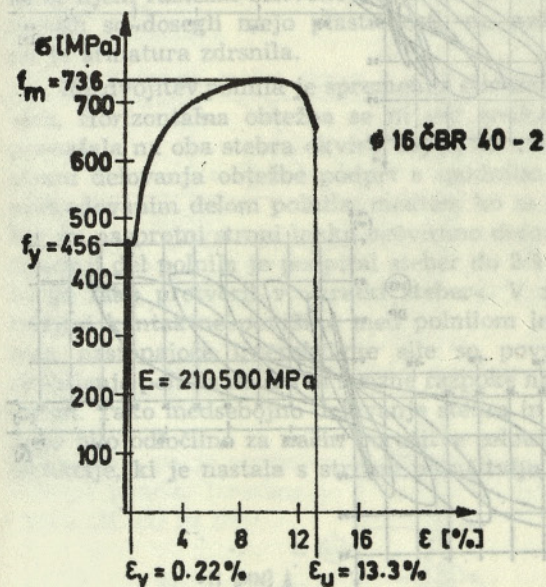
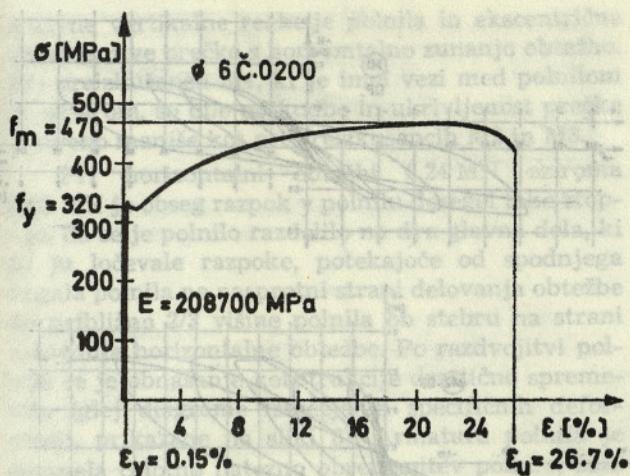
Eksperimentalno ugotovljene vrednosti parametrov, ki definirajo obnašanje preizkušancev pri pogojih konstantne vertikalne in ciklične horizontalne obtežbe, smo zbrali v tabeli 2. Zbrane vrednosti jasno kažejo vpliv različnih tipov polnil na no-

silnost in deformabilnost osnovnega armiranobetonskega okvira. V tabeli 2 smo primerjali vrednosti naslednjih parametrov (indeks »f« označuje okvir — preizkušanelec M1, indeks »if« pa okvir s polnilom — preizkušanci M2, M3 in M4):

$H_{cr,f}$ — horizontalna obtežba pri nastanku razpok v stebrih okvira,

$H_{cr,if}$ — horizontalna obtežba pri nastanku diagonalnih razpok v polnilu,

$H_{y,f}$ — horizontalna obtežba pri plastifikaciji armature stebra okvira,



Slika 5. β -a diagrami betona in zidanih prizem, dobjeni s tlačnim preizkusom in σ - ϵ diagrama armature, dobljena z nateznim preizkusom

$H_{s,if}$ — horizontalna obtežba na meji razdvojitve polnila,

$H_{u,f}$ — nosilnost okvira,

$H_{u,if}$ — nosilnost okvira s polnilom,

$K_{o,f}$ — elastična togost okvira,

$K_{e,if}$ — elastična togost okvira s polnilom,

$K_{cr,f}$ — togost okvira pri nastanku razpok,

$K_{y,f}$ — togost okvira po plastifikaciji armature stebra okvira,

$K_{s,if}$ — togost okvira s polnilom po ločitvi polnila.

Kot je razvidno iz rezultatov preiskav, navedenih v tabeli 2, je zidano polnilo drastično spremenilo lastnosti osnovnega armiranobetonskega okvira. Nosilnost okvira s polnilom se je sicer povečala le za 2,2 do 2,6-krat v primerjavi z nosilnostjo samega okvira, bistveno, in to kar za 22-krat pa se je povečala njegova togost. Med preiskavo nismo opazili bistvenih razlik med obnašanjem različnih tipov polnil. Mehanske lastnosti okvira z nearmiranim

polnilom (preizkušanelec M2) in okvira s horizontalno armiranim polnilom (preizkušanelec M3) so bile praktično enake, saj so se vrednosti parametrov nosilnosti in deformabilnosti pri doseženih mejnih stanjih medsebojno razlikovale le za 3—9 %. Nekoliko večjo nosilnost smo opazili le pri okviru z armiranim polnilom, povezanim z okvirom (preizkušanelec M4), pri čemer pa je njegova togost ostala nespremenjena.

Zaradi omejenih zmogljivosti preizkuševalne naprave na žalost nismo mogli preiskati okvirov s polnili vse do porušitve. Zato smo se tudi odločili, da v tem prispevku ne bomo primerjali med seboj duktilnosti preizkušancev. Rezultati preiskav pa seveda jasno kažejo, da polnila bistveno zmanjšujejo deformabilnost sistema (glej sliko 7): pri preiskavi okvirov s polnili je prišlo do izrazitega upadanja nosilnosti (na tem mestu so bile preiskave končane) že pri velikosti kota etažnega zasuka, kjer se je šele začela plastificirati armatura okvira brez polnila.

Tabela 2. Primerjava eksperimentalnih vrednosti parametrov nosilnosti in deformabilnosti preizkušancev

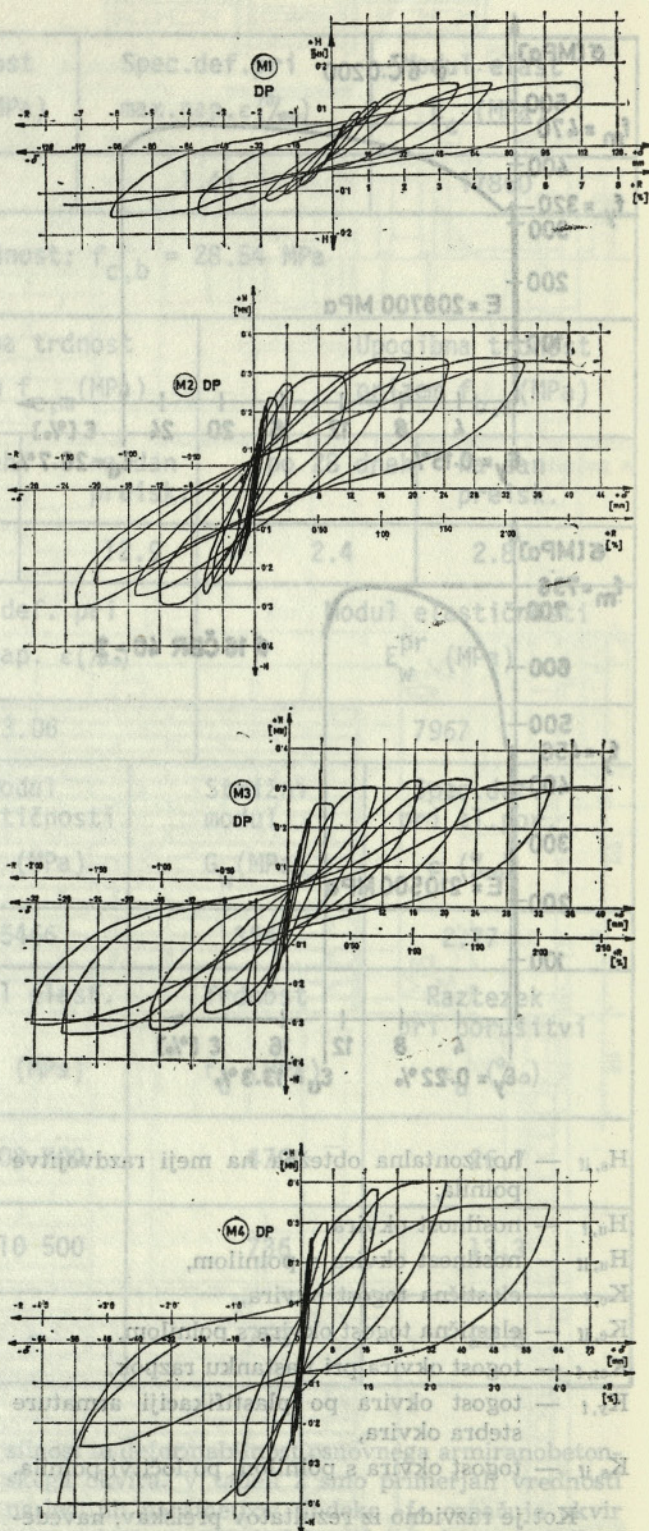
Parameter	Enota	A-b okvir z zidanim polnilom						
		M1	M2	M2/M1	M3	M3/M1	M4	M4/M1
$H_{cr,f}$ $H_{cr,if}$	MN	0.030	0.160	5.33	0.180	6.00	0.180	6.00
$H_{y,f}$ $H_{s,if}$	MN	0.132	0.240	1.82	0.260	1.97	0.260	1.97
$H_{u,f}$ $H_{u,if}$	MN	0.151	0.324	2.15	0.333	2.21	0.389	2.58
$K_{e,f}$ $K_{e,if}$	N/m	17.2	352.0	20.5	385.0	22.4	325.0	18.9
$K_{cr,f}$ $K_{cr,if}$	N/m	5.30	352.0	66.4	385.0	72.6	325.0	61.3
$K_{y,f}$ $K_{s,if}$	N/m	2.30	10.6	4.6	10.6	4.6	9.7	4.2

Z analizo odvisnosti med horizontalnimi deformacijami sistema, specifičnimi deformacijami polnila in armature polnila in okvira ter horizontalno obtežbo, smo lahko definirali porušni mehanizem. Pri tem so nam bile v območju velikih deformacij v veliko pomoč fotogrametrične meritve. Potek obnašanja okvirov s polnili lahko razdelimo na posamezne faze (slika 9), določene s:

- pojavom razpok v polnilu,
- razdvojitvijo polnila s pojavom močnejših poškodb, in
- porušitvijo konstrukcije v celoti.

Konstrukcija se je obnašala elastično do pojava prvih diagonalnih razpok v polnilu. V stebrih okvira so nastopale osne obremenitve z razmeroma majhnim upogibnim momentom. Armatura v polnilu praktično ni bila obremenjena, diagonalne specifične deformacije polnila pa so bile še v elastičnem območju. V stebrih okvira pred nastankom razpok v polnilu nismo opazili nobenih razpok.

Pri horizontalni obtežbi v velikosti od 0,16 MN do 0,18 MN so v posameznih delih polnila nastale prekoračitve natezne trdnosti zidu: pojavile so se diagonalno usmerjene razpoke, ki so potekale od približno dveh tretjin višine polnila ob stebru na strani delovanja obtežbe do temelja nasprotnega stebra. Istočasno so nastale tudi razpoke vzdolž stikov okvira in polnila, naraščanje raztezkov armature polnila pa je pokazalo, da je armatura prevzela obremenitev polnila. Po pojavu razpok se je konstrukcija še vedno obnašala kot strižna stena, vendar se je delež preostalih deformacij in obseg razpok večal. Na tako obnašanje konstrukcije kažejo izmerjene vrednosti specifičnih deformacij v stebrih okvirov, saj je delež upogibnih obremenitev v primerjavi z osnimi še vedno neznan (slika 8).



Slika 6. Histerezne zanke »horizontalna sila — etažni pomik oz. rotacija«, dobljene kot neposredni zapis med preiskavo

Prečka okvira se je ukrivila navzgor, tako da so na njeni zgornji strani nastale močne razpoke. Ta pojav si razlagamo kot posledico delovanja inter-

aktivne vertikalne reakcije polnila in ekscentrične obremenitve prečke s horizontalno zunanjo obtežbo. Pri preizkušanju M4, ki je imel vezi med polnilom in okvirom, so bile poškodbe in ukrivljenost prečke bistveno manjše kot pri preizkušancih M2 in M3.

Pri horizontalni obtežbi 0,24 MN oziroma 0,26 MN je obseg razpok v polnilu dosegel tako stopnjo, da se je polnilo razdelilo na dva glavna dela, ki so ju ločevale razpoke, potekajoče od spodnjega vogala polnila na nasprotni strani delovanja obtežbe do približno 2/3 višine polnila ob stebru na strani delovanja horizontalne obtežbe. Po razdvojitvi polnila se je obnašanje konstrukcije drastično spremenilo (glej diagrame izmerjenih specifičnih deformacij, prikazane na sliki 8). Armatura polnila je prevzela celotno natezno obremenitev polnila, zato so se njeni raztezki bistveno povečali: na nekaterih mestih so dosegli mejo plastičnosti, na nekaterih pa je armatura zdrsnila.

Razdvojitve polnila je spremenila obnašanje okvira. Horizontalna obtežba se ni več enakomerno prenašala na oba stebra okvira, saj je bil steber na strani delovanja obtežbe podprt s spodnjim, manj poškodovanim delom polnila, medtem ko se je steber na nasprotni strani lahko neovirano deformiral. Spodnji del polnila je podpiral steber do 2/3 višine in ga tako pretvoril v »kratki steber«. V zgornji tretjini kontaktne površine med polnilom in stebrom nastopajoče interaktivne sile so povzročale drobljenje polnila na eni in strižne razpoke na drugi strani. Tako medsebojno delovanje stebra in polnila je bilo odločilno za način porušitve celotne konstrukcije, ki je nastala s strižno porušitvijo »krat-

kega stebra« ob zgornjem vozlišču okvira na strani delovanja horizontalne obtežbe.

Na diagramih izmerjenih specifičnih deformacij (slika 8) je dobro vidna »meja razdvojitve polnila« in zgoraj opisano obnašanje stebra okvira. Pri stebru na strani delovanja obtežbe je prevladujoč vpliv natezne osne obremenitve vse do izredno močnih poškodb polnila, medtem ko se steber na nasprotni strani obnaša kot steber okvira brez polnila.

Računski model okvira s polnilom

Računski model okvira s polnilom pred razdvojitvijo polnila

Pred nastankom diagonalnih razpok v polnilu se okvir s polnilom obnaša kot monolitna konstrukcija, katere obnašanje lahko najbolje ponazorimo z obnašanjem enostavne konzolne strižne stene. Deformabilnost, tj. togost stene določa efektivni horizontalni presek okvira skupno s polnilom, medtem ko je nosilnost strižne stene določena z nosilnostjo samega polnila. S statično analizo smo ocenili, da znaša na meji razdvojitve polnila prispevek okvira k celotni nosilnosti sistema le 2 %.

Čeprav okvir s polnilom v tej fazi obravnavamo kot monolitno konstrukcijo, se med okvirom in polnilom razvijajo interaktivne sile (glej sliko 10), ki karakterizirajo obnašanje celotnega sistema. Seveda je pogoj za nastanek interaktivnih sil dober stik med polnilom in okvirom. V našem primeru smo ta pogoj zagotovili tako, da smo okvir zabetonirali šele po končanem zidanju polnila.

Enačbe, ki jih v nadaljevanju predlagamo za račun nosilnostnih in deformabilnostnih lastnosti konzolne strižne stene, so osnovane na teoriji strižne nosilnosti zidov, ki smo jo razvili na ZRMK (Ref. 5).

Na osnovi dosedanjih raziskav obnašanja zidov pri pogojih stalne vertikalne obtežbe in ciklično spreminjajoče se horizontalne obtežbe predlagamo, naj bo referenčna natezna trdnost zidu tisti parameter, ki definira nosilnost zidu pri strižni porušitvi. Ta je izražena z znano označbo (Ref. 5):

$$f_{t,w} = -0,5 \sigma_0 + \sqrt{(0,5 \sigma_0)^2 + (b \tau_u)^2}, \quad (3)$$

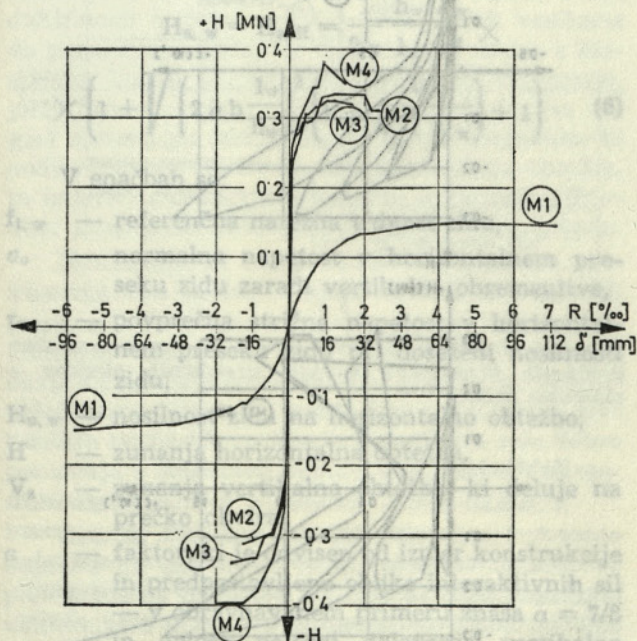
v kateri je:

$$\tau_u = H_{u,w}/A_w. \quad (4)$$

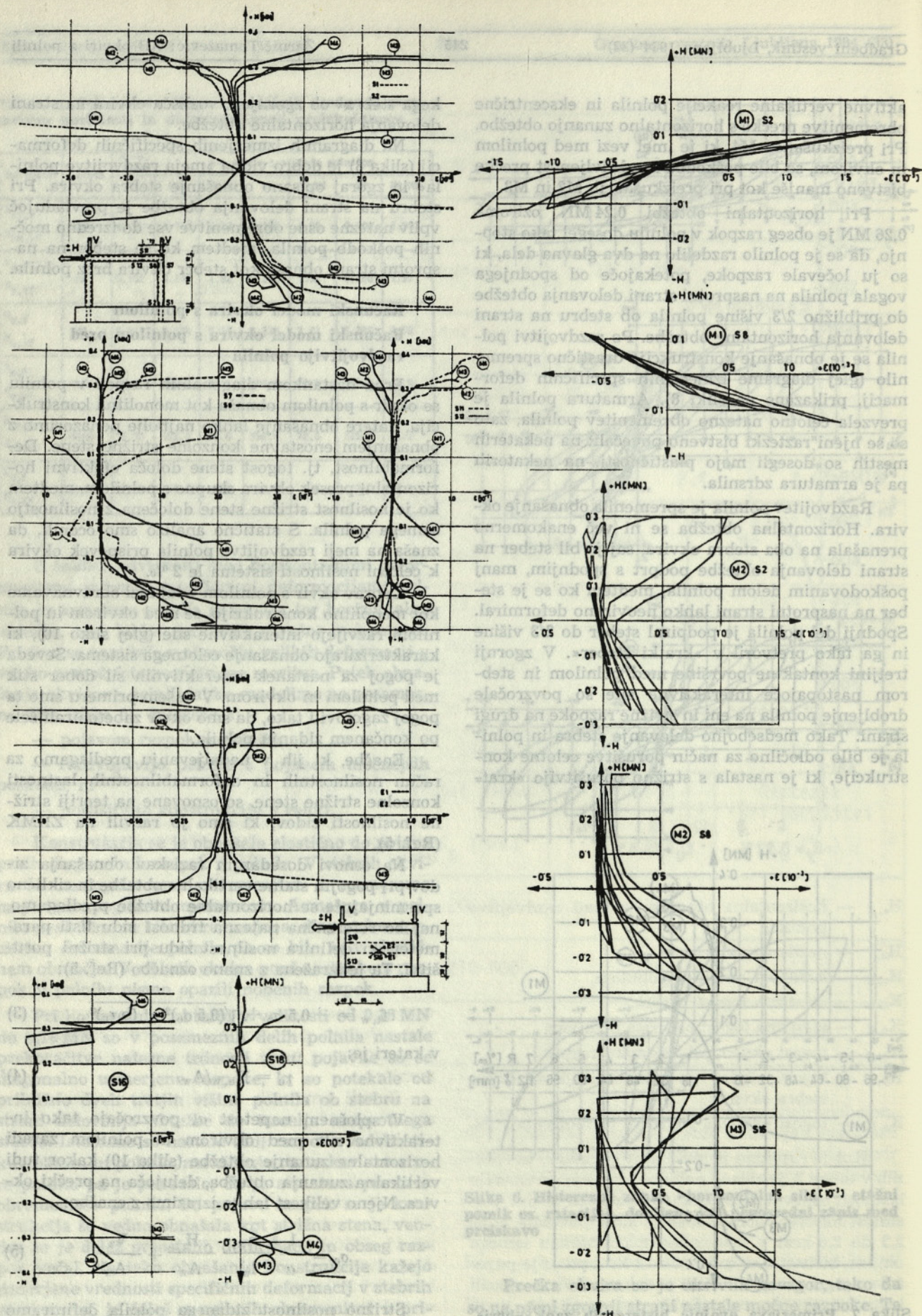
V splošnem napetost σ_0 povzročajo tako interaktivne sile med okvirom in polnilom zaradi horizontalne zunanje obtežbe (slika 10) kakor tudi vertikalna zunanja obtežba, delujoča na prečki okvira. Njeno velikost lahko izrazimo z enačbo:

$$\sigma_0 = \frac{1}{\alpha} \frac{h_w}{l_w} \frac{H}{A_w} + \frac{V_z}{A_w} \quad (5)$$

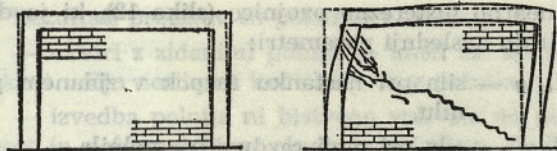
Strižno nosilnost zidanega polnila definiramo kot horizontalno obtežbo na meji razdvojitve pol-



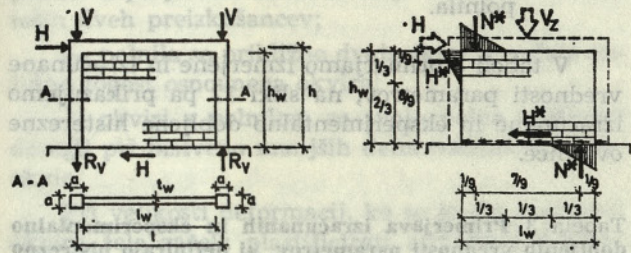
Slika 7. Primerjava ovojnih histereznih zank »horizontalna sila — etažni pomik oz. rotacija«



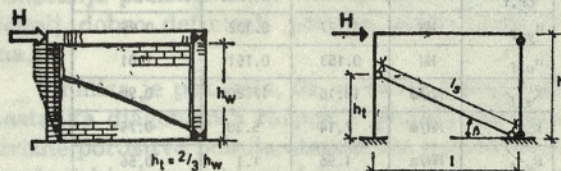
Slika 8. Značilne ovojnice histereznih zank in značilne histerezne zanke »horizontalna sila — specifična deformacija«, dobljene z meritvami na glavni armaturi okvirov in polnil ter na površini polnil



Slika 9. Mehaničen obnašanje okvira s polnilom pred in po razdvojitvi polnila



Slika 10. Računski model okvira s polnilom pred razdvojitvijo polnila



Slika 11. Računski model okvira s polnilom po razdvojitvi polnila

nila, enaka pa je strižni nosilnosti enakovrednega zidnega panela. Izrazimo jo z enačbo, ki izhaja iz enačb (3), (4) in (5):

$$H_{u, w} = H_{s, if} = \frac{1}{2\alpha} \frac{h_w}{l_w} \frac{A_w}{b^e} \times \left(1 + \sqrt{\left(2\alpha b \frac{l_w}{h_w} \right)^2 \left(1 + \frac{V_z}{A_w \cdot f_{t, w}} \right) + 1} \right) \quad (6)$$

V enačbah so:

- $f_{t, w}$ — referenčna natezna trdnost zidu,
- σ_0 — normalna napetost v horizontalnem preseku zidu zaradi vertikalne obremenitve,
- τ_u — povprečna strižna napetost v horizontalnem preseku zidu pri doseženi nosilnosti zidu,
- $H_{u, w}$ — nosilnost zidu na horizontalno obtežbo,
- H — zunanja horizontalna obtežba,
- V_z — zunanja vertikalna obtežba, ki deluje na prečko okvira,
- α — faktor, ki je odvisen od izmer konstrukcije in predpostavljene oblike interaktivnih sil — v obravnavanem primeru znaša $\alpha = 7/8$ in določa položaj delovanja vertikalne komponente rezultante interaktivnih sil,
- A_w — površina horizontalnega preseka zidu,

b — oblikovni koeficient,

h_w, l_w — višina oz. dolžina zidanega polnila.

Efektivno togost konzolne strižne stene ($K_{e, w}$), ki jo v obravnavanem primeru upoštevamo kot začetno togost okvira s polnilom ($K_{e, if}$), določimo na osnovi predpostavke, da se konstrukcija deformira strižno in upogibno kot konzola:

$$K_{e, w} = K_{e, if} = \left(\frac{h^3}{3 E_w I_e} + \frac{\alpha h_w}{G_w A_e} \right)^{-1} \quad (7)$$

kjer je:

I_e — efektivni vztrajnostni moment horizontalnega preseka okvira s polnilom (enačba 8),

A_e — efektivna površina horizontalnega preseka okvira s polnilom (enačba 9),

$$I_e = I_w + 2 \frac{E_c}{E_w} I_c + 2 \frac{E_c}{A_w} A_c (l/2)^2, \quad (8)$$

$$I_w = t_w l_w^3 / 12, \text{ in}$$

$$A_e = A_w + 2 A_c \frac{G_c}{G_w}, \quad A_w = t_w \cdot l_w \quad (9)$$

kjer so:

h, l — višina oz. razpetina okvira,

A_c, A_w — površina horizontalnega preseka stebra oz. polnila,

I_c, I_w — vztrajnostni moment horizontalnega preseka stebra oz. polnila,

G_c, G_w — strižni modul betona oz. zidu,

α — faktor oblike strižno obremenjenega preseka.

Računski model okvira s polnilom po razdvojitvi polnila

Po razdvojitvi polnila lahko obnašanje okvira s polnilom najbolje ponazorimo kot kombinacijo obnašanja okvira s tlačno diagonalo, ki podpira stebri okvira na strani delovanja horizontalne obtežbe in ponazarja vpliv polnila ter obnašanja uokvirjenega zidu (slika 11).

Nosilnost okvira s polnilom ($H_{u, if}$) po razdvojitvi polnila lahko izrazimo z enačbo:

$$H_{u, if} = H_{u, w} + Q_{u, c} + H_{u, c}, \quad (10)$$

kjer so:

$H'_{u, w}$ — prispevek polnilnega zidu k nosilnosti okvira s polnilom (enačba 11),

$Q_{u, c}$ — strižna nosilnost kratkega stebra (enačba 12),

$H_{u, c}$ — upogibna nosilnost stebra (enačba 13),

$$H'_{u, w} = C_R H_{u, w}, \quad (11)$$

$$Q_{u, c} = A_{st} f_y, \quad (12)$$

$$H_{u, c} = 2 M_y / h, \quad (13)$$

kjer so:

- C_R — faktor redukcije strižne nosilnosti,
 A_{st} — efektivna površina prereza prečne armature (stremen),
 f_y — napetost jekla na meji plastičnosti,
 M_y — upogibni moment pri doseženi meji plastičnosti v armaturi stebra.

Pri izpeljavi izraza za nosilnost smo upoštevali, da se polnilo obnaša kot uokvirjen zid in zato lahko obdrži svojo nosilnost do porušitve celotnega sistema (enačba 11). Nosilnost diagonalno podprtega okvira pa lahko enostavno ocenimo, če analiziramo porušni mehanizem, prikazan na sliki 11: stebel, ki ga podpira bolj ali manj nepoškodovani del polnilnega zidu, se poruši strižno, medtem ko se stebel na nasprotni strani poruši upogibno z nastankom plastičnih členkov na spodnjem in zgornjem koncu stebra. Togost polnila se bistveno zmanjša z rastočimi deformacijami, tako da lahko vpliv polnila na togost sistema ponazorimo s tlačno diagonalo, ki podpira stebel na strani delovanja horizontalne obtežbe na približno 2/3 višine.

Togost spodnjega dela polnilnega zidu (K_t), ki je obremenjen s trikotno razporejenimi interakcijskimi silami med stebrom okvira in polnilom (slika 11), izrazimo z enačbo (14), togost ekvivalentne diagonale (K_s) pa z enačbo (15):

$$K_t = \left(\frac{5 h_t^3}{12 E_w I_t} + \frac{\alpha h_t}{2 G_w A_t} \right)^{-1}, \text{ in} \quad (14)$$

$$K_s = \frac{A_s E_w}{l_s}, \quad (15)$$

kjer so:

- h_t — višina trikotnega dela polnila po razdvojitvi,
 A_t, I_t — površina in vztrajnostni moment spodnjega prereza trikotnega dela polnila,
 A_s, l_s — površina preseka in dolžina ekvivalentne diagonale.

Površino prereza ekvivalentne diagonale določimo iz pogoja enakosti togosti trikotnega dela polnila in ekvivalentne diagonale:

$$A_s = \frac{K_t \cdot l_s \cdot \cos \beta}{E_w}, \quad (16)$$

kjer je β kot med diagonalo in horizontalnim robom polnila. V obravnavanem primeru je višina prereza ekvivalentne diagonale znašala približno 13 % njene dolžine.

Pri izračunu togosti okvira s tlačno diagonalo (sl. 11) smo upoštevali razpokan prerez okvira in nastale plastične členke v nepodprtem stebri.

Nosilnostne in deformabilnostne lastnosti preiskanih okvirov s polnili lahko idealiziramo s tri-

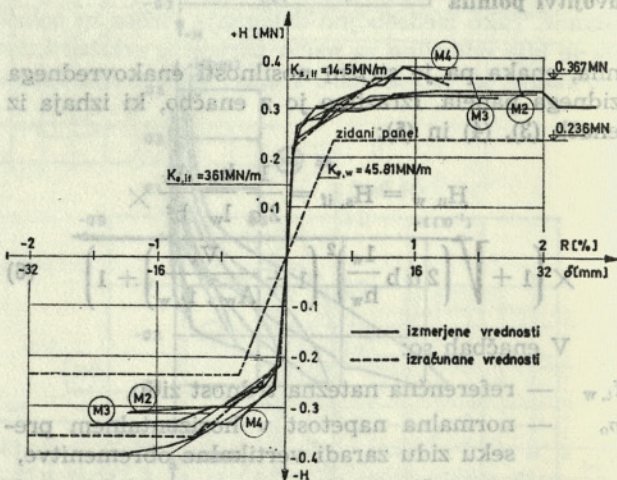
linearno histerezo ovojnic (slika 12), ki jo definirajo naslednji parametri:

- $H_{cr,if}$ — sila pri nastanku razpok v zidanem polnilu,
 $H_{s,if}$ — sila pri meji razdvojitve polnila,
 $K_{e,if}$ — začetna, elastična togost okvira s polnilom,
 $H_{u,if}$ — nosilnost okvira s polnilom,
 $K_{s,if}$ — togost okvira s polnilom po razdvojitvi polnila.

V tabeli 3 primerjamo izmerjene in izračunane vrednosti parametrov, na sliki 12 pa prikazujemo izračunane in eksperimentalno dobljene histerezo ovojnice.

Tabela 3. Primerjava izračunanih in eksperimentalno dobljenih vrednosti parametrov, ki definirajo histerezo ovojnice

Parameter	Enota	Računano	Merjeno	Merjeno Računano
$H_{cr,f}$	MN	0.022	0.030	0.73
$H_{y,f}$	MN	0.127	0.132	0.96
$H_{u,f}$	MN	0.153	0.151	1.01
$K_{e,f}$	MN/m	18.18	17.20	0.95
$K_{cr,f}$	MN/m	7.14	5.30	0.74
$K_{y,f}$	MN/m	1.96	1.1	0.56



Slika 12. Primerjava izračunanih in eksperimentalno dobljenih histerezo ovojnic preiskanih okvirov z zidanimi polnili

Zaključek

Raziskali smo obnašanje armaranobetonskih okvirov s podajnim zidanim polnilom pri potresni obtežbi, ponazorjeni s kombinacijo stalne vertikalne obtežbe v oseh stebrov in izmenično stopnjevanje, ciklične horizontalne obtežbe v osi prečke okvira. Primerjali smo vpliv treh različnih vrst polnila na nosilnostne in deformabilnostne lastnosti osnovnega armaranobetonskega okvira.

Rezultati preiskav so pokazali naslednje:

— okviri z zidanimi polnili so imeli ca. 2,2 do 2,6-krat večjo nosilnost kot okvir brez polnila;

— izvedba polnila ni bistveno vplivala na nosilnost in deformabilnost okvira s polnilom. Praktično nobene razlike nismo opazili med obnašanjem okvira z narmiranim in okvira z armiranim polnilom, nosilnost okvira z armiranim in sidranim polnilom pa je bila za 15 % večja od nosilnosti ostalih dveh preizkušancev;

— polnila so približno dvajsetkrat povečala začetno togost osnovnega okvira;

— okviri s polnilom so svojo polno nosilnost dosegli pri bistveno manjših deformacijah kot sam okvir.

Pri velikosti deformacij, ko se je pri preiskavi okvira šele začela plastificirati armatura stebrov, smo pri preiskavah okvirov s polnili ugotovili že močno upadanje nosilnosti.

Z analizo rezultatov preiskav in z opazovanjem obnašanja preizkušancev med preiskavo smo lahko dovolj dobro definirali porušni mehanizem sistema.

Analiza je pokazala, da se okvir s polnilom do nastanka diagonalnih razpok v polnilu oziroma do strižne porušitve polnila obnaša kot monoliten konstrukcijski sistem, ki ga lahko ponazorimo z enostavno strižno steno. Po strižni porušitvi polnila, tj. po razdelitvi polnila na dva dela, pa obnašanje sistema najbolje ponazorimo kot kombinacijo obnašanja okvira s tlačno diagonalo, ki predstavlja podporni vpliv polnila, in pa uokvirjenega zidu. To pomeni, da je po razdelitvi polnila nosilnost sistema sestavljena iz nosilnosti polnila, ki zaradi svoje duktilnosti oziroma uokvirjenosti obdrži nosilnost do porušitve sistema, ter iz nosilnosti okvira z diagonalo. Togost polnila z naraščajočimi deformacijami bistveno upade, vpliv togosti polnila na togost sistema pa ponazorimo s tlačno diagonalo, ki podpira stebri okvira na strani delovanja obtežbe, in katere deformacijske lastnosti so enake lastnostim spodnjega, manj poškodovanega dela polnila.

Nosilnostne in deformabilnostne lastnosti preiskanega tipa okvirov s polnili smo poskušali tudi izračunati. Predlagamo enostaven analitični model: konzolno strižno steno do razdvojitve polnila in okvir z diagonalo po razdvojitvi polnila, ki, upoštevajoč eksperimentalno ugotovljene podatke o mehanskih lastnostih vgrajenih materialov, zelo dobro ponazarja s preiskavo ugotovljene lastnosti obravnavanega tipa okvira s podajnim polnilom.

Zaradi omejenih zmogljivosti preizkuševalne naprave pa žal nismo mogli preiskati okvirov s polnili vse do porušitve, s čimer bi lahko sledili že nakazanemu upadanju nosilnosti in togosti. Pojav upadanja nosilnosti in togosti, ki je lahko pri okvirih s — predvsem togimi — polnili zelo izrazit, pa moramo poznati, če hočemo analizirati obnašanje

tovrstnih konstrukcij pri potresnih obtežbah. Upadanju nosilnosti in togosti okvirov s polnili pri naraščanju horizontalnih deformacij bomo več pozornosti namenili pri bodočih raziskavah.

Seznam simbolov

- A_c, A_w — površine preseka stebra, zidu oz. polnila
- A_e — efektivna površina horizontalnega preseka okvira s polnilom
- A_t, A_s — površina preseka spodnjega prereza trikotnega dela polnila in nadomestne diagonale
- A_{st} — efektivna površina prereza prečne armature (stremen)
- C_R — faktor redukcije strižne nosilnosti zidu oz. polnila
- E_c, E_w — modul elastičnosti betona in zidu
- G_c, G_w — strižni modul betona in zidu
- H — horizontalna obtežba
- $H_{er, f}, H_{cr, if}$ — horizontalna obtežba pri nastanku razpok v stebri okvira in vzdolž diagonale polnila
- $H_{y, f}$ — horizontalna obtežba pri plastifikaciji armature stebra okvira
- $H_{s, if}$ — horizontalna obtežba na meji razdvojitve polnila
- $H_{u, c}$ — upogibna nosilnost stebra
- $H_{u, f}, H_{u, w}, H_{u, if}$ — nosilnost okvira, zidu oz. polnila in okvira s polnilom
- $H_{u, w}$ — prispevek polnilnega zidu k nosilnosti okvira s polnilom ali reducirana nosilnost zidu oz. zidanega polnila
- I_c, I_w — vztrajnostni moment stebra okvira in horizontalnega preseka polnila
- I_e — efektivni vztrajnostni moment horizontalnega preseka okvira s polnilom
- I_t — vztrajnostni moment spodnjega prereza trikotnega dela polnila
- K_e, f, K_e, w, K_e, if — elastična togost okvira, zidu in okvira s polnilom
- $K_{cr, f}, K_{y, f}$ — togost okvira pri nastanku razpok in po nastanku plastičnih členkov v stebrih okvira
- $K_{s, if}$ — togost okvira s polnilom po razdvojitvi polnila
- K_t, K_s — togost trikotnega dela polnila in nadomestne diagonale
- M_y — upogibni moment pri doseženi meji plastičnosti v armaturi stebrov okvira
- $Q_{u, c}$ — strižna nosilnost kratkega stebra
- V_z — zunanja vertikalna obtežba, ki deluje na prečko okvira

- b — koeficient razdelitve strižnih napetosti pri horizontalnem prerezu zidu
- $f_{t,w}$ — referenčna natezna trdnost zidu
- f_y — napetost jekla na meji plastičnosti
- h, h_w, h_t — višina okvira, polnila in trikotnega dela polnila
- l, l_w, l_s — razpetina okvira, dolžina polnila in dolžina nadomestne diagonale
- t_w — debelina polnila
- α — faktor, ki določa položaj delovanja vertikalne komponente rezultante interaktivnih sil
- β — kot med nadomestno diagonalo in horizontalnim robom polnila
- ε — specifična deformacija
- κ — faktor oblike strižno obremenjenega preseka
- λh — parameter, ki definira stopnjo upogibne togosti okvira v odvisnosti od togosti polnila
- σ — odstotek armiranja prereza
- σ_0 — povprečna napetost v horizontalnem prerezu zidu oz. zidanega polnila zaradi vertikalne obremenitve

Razvojno-raziskovalna dejavnost na področju tehnike za obvarovanje čistega okolja

UDK 62-73

1.0 Uvod

O obvarovanju čistega okolja smo — s tehničnega vidika — pričeli na ZRMK razmišljati na začetku sedemdesetih let. To je bilo obdobje živahne investicijske dejavnosti, ko smo tudi mi sodelovali pri izgradnji novih postrojenj, predvsem v industriji gradbenega materiala. Vprašanja, ki jih je bilo potrebno obravnavati, so segala tudi na področje ohranitve čistega okolja. Tedaj o tej problematiki še ni bilo veliko predpisov. Investitorji so pozornost posvečali predvsem tehnologiji, manj pa vprašanjem onesnaževanja. Naložbe v tej smeri ne povečujejo proizvodnje in naj bi zato ne bile nujno potrebne. Kljub temu smo se na ZRMK zavedali, da bo v prihodnosti reševanje problemov onesnaževanja nujno in bo moralo postati sestavni del reševanja tehnologije.

Avtor: Andrej Gamberger, dipl. ing. str., ZRMK, TOZD strojništvo, Ljubljana

τ_u — povprečna strižna napetost v horizontalnem prerezu pri doseženi nosilnosti zidu

Zahvala

Raziskave, o katerih poročamo v tem prispevku, sta financirala Raziskovalna skupnost Slovenije in Jugoslovansko-ameriški skupni odbor za znanstveno in tehnološko sodelovanje.

Literatura

1. Fiorato, A. E., Sozen M. A., Gamble W. L.: »An Investigation of the Interaction of Reinforced Concrete Frames with Masonry Filler Walls«, Structural Research Series No. 370, University of Illinois, Urbana 1970.
 2. Mainstone, R. J., »On the Stiffnesses and Strengths of Infilled Frames«, Current Paper CP 2/72, Building Research Station, Feb. 1972, Reprinted from Proc. Institution of Civil Engineers, 1971 Supplement (iv), Paper 7360 S. pp. 57—90.
 3. Riddington J. R. and Stafford Smith, B. »Analysis of Infilled Frames Subjected to Racking with Design Recommendations«, The Structural Engineer, No. 6, Vol. 55, June 1977 p-p. 263—268.
 4. Stafford Smith, Bryan and Carter, C., »A Method of Analysis for Infilled Frames«, ICE, Vol. 44, Sept./Dec. 1969, pp. 31—48.
- Turnšek V., Čačovič F.: »Some Experimental Results on the Strength of Brick Masonry Walls«, Proc. 2nd International Brick Masonry Conference Stoke-on-Trent, 1971.

ANDREJ GAMBERGER

2.0 Delo na področju suhe filtracije, z vrečastimi filtri

Eden racionalnejših in učinkovitejših načinov za zmanjšanje onesnaževanja je prav gotovo suho filtriranje z vrečastimi filtri, kjer se zaprašeni plin (zrak) očisti do največje možne stopnje, odvisno od pogojev obratovanja.

V začetku sedemdesetih let so tudi nekatera naša podjetja izdelovala vrečaste filtre, vendar niso znala veliko povedati o njihovih lastnostih.

Tako stanje nas je spodbudilo, da smo pričeli razmišljati o razvoju in raziskavi lastnih filtracijskih naprav.

V tistem času je bil bolj razširjen vrečasti filter z mehanskim otresanjem vrečic. Tudi mi smo razvili tako napravo, jo vključili v filtracijski sistem kamnolomske separacije in pričeli preučevati njene lastnosti. Tedaj smo bolj vizualno kot z meritvami ocenjevali zadrževalno sposobnost filtra. Na začetku obratovanja so bile, po opazovanju, filtracijske spo-

sobnosti zadovoljive, kasneje pa se je emisija povečala. Ena slabih lastnosti naprav z mehanskim otresanjem je, da vrečice niso enako dobro vpete na mehanizmu za otresanje. Rahlo vpete se ne otresejo dobro, močno vpete se rade trgajo in spuščajo prah. Z rezultati raziskav nismo bili zadovoljni!

V ZDA so sistem za otresanje izboljšali tako, da so razvili pnevmatsko otresanje. V Evropi smo sprva še dvomili o učinkovitosti tega načina vzdrževanja filtracijske sposobnosti vrečic, kar pa je ameriška praksa ovrgla in potrdila vsa pozitivna pričakovanja.

S podatki, ki so bili dostopni v literaturi, smo se lotili razvoja in raziskave filtra s pnevmatskim otresanjem vrečic, dolžine od 2,5 do 5 m. Pri tem je bil naš namen, da upoštevamo le domače rešitve in raziščemo lastnosti posameznih elementov kot tudi lastnosti cele naprave.

Predvsem so nas zanimala lastnosti filtracijskega medija, iz katerega izdelujemo vrečice. Domači proizvajalci na tem področju niso imeli izkušenj, zato so bili pripravljeni podpreti naša raziskovalna prizadevanja. Gmotno je pomagala tudi Raziskovalna skupnost Slovenije tako, da smo razvito filtracijsko napravo lahko pričeli vsestransko raziskovati.

Prve preizkuse smo opravili na sorazmerno veliki enoti, kjer smo v delo vključili okoli 50 m² filtracijske površine. Na tej napravi smo raziskali lastnosti posameznih sestavnih elementov, tako da smo konstrukcijo lahko tudi dopolnjevali do končne oblike.

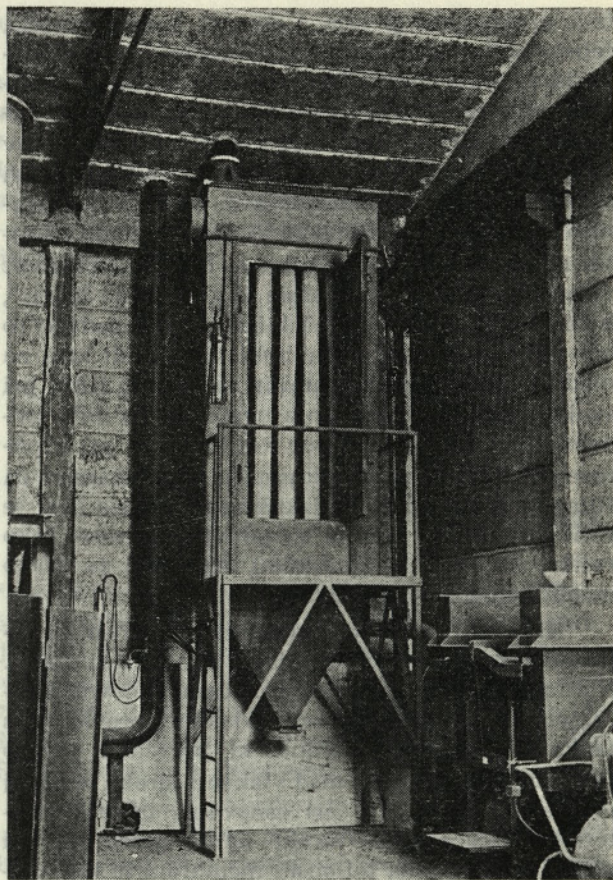
Za preučevanje lastnosti vrečic pa je bila tako velika enota nesmotrna, zato smo se odločili za izdelavo modelnega filtra v naravni velikosti, s približno 6,4 m² filtracijske površine. Modelno napravo, ki jo prikazuje slika 1, še danes s pridom uporablja Tekstilna tovarna Medvode, ko preverja lastnosti svojih vrečic, če gre za osvajanje novega področja v filtraciji.

Rezultati raziskav so pokazali veliko prednost iglanih filtracijskih materialov pred tkanimi. Z izboljšavo tehnologije izdelave se je kakovost domačih proizvodov izenačila s kakovostjo tujih, razen nekaterih specialnih iz vrhunskega razreda (teflonizirane vrste).

Pri materialih s katerimi smo delali, smo ugotovili kvalitativne odvisnosti filtracijskih parametrov v tem smislu, da:

- pri večjih zračnih in prašnih obremenitvah, vrečice tudi več prepuščajo,
- drobnozrnati materiali lažje »uidejo« in
- je potrebno več izpihovati, če so spredaj navedeni pogoji manj ugodni.

Žal zakonitih odvisnosti naštetih parametrov nismo mogli ugotoviti, ker je pri filtriranju toliko odvisnih — tudi med delom — spreminjajočih se postavk, da je kaj takega nemogoče.



Slika 1. Del preizkusnega sistema za filtriranje z modelnim filtrom površine približno 6,4 m² in pnevmatskim otresanjem vrečic. Desno spodaj je dozirna tehnična prahu

Nekateri primeri iz prakse

S prvimi raziskavami smo osvojili osnovno znanje o tehniki filtriranja. Največ pa so k novim spoznanjem prispevali rešeni problemi iz prakse.

Pri filtriranju zraka, onesnaženega z voluminoznimi delci (mineralna volna, lesno oblanje, oz. žagovina, rastlinska vlakna in podobno), nastane problem, ki ga literatura običajno ne obravnava. Omenjeni večji delci se naberejo okoli vrečic in v konični zbiralni posodi. Pri mineralni volni npr., ki je sama zase zelo filtracijsko sposobna, lahko omejeno kopičenje dopustimo, pri rastlinskih vlaknih in lesu, kjer nastopa nevarnost požara (eksplozije) in tudi zamašitve, pa moramo vlakna izločiti že pred vstopom v filter, kar pa ni vedno enostavno.

Največ težav smo imeli pri filtriranju zraka aspiracijskega sistema krogelnega mlina za mletje petrolkoksa. Na osnovi podatkov naročnika, zbranih v vprašalniku, smo se na predlog uveljavljenega proizvajalca filtrskih medijev odločili za vrsto vrečic. Po zagonu naprave smo ugotovili, da je emisija enkrat večja od dovoljene, pa tudi upor vrečic, se je dvignil nad narmalo. Svoje znanje in kakovost vrečic so na tem problemu preizkusili še

trije proizvajalci (2 tuja, 1 domač). Uspeha ni bilo, čeprav so vsi uporabljali svoje laboratorijske preizkusne naprave in izjavljali, da so za omenjeni problem našli rešitev. Že v času po prvih menjavah kakovosti vrečic smo preverili vrednosti, navedene v vprašalniku. Podatki, zbrani pri resničnih razmerah obratovanja filtracijske naprave, so bistveno spremenili sliko stanja. Okoli 25 % delcev je bilo manjših od: $2\text{ }\mu\text{m}$ (po vprašalniku le 8 %). Zaprtaenost vstopajočega zraka je znašala 80 g/m^3 in ne 20 g/m^3 , kolikor so navedli v vprašalniku. S temi podatki so bili seznanjeni tudi dobavitelji vrečic. Mi smo na modelu, slika 1, z vrečicami in prahom iz filtra pri enakih pogojih obratovanja ugotovili, da daje modelni filter enake rezultate kot filter na proizvodnem objektu. S tem preizkusom je bilo dokazano, da filter ni slabši od že preizkušenega modela (kar je trdil investitor), temveč so tehnične zahteve tako velike, da jih s standardnimi vrečicami ne bomo mogli zadovoljivo rešiti.

Ni dolgo, kar se je na ameriškem in kasneje zahodnoevropskem tržišču pojavil nov filterski medij. Normalni iglani material različnih osnovnih karakteristik, odvisno od vrste vlakenc, prevlečejo s tanko teflonsko membrano, ki prevzame nalogo filtriranja, saj so pore med vlakenci široke le nekaj μm , veliko manj kot pri osnovnem iglanem materialu, kjer so pore široke nekaj deset μm . Ta plast je namenjena teflonski membrani le kot opora. Cigaretnega dima, ki ga sestavljajo delci velikosti pribl. do $0,1\text{ }\mu\text{m}$, še tako skrbno izdelani iglani material ne zadrži, nova vrsta s teflonsko opno pa cigaretnega dima ne prepušča.

Na omenjenem modelnem filtru smo pri obratovalnih pogojih, kot smo jih imeli pri prvem preizkusu in z vstavljenimi tefloniziranimi vrečicami, preiskavo ponovili. Uspeh je bil presenetljiv. Ob lak dima petrolkoksa, ki je bil pri prvem preizkusu dobro viden, je sedaj popolnoma izginil, znižal pa se je tudi upor onesnaženih vrečic.

Na podlagi dobrih rezultatov na modelnem filtru se je investitor odločil za nakup novih vrečic. Rezultat je bil odličen. Pred tem je bila emisija (»pobegli prah«) pribl. 340 mg/m^3 (dovoljena je le 150 mg/m^3), po vstavitvi tefloniziranih vrečic pa je bila ugotovljena emisija le še $4,5\text{ mg/m}^3$, kar pomeni, da je filter zadržal 99,994 % prašnih delcev. Po približno 20-mesečnem obratovanju filterski sistem še vedno zadovoljivo deluje.

3.0. Delo na področju mokre (tekočinske) filtracije

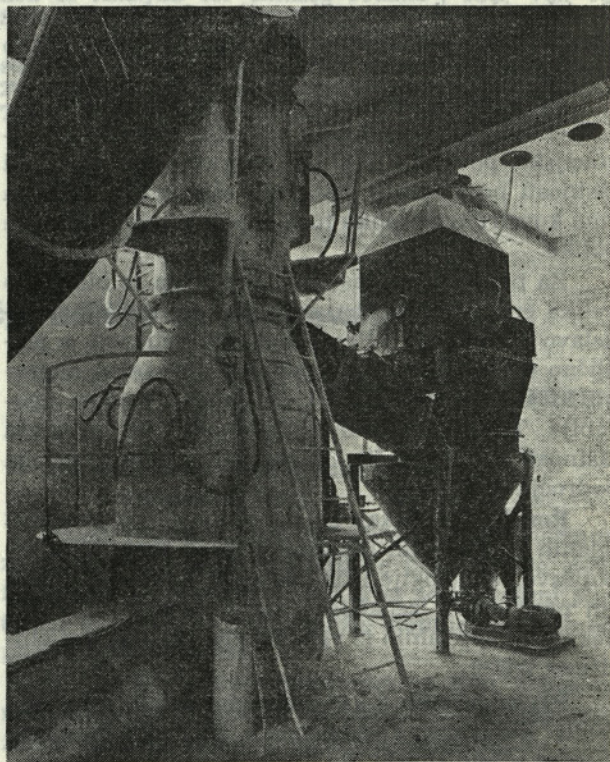
Kasneje kot s suho, smo se začeli ukvarjati z mokro, oz. tekočinsko filtracijo. Razvoj smo pričeli na tekočinskem filtru s prhami, ki pa ni bil učinkovit. Tako smo se odločili za razvoj in raziskavo tekočinskega filtra s peno, ki je gotovo najučinkovitejši predstavnik tekočinskega filtriranja.

Ta filter smo uporabljali za nevtralizacijo kislinskih hlapov v jedkalnicah in podobnih obratih.

Bolj kot na drugih področjih pa se ukvarjamo z aplikacijo tekočinskega filtra s peno v industriji gradbenega materiala, in sicer v proizvodnji hidriranega apna.

Vse hidrarne pri nas imajo nad hidratorjem vgrajeno čistilno napravo s prho. Šele z našimi raziskavami smo ugotovili, da gre za izgubo oz. onesnaževanje v obliki emisije v taki napravi s prho od 0,8 do 2 % celotne proizvodnje. To pomeni samo pri hidratorju, ki proizvaja približno $12,6\text{ t/h}$, v enem letu izgubo okoli 500 t najfinejšega hidrata. Z našo enostopenjsko filtrirno napravo smo uspeli 40-krat zmanjšati emisijo v primerjavi s staro čistilno napravo. V proizvodnjo smo vrnili v 1 letu kar 500 t hidrata. Primer tega filtra kaže slika 2.

Da bi učinkovitost še povečali — čeprav zadrži naprava že sedaj 99,75 % vstopajočega hidratnega prahu — preizkušamo tudi dvostopenjski tekočinski filter s peno. Rezultati bodo znani konec leta 1984.



Slika 2. Spreddaj je razširjeni del dimnika z napeljavo za prhe starega sistema za čiščenje, zadaj pa nova čistilna naprava

4.0. Zaključek

Izkušnje pri večletnem delu so pokazale, kako pomembno je preizkušanje pri čimbolj realnih pogojih. Približati se, kot le mogoče, stvarnemu stanju in pogojem proizvodnje, pomeni izogniti se ve-

likim razočaranjem in iskanju izhoda v obdobju preizkusnega obratovanja. Vsako zanašanje na srečo se lahko maščuje pri obratovanju. Težave se velikokrat vseeno pojavijo zaradi premajhne skrbi pri vzdrževanju. V industriji se zavedajo, da morajo proizvajalne stroje primerno vzdrževati. Pri filtracijskih napravah pa je običajno tako, da jih že nabavijo z odporom, kaj šele, da bi jih zadostno negovali. V tem smislu bo potrebno še veliko vzgoj-

nega dela.

Naša raziskovalna dejavnost na področju tehnike za očuvanje čistega okolja je dala dobre rezultate. Raziskovalni dosežki so našli svojo uporabnost v napravah, ki jih, ali jih še bo izdelovala naša industrija za vzdrževanje čistega okolja v raznih proizvodnih vejah, s čimer smo dosegli cilj raziskav — razviti nove kakovostne, industrijsko uporabne filtracijske naprave.

Začetki in razvoj laboratorijske opreme

UDK 061.64+5 42.2

Namen kontrol je, da spremljajo dogajanja med procesi. Tako je tudi tehnologija izdelave gradbenega materiala podvržena kontroli kakovosti. V gradbeništvu je kontrola pomembna, saj gre navadno za objekte, ki so obsežni in dragi. Prav zaradi tega je nujno, da se ob razvoju novih materialov in tehnologij razvije tudi ustrezna tehnika metrologije.

Pri ustanovitvi Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij SRS so organizatorji računali s tem, da potrebuje raziskovalna organizacija tehnično službo za vzdrževanje raziskovalnih naprav in izdelavo pripomočkov pri raziskavah. Tehnična služba se je kakovostno izboljševala in številčno iz leta v leto povečevala. Razvoj tehnične službe je narokovala tudi gradbena operativa. Ta je za svoje delo potrebovala naprave in aparate za spremljanje kakovosti proizvodnje. Tako je bila tehnična služba venomer pod pritiskom raziskovalcev in gradbene operative, da izdela to ali ono napravo oziroma aparat za preiskavo materiala.

V obdobju od leta 1951 do leta 1959 se je tehnična služba ukvarjala z vzdrževanjem tehničnih naprav in strojev v Zavodu, z izdelavo pripomočkov za opravljanje preiskav ter z razvojem novih naprav in strojev za nove tehnološke procese v gradbeništvu in industriji gradbenega materiala.

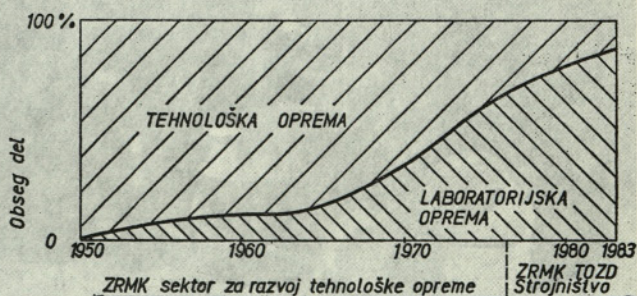
Leta 1960 pa je začela intenzivnejše razvijati in izdelovati laboratorijsko opremo za preiskavo materialov in konstrukcij nizke in visoke gradnje.

Pri osvajanju novih proizvodov v fazi projektiranja navadno nismo imeli težav. Problemi so se pojavili, ko smo hoteli stroj oziroma napravo izdelati. V Jugoslaviji tedaj ni bilo mogoče dobiti nekaterih ključnih strojnih elementov, kot so: senzorji, indikatorji, registratorji, pogonski hidravlični sklopi itd. Pomanjkanje elementov smo premoščali z improviziranjem in lastnim razvojem

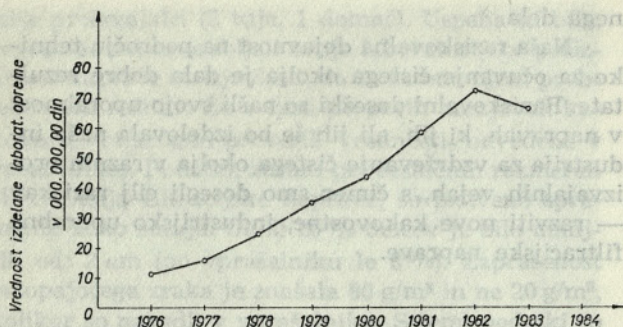
delov laboratorijske opreme. Leta 1965 smo izdelali prvo večjo napravo 3000 kN stiskalnico za ugotavljanje trdnosti betonskih preizkušancev. Oblikovno je bila stiskalnica konvencionalno zasnovana, toda v pogledu funkcionalnosti je bila uporabna in še danes rabi svojemu namenu (v laboratoriju GP Ratko Mitrović v Beogradu).

Zahtevnejšo laboratorijsko opremo smo razvijali postopoma. Tako smo npr. najprej izdelovali 400 kN hidravlične stiskalnice na ročni pogon, kasneje smo jo preuredili na motorni pogon z zapisom sile in deformacij. Drugi primer je aparat za preiskavo cementa po Vicatu, ki smo ga najprej zasnovali po tujih predpisih. Ker pa se je izkazalo, da pri takšni izvedbi aparata »človeški faktor« preveč vpliva na rezultate preiskave, smo ga razvili dalje v popolnoma avtomatsko delujočega. Prototipno izdelane stroje in aparate smo najprej praktično preizkusili v Zavodu. To je bila priložnost za projektante in konstrukterje, da so »svoje izdelke« opazovali med uporabo in izsledke s pridom uporabili pri nadaljnjem delu. S takšno metodo dela nadaljujemo in rezultati so zadovoljivi.

Posledice razvoja in izdelave laboratorijske opreme so prikazane na sl. 1. Znatnejši porast obsega izdelave je opaziti po letu 1967. Vzrokov za



Razmerje opravljenih del na tehnološki in laboratorijski opremi v časovnem obdobju od 1950. do 1983. leta.



Prikaz finančne rasti izdelane laboratorijske opreme v TOZD - Strojništvo.

to je več. Prvi je ta, da smo edini pomembnejši proizvajalec tovrstne laboratorijske opreme v Jugoslaviji. Drugi pa, da so inšpekcijske službe (na osnovi zakonskih določil) zahtevale od proizvajalcev gradbenega materiala, naj spremljajo kakovost proizvodnje.

Razvojno delo na področju laboratorijske opreme terja sodelovanje strokovnjakov več strok, pa čeravno je aparat namenjen le neki ozki specialosti. Tako smo razvili sodelovanje z mnogimi strokovnjaki iz posameznih specialnosti. Glede na to, da nismo imeli domačih standardov oz. literature (to še danes v državnem merilu ni zadovoljivo urejeno), smo uporabili tuje. Tako so bili prvotni apa-

rati izdelani na podlagi tujih standardov in predpisov. S tem pa smo včasih povzročili težave operativcem, kajti tudi na tem področju ma vsaka dežela svojo specifiko.

Sedanji razvoj laboratorijske opreme naslanjamo v največji možni meri na domače standarde in predpise. Ko pa gre za aparate za izvoz, moramo le-te prilagoditi zahtevam kupca.

Razvoj laboratorijske opreme v Zavodu je naravnani na razvoj novih aparatov in posodobitev obstoječih. Razviti aparati se uporabljajo v gradbeništvu, industriji gradbenega materiala, kovinsko predelovalni industriji, metalurgiji, kemijski, papirni, usnjarski, tekstilni in gumarski industriji. Aparati so zasnovani na sodobnih principih. Uporabljeni so elementi in sklopi zadnjih dosežkov tehnike oziroma elektronike, ki so proizvod domače industrije. V nekaterh primerih pa se moramo še vedno zateči k uvozu zahtevnejših elementov ali sklopov.

Trenutno imamo v končni fazi razvoja:

- elektronsko krmiljeni triakslalni aparat 1000 kN z možnostjo statičnega in dinamičnega obremenjevanja,

- avtomatsko-elektronsko krmiljeno napravo za ugotavljanje vodotesnosti betona,

- avtomatski, elektronsko krmiljeni aparat za preiskavo cementa po Vicatu.

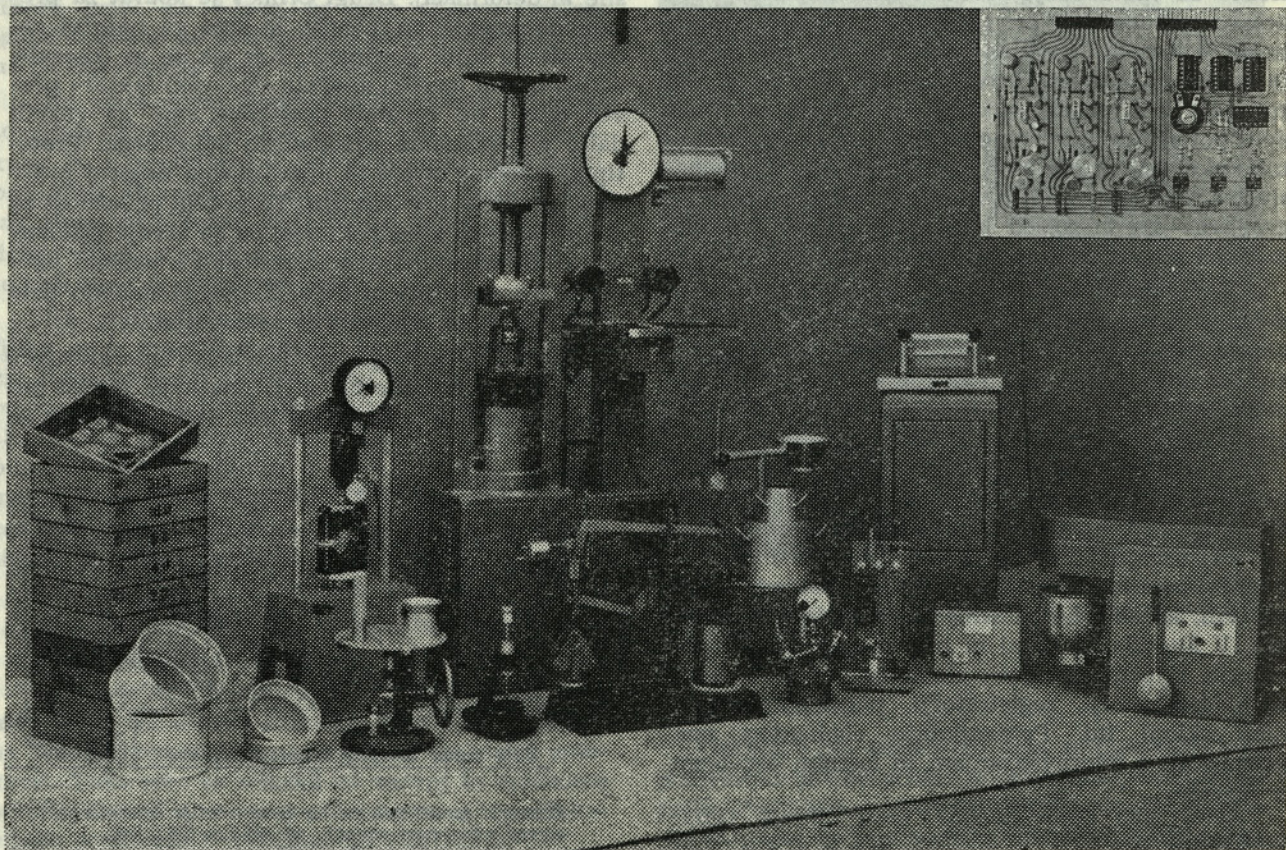


Tabela 1. Časovni pregled proizvodnje laboratorijskih aparatov

Naziv aparata	Leto proizvodnje																
	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
1. Konsistometer tip VE-BE	-	10	10	12	12	12	9	5	22	17	23	20	20	12	19	9	
2. Naprava za merjenje vodotesn.	2	2	2	3	1	-	7	5	6	3	8	7	7	6	4	3	
3. Viseči sejalni stroj	-	2	3	9	6	6	10	4	6	15	11	13	8	16	8	7	
4. Hidr.stiskalnica 3000 kN	2	2	-	5	1	5	5	2	4	6	3	7	3	9	8	3	
5. Hidr. stiskalnica 400 kN	3	3	2	4	1	3	-	2	5	3	1	5	5	6	12	4	
6. Bleinov aparat	10	3	9	7	6	6	10	6	7	14	16	9	10	19	15	12	
7. Stresalna mizica	3	2	5	3	6	3	10	3	8	5	5	10	10	6	7	6	
8. Michaelisova tehtnica	2	10	7	4	8	1	10	5	6	6	11	15	11	10	24	6	
9. Stisk. za asfaltne vzorce	3	3	1	6	1	2	5	-	-	3	2	9	2	1	3	3	
10. Naprava za pripr.bitem.vzorcev	3	5	8	5	3	3	6	4	-	2	3	1	5	5	2	1	
11. Casagrandejeva treskalica	-	2	3	6	5	3	3	2	4	5	7	19	5	7	8	2	
12. Laboratorijski mlin	-	1	2	2	2	-	3	-	2	3	5	2	5	5	8	2	
13. Le Chatelier prstan	471	300	148	430	652	136	775	375	673	1240	990	1570	440	560	750	580	
14. Aparat po Vicatu	20	17	20	26	53	38	49	40	37	50	77	40	42	50	49	50	
15. Sušilnik	-	-	-	-	2	-	8	5	8	6	7	5	1	-	-	-	
16. Porozlometer	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	7	10	8	13	18	7	

— elektronski inklinometer za merjenje leze-nja in posedanja zemeljskih plasti,

— elektronsko krmiljeni trgalni stroj 100 kN,

— merilec trdote kovin po Rockwellu z elek-tronskim senzorjem in digitalno indikacijo,

— kovinske etalon ploščice za preverjanje stanja merilcev trdote kovin.

Za razvoj novih laboratorijskih aparatov in naprav TOZD STROJNIŠTVO namenja letno nad 10 % dohodka. Ta vlaganja se nam dobro »obrestu-jejo«, kar je razidno iz sl. 2. Poleg doseganja ugod-nih poslovnih rezultatov opravljamo tudi družbeno pomembno vlogo, saj zmanjšujemo uvozno odvis-nost na tem področju. Nekatere naše proizvode pa celo izvažamo.

Večletno proizvodnjo pomembnejših aparatov prikazuje tabela 1. Številčna nihanja v tabeli so odraz:

— novo uveljavljenih predpisov,

— trenutne potrebe po določenih vrstah apa-ratur,

— investicijske sposobnosti naročnikov.

Zavedamo se, da je eden od pogojev za osvoji-tev trga tudi hitra intervencija in solidno vzdrže-vanje aparatov. Zato smo vzporedno z razvojem laboratorijske opreme razvijali tudi servisno de-javnost za naše aparate.

Doseženi uspehi na področju razvoja in izdela-ve laboratorijske opreme opravičujejo zavodovo poslanstvo na tem področju. V prihodnje namera-vamo našo usmeritev razvoja poglobiti v razvoj no-vih aparatov ter posodobitev obstoječih za področje gradbeništva, metalurgije in strojno predelovalne industrije. Naš namen je tudi dajati celotni inženiring pri opremljanju in osvajanju celotnih la-boratorijev za omenjene dejavnosti.

IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

OZD GIP GRADIS, LJUBLJANA

Gradnja jeklarne 2 za železarno Jesenice zaupana Gradisu

Gradisovi gradbeni stroji so 8. septembra zakopali v zemljo na Belškem polju pri Jesenicah. Tako se je začela gradnja prve faze nove jeklarne, ki bo postopoma zamenjala stare martinovke, ki so že iz preteklega stoletja. Nova elektro peč ima ekonomsko, tehnološko, tehnično, ekološko in družbeno perspektivo.

Izbira domačih izvajalcev del in dobaviteljev opreme je bila dokaj težavna, saj se je na natečaj o sposobnosti za gradnjo jeklarne 2 prijavilo veliko delovnih organizacij, med katerimi je posebna komisija priznala sposobnost 25 organizacijam. Prijavile so se delovne organizacije iz cele Jugoslavije, razen Crne Gore.

Gradbena dela so opredeljena v treh pozicijah. Prva pozicija zajema površinski izkop, kanalizacijo in temelje tehnološke opreme, druga pozicija zajema gradbene objekte (glavna proizvodna zgradba, pomožni prostori jeklarne 2, hala legur, razkladalna postaja, različna skladišča in pomožni prostori, črpalnice in strojnice, transformatorske postaje itd.), tretja pozicija pa cestno in železniško omrežje.

Nova jeklarna bo začela poskusno obratovati februarja 1987, čez leto dni pa bo začela redna proizvodnja kontinuirano vlitega elektrojekla. Dajala bo pol milijona ton specialnega jekla letno za kovinsko-predelovalno industrijo. Celotna investicija je vredna 18 milijard dinarjev.

Postavljen je temeljni kamen za servis Volvo BM

4. oktobra so Gradisovi delavci zasadili prve lopate na novem gradbišču gradnje servisa za Slovenijales in švedskega Volva.

Z izgradnjo servisa naj bi bile dane tudi večje možnosti za tesnejše sodelovanje naše industrije z Volvom, ki bi lahko izdelovala posamezne sestavne dele za njihove stroje. S tem bi bile odprte večje možnosti za uvoz gradbenih strojev znamke Volvo.

Proizvodna hala mora biti gotova do junija 1985.

Rudnik urana, Žirovski vrh

Poskusno odkopavanje rude v zadnjem letu in pol ter stopnja dokončanosti objektov že omogočajo pričetek poskusnega zagona obrata za predelavo uranove rude. Odkopavanje se vrši od roba k središču rudišča in od zgoraj navzdol. Rudišče je dolgo 2 kilometra in široko 150 metrov, razdeljeno pa je v 4 horizonte. Le-ti so med seboj povezani z rampami in jaški od spodnje kote na 430 do zgornje kote na višini 580 metrov.

Po raziskovalnem in eksploatacijskem vrtnanju gmote odstreljujejo, nato pa jalovino ali rudo z mehanizacijo in kamioni prepeljejo na jalovišče oziroma drobilnico.

Doslej so v poskusnem odkopu nakopali 60 tisoč ton rude in v kolikor tudi v predelavi ne bo zastojev, si lahko že letos obetamo nekako 20 do 30 ton rumene pogače.

V rudniku urana Žirovski vrh, ki še nosi pri-statek »v ustanavljanju« je trenutno zaposlenih 370 delavcev, do polnega števila pa bo potrebno še okrog 50 delavcev, predvsem rudarjev.

Računalniško vodeni distribucijski center rezervnih delov je pod streho

Gradisov TOZD GE Maribor je oktobra lanskega leta prevzel projekt gradnje novega distribucijskega centra rezervnih delov v Tovarni avtomobilov v Mariboru. Projekti so bili končani v treh mesecih tako, da so gradbena dela začela prve dni januarja v dokaj neugodnem vremenu. Po rokovnem planu, naj bi gradbena dela bila končana čez leto dni, to je januarja 1985. leta, po namestitvi tehnološke opreme pa naj bi distribucijski center TAM pričel redno obratovati sredi prihodnjega leta.

Računalniško vodeni distribucijski center je del srednjeročnega razvojnega načrta Tovarne avtomobilov Maribor, ki bo z realizacijo bistveno dopolnil proizvodni program in omogočil še večji izvoz.

Ob izbiri lokacije za gradnjo distribucijskega centra je bilo treba izhajati iz stališča, da mora lokacija omogočati nadaljnjo širitev do leta 2000 in dalje, da je možna povezava vseh trgovskih funkcij vključno s prodajo vozil in da bo v bližini poti za transport blaga.

Objekt je sodobno zasnovan. Konstruiran je po sistemu pretočnega skladišča, kjer bo možno v tehnološko sklenjeni verigi opravljati vse funkcije od sprejema, konzerviranja in zaščite rezervnih delov do predpakiranja, skladiščenja in odpremljanja blaga.

V prvi fazi bo objekt zgrajen na površini 14.370 kvadratnih metrov. Tu bodo tri ladje skladišča in nadstrešnica ter upravni aneks. V drugi fazi je predvidena gradnja še ene ladje za skladišče.

Vir: Gradisov Vestnik

SGP GROSUPLJE, GROSUPLJE

Nadzidava kotlarne na biotehniški fakulteti

Letos v maju je sektor I pričel z deli na gradbišču Biotehnične fakultete — tozdr Gozdarstvo. Gradbišče je oddaljeno približno 200 m od gradbišča Biotehniška fakulteta — tozdr Lesarstvo.

Izjava se nadzidava obstoječe kotlarne, s katero bo Gozdarska fakulteta pridobila nekaj novih kabinetov in predavalnic v skupni površini približno 400 kvadratnih metrov.

Sama konstrukcija je armiranobetonska, vendar objekt znotraj pregrajujejo opečne stene iz modularnega bloka. Streha je trokapna iz lesne konstrukcije, prekrita z bakreno pločevino. Zanimiva je tudi fasada objekta. Popestrjena je s fasadnimi izpustitvami — logiami, ki so steklene, pritrjene na jekleno konstrukcijo, ki je zasidrana v ploščo objekta.

Skladišče Meles, Škofljica

Za investitorja Hoja Ljubljana so pričeli graditi mehanizirano lesno skladišče na Škofljici. Vrednost vseh del je 20 milijonov din, pri čemer je gradbenih del za 7 milijonov din. Na nasutih barjanskih tleh je bilo potrebno izvesti temelje, ki bodo služili kot podstavki za lupilni in čelični stroj, ter sortirne bokse.

Gradbena dela gredo sedaj h koncu. Potrebno je še izgotoviti komandni stavbi in trafo postajo z električnim omrežjem.

Modernizacija informacijskega sistema

Posodobitev poslovnega informacijskega sistema se bo kazala predvsem kot razvoj novega stroškovne-

ga sistema DO, novega komercialnega informacijskega sistema in kot posodobitev finančnega informacijskega sistema s ciljem zagotoviti dnevno ažurnost finančnih podatkov. Na področju tehničnega informacijskega sistema pričakujejo, da bodo lahko inženirjem in tehnikom zagotovili vsaj evropsko povprečno računalniško podporo pri projektiranju, statiki in pri mnogih drugih inženirskih zadevah. Posodobitev poslovanja se bo gotovo pozitivno odrazila na obsegu in donosnosti prevzetih del tako doma kot v tujini.

Vir: Glasilo SGP Grosuplje

SGP PRIMORJE AJDOVŠČINA

Na gradbišču vodovoda Mrzlek

V senci večjih in reprezentativnejših objektih gradijo delavci Primorja vodovod Mrzlek. Rekonstrukcija črpališča Mrzlek je tako glede raznolikosti in zahtevnosti del kot kratkega roka izvedbe zanimivo gradbišče.

Obstoječe črpališče Mrzlek zgrajeno leta 1935 napaja s pitno vodo velik del novogoriške občine ter del italijanske Gorice, kamor oteka približno 1/3 celotne količine. Z izgradnjo HE Solkan bo nivo vode za 5 m višji od obstoječih črpak, zato bi voda z vrha vdirla v obstoječe tri vodnjake. Vodnjaki, ki so grajeni tik ob Soči, segajo izpod gladine reke, vendar dobivajo čisto studenčnico iz zelo širokega zaledja, ki sega celo na cerkljansko in škofjeloško območje.

Gotovost oskrbe z neoporečno vodo tudi iz zalitega črpališča je pogoj za začetek zalivanja HE Solkan.

Pod cesto Nova Gorica — Bovec je že zgrajena nova pogonska stavba, novo črpališče kot nadgradnja starega ter dostopna pot, nad cesto pa bodo objekti dinamičnega usedalnika z armaturno komoro, kontaktna komora, ozonska in filtrska postaja s komandno stavbo. Vsi ti objekti so postavljeni na plato, ki so ga dobili z usekom s strmo pobočje in odvozom preko 24.000 m³ žive skale. Objekti so med seboj povezani z velikimi kinetami, po katerih potekajo razvodi in druge instalacije. Ločena kineta povezuje nove objekte s starim črpališčem in glavnim vodohramom Mrzleka. Vse to je izkopano v trdi skali, objekta pod cesto in nad njo povezuje nov glavni cevovod ϕ 700 s petimi jaški, od katerih ima vsak svojo namembnost. Cevovod je postavljen v zelo strmo pobočje, zato sta izkop in montaža ob stalnem prometu na cesti ter prekopom ceste zahtevala od vseh veliko truda.

Najbolj značilni tehnični podatki Mrzleka so naslednji: Sedanje stare črpalke imajo zmogljivost $3 \times 80 = 240$ l/s ter je vsaka opremljena z elektromotorji po 136 KW. Zmogljivost novih črpalk bo 2×175 , 1×120 , 1×80 l/s z elektromotorji 2×250 , 1×200 , 1×150 KW. Posebne avtomatske vezave bodo skrbele, da bodo istočasno vklopljene črpalke za maksimalno kapaciteto 350 l/s. Za to količino so načrtovane tudi vse ostale naprave. Glavni tlačni cevovod je dimenzije ϕ 700 z odcepi za staro čistilno napravo ϕ 400 in novo čistilno napravo ϕ 500, zaradi velikih inštaliranih moči sta zgrajeni dve trafo postaji, in sicer ena za potrebe črpališča v pogonski stavbi (2×630 KW) ter ena za potrebe čistilne naprave v komandnem delu filtrske postaje (1×630 KW).

Vsa gradbena dela izvaja tozid NG- enota Nova Gorica. Vrednost del ob zaključku bo dosegla 400 milijonov dinarjev.

Vir: Glasilo Primorje

SGP KONSTRUKTOR, MARIBOR

Zadovoljni izvozni rezultati

Konstruktor se je usmeril v izvoz kjer dosega zadovoljne rezultate poslovanja. Po letu 1985 pa načrtujejo tridesetodstotni izvoz proizvodnih zmogljivosti.

Lani so izvajali gradbena dela na Madžarskem, v ZR Nemčiji, Sovjetski zvezi in v Iraku. Preko sozda IMOS in poslovne skupnosti Ingras so načrtovali še dela na egiptovskih in nigerijskih gradbiščih, vendar teh del še niso uspeli pridobiti.

V deželah kjer so delali so desegli bruto realizacijo 2.239.245 tisoč dinarjev, planirali pa 2.952.472 tisoč din. To pomeni, da je 386 konstruktorjevcev, kolikor jih je delalo na gradbiščih v teh deželah, realiziralo 76 odstotkov planiranega izvoza.

Kako torej oceniti rezultate celotnega poslovanja Konstruktorja v tujini? Za lažjo orientacijo prisluhnimo direktorju zunanjetrgovinskega sektorja Rudiju Golobu, ki pravi: »Na splošno lahko ocenimo, da je nastop v tujini bil uspešen tudi glede finančnih rezultatov, četudi nismo uspeli uresničiti vseh zastavljenih ciljev.«

Likalne naprave na sejmu v Ljubljani

Predstavniki obračunske enote Likalne naprave iz temeljne organizacije Gradbena obrt — Klepovod so razstavili v Ljubljani svoj izdeke na specializiranem sejmu opreme za likalno industrijo.

Poleg stalnega programa (likalne mize, kotli) so letos na sejmu prvič prikazali prototip likalnika z elektronsko regulacijo temperature. Elektronsko regulacijo na tem likalniku so razvili v sodelovanju z največjim elektronskim mozganskim trustom pri nas, s Kranjsko Iskro.

Razstavljene likalne naprave so vzbudile precejšnje zanimanje slovenskih in jugoslovanskih tekstilcev, kar dokazujejo tudi skienjene pogodbe o prodaji naših likalnih naprav. Vrednost le-ten znasa okrog 4.500.000 dinarjev.

Vir: Glasilo Konstruktorja

VODNOGOSPODARSKO PODJETJE MARIBOR

Delavci mariborskega Vodnogospodarskega podjetja o nalogah v prihodnjem obdobju

Delavci mariborskega Vodnogospodarskega podjetja so razpravljali in sklepali o analizi razvojnih možnosti dolgoročnega razvoja vodnega gospodarstva v obdobju 1986—2000, in osnovnih opredeljavah za usklajeno izvajanje nalog nadaljnjega vodnogospodarskega razvoja, usmerjali dejavnost v dosego temeljnih ciljev.

Vodno območje Drave meri 3266 km², ki je razdeljeno v 8 hidrosistemov in teritorialno pokriva 15 občin podravske in koroške regije ter občino Slov. Konjice.

Hidrografska mreža je sorazmerno gosta, saj imajo na tem območju $2 \times 418,10$ km vodotokov. Od celotne dolžine evidentiranih vodotokov je 1088 km nižinskih vodotokov in 403 km hudournikov, ki so v neposrednem upravljanju vodnega gospodarstva. Glede na to, da so posamezni odseki vodotokov že regulirani, vstopajo v naslednje dolgoročno obdobje še s 726 km neurejenih strug nižinskih vodotokov in 380 km neurejenih hudourniških strug, za kar bo glede na njihovo dolžino in zahtevnost, vsako leto treba oblikovati tozadevna sredstva.

Za izboljšanja vodnega režima predvidevajo, da bodo v okviru investicijskih del, ki se bodo izvajala po določenih programih in načrtih:

- regulirali 96,5 km vodotokov
- zgradili akumulacije na Polskavi, Devini, Dravinji z Oplotnico, Pavlovskem potoku, Beli Skrabski, Ložnici, Suhadolnici z Jenino, Lešnici in Drvanji s prostornino okoli 23 mio m³, ter odpravili hujša erozijska žarišča hudournikov.

V naslednjih letih načrtujejo izvedbo osuševalnih del po posameznih območjih v obsegu 12.500 ha in namakanje na površinah 2500 ha, skupno torej 15.000 ha melioracijskih del za povečanje proizvodnje hrane.

V pogledu vodne preskrbe je območje Drave srednje razvito, saj še vedno okoli 1/3 prebivalstva rešuje zagotavljanje vode v lokalnem ali celo individualnem smislu.

Registriranih vodnih virov na območju Drave je z zmogljivostjo 5763 l/s, od teh se danes eksploatira v okviru sistemskih vodooskrbnih objektov 1552 l/s. Industrija pa sama poleg tega koristi za tehnološke potrebe okoli 1000 l/s iz zaloga pitne vode za nadaljnjih 500 l/s.

Posebno pozornost pa bodo v naslednjem dolgoročnem obdobju posvetili izobraževanju in študijsko raziskovalnim nalogam.

Vir: Glasilo delavcev Vodarjev

GIP VEGRAD VELENJE

Razvoj Vegrada in organiziranost

Nedavno so se ob okrogli mizi zbrali najodgovornejši delavci Vegrada in pregledali dosedanje organiziranost in uspehe, ki so jih dosegli pa tudi probleme, ki zavirajo nadaljnji razvoj.

Glavni podatki iz razprave:

- Razviti inženiring do take mere, da bodo obvladovali tržni, finančni in proizvodni inženiring za potrebe TOZD, ki bodo izvajale dela na področju celotne Jugoslavije in v inozemstvu.

- Združiti majhne TOZD z večjimi, ker že samo majhno število zaposlenih v TOZD povzroča velike težave v organiziranosti, povzroča velike stroške režije, onemogoča kadrovske nadomeščanje in selekcijo itd.

- Racionalizirati delo v službah, preprečiti jalovo delo in dupliranje dela.

- Ojačati zunanje-trgovinsko dejavnost in organizirati vse potrebno za nemoteno delo in spremljanje rezultatov.

- Bolje urediti odnose med TOZD, ki poslujejo med seboj v odvisnosti (interne cene, dohodkovni odnosi).

Na osnovi analiz, ugotovitev in uskladih stališč bodo posamezna neresena vprašanja temeljito obdelali in pripravili za samoupravne organe strokovne predloge.

Na gradbišču v Kopru

Delavci Vegrada gradijo za Luko Koper tri večje objekte. To je Operativni center kontejnerskega terminala. Sestavlja ga 110 prostorskih elementov in ima okoli 2000 kvadratnih metrov površin. Drugi objekt, ki ga prav tako gradijo s prostorskimi elementi je dislociran obrat družbene prehrane, velik okoli 750 kvadratnih metrov, sestavljen pa je iz 32 celic.

Poleg omenjenih dveh objektov, gradijo skupaj s Stavbenikom iz Kopra še gostinski obrat z zaklonskem. V objektu bo velika samopostrežna restavracija ter obratna ambulanta. Ta objekt je sestavljen iz 53 celic, imel pa bo okoli 1500 kvadratnih metrov.

Skupna vrednost vseh del, ki jih bodo opravili za Luko Koper znaša okoli 300 milijonov dinarjev.

Vir: Glasilo GIP Vegrad

ZDRUŽENO GLASILO MARIBORSKIH GRADBENIKOV

Izvoz gradbincev Maribor

Izvozna prizadevanja mariborskih gradbenikov segajo v davna šestdeseta leta. Že takratna gospodarska reforma je narekovala prodor na tuja gradbeniška tržišča, današnje težave pa so prazadevanja še bolj zaostrole.

To zlasti velja za zadnja tri oziroma štiri leta, ko so večja gradbena podjetja iz Maribora razširila svojo dejavnost na zahtevnih zunanjih trgih v raznih deželah Evrope in tretjega sveta. Tako so samo v lanskem letu naši gradbinci gradili v Avstriji, na Madžarskem, v Sovjetski zvezi, Vzhodni Nemčiji, ZR Nemčiji, Alžiru, Iraku, Iranu, Kuvajtu, Libiji, Združenih arabskih emiratih in drugod.

V teh državah so mariborski gradbeniki podpisali pogodbe za izgradnjo oziroma montažo raznih objektov: od stanovanjskih sosesk, trafo postaj, vodnih zajetij, petrokemičnih kompleksov, cementarn, do gradnje mostov, cestnih priključkov, hidroelektrarn in nukleark. Ponekod jim je celo uspelo prevzeti izgradnjo objektov na ključ, kar pomeni, da niso samo gradili, ampak so tudi projektirali, dobavljali in montirali notranjo opremo številnih objektov.

Kot je iz doslej povedanega mogoče razbrati, se nujnosti izvoza dejavnosti v mariborskih gradbenih organizacijah dobro zavedajo. Danes že lahko govorijo o določenih pa čeprav začetniških uspehih, med drugim o dragocenih izkušnjah in pridobljenega znanja, kar poleg ustvarjenega deviznega priliva (50 odstotkov) lanskega celotnega prihodka je Hidromontaža realizirala z delom v tujini) uvršča nekatere mariborske gradbene organizacije med 250 največjih tovrstnih podjetij v svetu. To pa že dosti pomeni, saj vemo, da je treba tujino najprej dobro spoznati, preden je mogoče v njej dobro tržiti ali pa vsaj dobiti delo. Nova spoznanja in izkušnje ter navezovanje stikov z raznimi poslovnimi partnerji na gradbiščih v tujini so priložnost, ki jo je treba v največji meri izkoristiti.

Nova soseska v Mariboru

Delavci Konstruktorja in Stavbarja so pričeli v septembru graditi novi stanovanjski soseski, C 1 in C 2 v središču mesta. Gre za pričetek zaizdave mestnega središča s tako imenovanimi »plombami«, na področju med Partizansko cesto in med ulicami heroja Šlandra, heroja Bračiča in Mladinsko ulico.

Konstruktorjevi delavci so pričeli graditi petintrideseti stanovanjski objekt v vrednosti okoli 191,3 milijona dinarjev, ki ga bodo dogradili do konca prihodnjega leta, Stavbarjevi delavci pa bodo v šestanjstih mesecih dogradili triinšestdeset stanovanjski objekt, katerega vrednost je okoli 260 milijonov dinarjev.

Vir: Združeno glasilo Maribor

SGP SLOVENIJACESTE — TEHNIKA, LJUBLJANA

Svečana otvoritev proizvodne hale

V mesecu juliju je bila v tovarni Alples v Železnikih svečanost, povezana z otvoritvijo nove proizvodne hale tozda Fonsko in garniturno pohištvo, ki so gradili delavci ljubljanskih Gradenj in sodelujočih tozdov SCT. Dela so se pričela v oktobru 1982, gradbeno pa je bil objekt zaključen v dogovorjenem roku, v jeseni. Vrednost opravljenih del je 220 milijonov dinarjev, v novi montažni hali pa je 6 tisoč površinskih metrov novih proizvodnih zmogljivosti, namenjenih predvsem izvozu.

Tečaji tujih jezikov

V zaostrenih gospodarskih razmerah v domovini je za delovno organizacijo delo v tujini izrednega pomena. Za znanje tujih jezikov postaja vse pomembnejše, to ne velja samo za vodilne in vodstvene delavce na gradbiščih v tujini, od katerih se zahteva dobro znanje jezika, ki je osnova komuniciranja v konkretnem delovnem okolju. Tudi vsak delavec, ki potuje v tujino se mora na potovanju nekako znajti in potrebuje za osnovno komuniciranje vsaj skromno znanje tujega jezika, ki pa mu bo prišlo prav tudi med samim delom. Zato so organizirali več lastnih tečajev nemščine, angleščine in francoščine. Da bi bila omogočena udeležba čim širšemu krogu zainteresentov so tečaji potekali neposredno po zaključku delovnega časa in na sedežih posameznih tozdov in DSSS.

Nova asfaltna baza

Nova asfaltna baza tipa »Aman« z zmogljivostjo 150 ton asfalta na uro že obratuje. To je prva tovarna asfalta v Jugoslaviji, kjer je možno dodajati zmesi tudi naravnih asfalt, selenico. V Smodinovcu bodo izdelovali predvsem liti asfalt in asfaltni beton za obrabne sloje. Montažna dela so opravili delavci tozda Mehanični obrati, nadzor pa je opravil Strojni inženiring.

Stroj za betonske polizdelke

Na velikem proizvodnem platu tozda IBK so pred kratkim preskusili delovanje novega stroja za izdelovanje novega stroja za izdelovanje betonskih polizdelkov — SCV tip HK-131. Izdelali so ga v tozdu Mehanični obrati po licenci avstrijske firme Krapinger in je prvi tak stroj, narejen v SCT. Namenjen je proizvodnji robnikov, zidakov, parkirnih elementov itd. Tega, ki so ga posneli je kupila delovna organizacija Binačka Morava iz Niša. Razen hidravlike, ki je uvožena, so vsi sestavni deli narejeni doma. Ciklus za izdelavo posameznega izdelka iz betona traja približno eno minuto.

Vir: Glas kolektiva

SGP PIONIR, NOVO MESTO

Pionirjev prednapeti beton

V začetku leta 1984 je v tovarni gradbenih elementov »TOGREL« stekla proizvodnja konstrukcijskih elementov iz prednapetega betona.

Zaradi vrste konstrukcijskih elementov, ki so v proizvodnem planu podjetja so se odločili za stranski način prednapenjanja (predhodno napenjanje) sistema Hoyer. Proizvodnja elementov poteka na napenjalni stezi, ki je v TOGRELU dolžine 50 m in ima na začetku in na koncu sidrni nosilec. Glede na konstrukcijo kalupov je na stezi možno istočasno izdelovati več nosilcev (z obstoječim kalupom dva dolžine 24,0 m ali več ustrezno krajših).

Beton za prednapete elemente je običajno visokih mark (MB 400 — MB 500), ki mora zaradi težnje po čim krajšem proizvodnem ciklusu elementov v kratkem času doseči visoko začetno trdnost, pri kateri je beton že sposoben prevzeti obtežbo, ki se nanj prenese iz pramenov po rezanju (MB 300). Zato centralni laboratorij SGP Pionir v sodelovanju z ZRMK izdeluje natančne recepture betonov in opravlja stalne kontrole kvalitete vgrajenega betona.

SGP »PIONIR« ima do sedaj osvojeno tehnologijo proizvodnje »I« prednapetih nosilcev višine 120 cm ali 150 cm, dolžine 9,0 m—24,0 m, z rastrom povečanja dolžin 3,0 m (9,0, 12,0, 15,0 18,0 21,0; 24,0 m).

Širina gornje pasnice je 50 cm, spodnje v kateri so nameščeni prameni za prednapenjanje, pa 30 cm. »I« nosilci lahko služijo kot vzdolžni nosilci dvokapnih hal, nosilci žerjavskih prog, nosilci medetažnih konstrukcij in podobno.

V pripravi je program glavnih strešnih dvokapnih nosilcev z naklonom 80 za osne razpone hal od 15,60 m do 24,0 m z rastrom povečanja dolžine 1,20 m (15,60 16,80, 18,0, 19,20, 20,40, 21,60, 22,80; 24,0 m); širino zgornje pasnice 50 cm in spodnje 30 cm, proizvodnja PB strešnih »I« gredic dolžine 9,0 m ter mostni nosilci, ki so kombinacija kabelskega napenjanja za prevzem koristne obtežbe in strunskega napenjanja, za prevzem lastne teže.

Vir: Glasilo Pionir

IMP LJUBLJANA

Velik posel Klime Celje v Libiji

Že lani je Klimin tozd Industrijska proizvodnja preko Smelta dal ponudbo za izdelavo opreme in montažo preizkuševališča motorjev v Libiji v skupni vrednosti 36 milijonov deviznih dinarjev. Po podpisu pogodbe v letošnjem maju so zaradi izredno kratkih rokov za dobavo in montažo opreme, pričeli takoj urejati dokumentacijo, naročati materiale in tehnološko obdelavo.

Pogodba obsega izdelavo celotnega preiskusnega kanala, dušilnega dela na sesalni in tlačni strani, pomičnih vrat in elementov za dušenje komandnega prostora ter montažna dela na objektu v Libiji z rokom dokončanja 15. 10. 1984.

Mariborčani presegajo plan

Montaža Maribor je za letos zapisala v plan, da bo imela za 50 milijonov dinarjev izvoza, od tega 20 milijonov v I. polletju. Realizirala pa je blagovni izvoz v višini 24.300.000 dinarjev. Od tega je bilo petino izvoza na klirinško področje (ventilatorji v Sovjetsko zvezo). Izvoz storitev pa ji je prinesel 11.500.000 dinarjev. Tako je bil skupen izvoz tega tozda v omenjenem obdobju 35.800.000 dinarjev. S tem je tozda za 79 odstotkov presegel polletni plan izvoza.

Izvažal je predvsem v Irak in Sovjetsko zvezo, nekaj pa tudi v Zvezno republiko Nemčijo.

Sončni sistem za izvoz

Klimat je letos razvil napravo termosol za izkoriščanje sončne energije za pripravo tople vode. S tem izdelkom želi zadostiti potrebam po enostavnih sistemih na jugoslovanskem tržišču, hkrati pa namerava termosol plasirati na konvertibilno tržišče posebno v dežele Bližnjega vzhoda, saj je tržna analiza pokazala, da se podobni sistemi masovno vgrajujejo v tem delu sveta.

Termosol je enostaven direkten termosifonski sistem za izkoriščanje sončne energije z enim sprejemnikom sončne energije (SSE 84-I, SSE 84-2) in hranilnikom toplote (ki ima prostornino 100 oziroma 150 litrov).

Poraba vode se v sprejemniku sončne energije ogreva in pretaka direktno v hranilnik toplote, kjer se akumulira in po potrebi odvzema iz sistema. Pretok vode v sistemu omogoča naravna cirkulacija tako, da odpade uporaba odtočne črpalke (dodatno mehanska energija ni potrebna). Termosifonski sistem je enostaven, dokaj poceni.

Sistem Termosol je konstrukcijsko izdelan v dveh variantah:

1. kot kompaktna enota brez konstrukcije,

2. kot enota z nosilno konstrukcijo za spreminjanje naklonskega kota.

Kompletna enota se uporablja za direktno nameščanje na strehe oziroma nadstreške, enota z nosilno konstrukcijo pa za postavitev na vrtove, dvorišča,

terase, balkone in podobne dostopne prostore. Naprava naj bo po možnosti obrnjena proti jugu (azimut nič stopinj) oziroma največ $\pm 15^\circ$ od smeri jug.

Vir: Glasnik IMP

Lojze Cepuš

VESTI IN INFORMACIJE

Jugoslovanski sejem gradbeništva in gradbenih materialov z mednarodno udeležbo v Gornji Radgoni od 1. do 7. aprila 1985

Aprila naslednje leto bo že tretja sejemska prireditelja, ki v Gornjo Radgono privabi vse tiste, ki so zainteresirani na nadaljnjem razvoju gradbeništva in industrije gradbenega materiala v naši republiki in širši domovini.

Kot zadnji sejem, bo tudi ta spremljan s strokovnim posvetovalnim programom.

Pod geslom »Kadri gradbeništva in izobraževanja« bodo ves čas trajanja sejma izvajane aktivnosti za usmerjanje mladih obiskovalcev v gradbene poklice. Na panojih bodo prikazani podatki o gradbenem šolstvu, na policah pa razstavljeni razpoložljivi učbeniki in skripta. Predvajani bodo filmi in diaprojektivi o gradbeništvu in gradbenih poklicih ter dajane informacije mladim obiskovalcem zainteresiranim za gradbeništvo.

Vloženi bodo napor, da učenci 7. in 8. razredov osnovnih šol organizirano obiščejo sejem in seveda tudi paviljon s kadrovsko-izobraževalno aktivnostjo.

Institut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo pri FAGG UEK v Ljubljani bo organiziral posvetovanje s področja računalništva. Posvetovanje bo zajelo: Organizacijo in delovanje kluba uporabnikov programske opreme za gradbeništvo v SRS, Računalniško projektiranje gradbenih konstrukcij in predstavitev Programske opreme za analizo toplotnega delovanja konstrukcijskih sklopov.

Komisija za gradbeno mehanizacijo pri SZ GIGM Slovenije organizira posvetovanje, na katerem bo obravnavana problematika gradbene mehanizacije in opreme. Na posvetovanju, ki naj bi imelo vsejugoslovanski značaj, bo prikazan razvoj gradbene mehanizacije in opreme doma in v svetu, izvedena pa bo tudi tehnično komercialna predstavitev razvojnih in proizvodnih programov domače industrije strojev in opreme s posebnim poudarkom na novitetah. To bo tudi priložnost, da se proizvajalci in uporabniki gradbene mehanizacije in opreme neposredno pogovorijo o problematiki s katero se srečujejo.

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije bo skupaj z Elektrotehniško zvezo Slovenije priredila posvetovanje o pomenu in graditvi hidroelektrarn na Savi in Muri. Posvetovanje bo zajelo problematiko projektiranja in gradnje hidrocentral, prikazani pa bodo tudi ekološki aspekti izgradnje teh večnamenskih objektov.

Navedeni program je potrdiril Prireditveni odbor sejma, ki je zasedal dne 5. 11. 1984 pod predsedstvom namestnika RKIG Slovenije tov. S. Skulja.

Zaželimo organizatorjem uspešno realizacijo svojih zamisli!

Franč Čačovič, dipl. inž.

Radialne napetosti v zakrivljenih lesenih lepljenih nosilcih (drugi del)

Preiskave staranih epruvet

Ker so lesene lepljene konstrukcije večkrat izpostavljene neugodnim atmosferskim vplivom (vlaga, spremenljiva temperatura, agresivno ozračenje), smo na ZRMK izvršili tudi preiskave epruvet, staranih v neugodnih klimatskih razmerah. Na staranih vzorcih, ki so bili sistematično izbrani iz istega kosa lesa, smo v primerjavi z vzorci, hranjenimi v normalnih klimatskih pogojih, dobili skoraj pri vseh vzorcih nižje trdnosti. Za prečni nateg je znašalo to zmanjšanje celo ca. 20 %, povečal pa se je tudi odstotek porušitev po lepilu.

Rezultati preiskav vzorcev, ki so bili pospešeno starani 15 dni (izmenično 8^h izpostavljeni temperaturi + 5° C, 16^h pa + 30° C, pri 99 % relativni vlažnosti), nato pa zaradi izenačitve vlage 24^h hranjeni v normalnih klimatskih razmerah (20° C, relativna vlažnost 65 %), so v primerjavi z rezultati nestaranih preizkušancev prikazani v tabeli 2 (preiskanih je bilo 2 × 6 = 12 vzorcev).

Vzorci	$\bar{\sigma}_{n,1}$ (MPa)	s (MPa)	v (%)	% porušitve po lepilu	Opombe:
nestarani	1,76	0,34	20	9	
starani	1,38	0,25	19	14	3,2 cm lamele

Tabela 2. Primerjava nateznih trdnosti nestaranih in staranih vzorcev

Koeficient zmanjšanja prečne natezne trdnosti, ki smo ga dobili pri preiskavah, je verjetno visok tudi zaradi sorazmerno majhnega prečnega preseka obremenjenega dela (2 × 4,5 cm), vendar je bilo staranje kratkotrajno, konstrukcije pa so v eksploataciji izpostavljene neugodnim klimatskim razmeram bistveno daljši čas. Preiskave so bile narejene na nezaščitenih preizkušancih, vendar lazurni premazi, ki jih pri nas uporabljajo za zaščito lameliranih konstrukcij, preprečujejo samo kapilarno vpijaje vode, omogočajo pa difuzijo vodnih par.

Tudi s temi preiskavami bomo nadaljevali, saj je vpliv klimatskih pogojev, ki jim je izpostavljena konstrukcija skupaj z ostalimi faktorji, lahko bistvenega pomena za varnost konstrukcije.

Pojav prečnih nateznih napetosti v konstrukcijah

Če se omejimo na upogibno obremenjene elemente iz lameliranega lesa, lahko ugotovimo, da nastanejo prečne natezne napetosti v konstrukcijah v dveh primerih: pri nosilcih z ravno osjo pri spremenljivi višini, pri zakrivljeni osi nosilca pa tudi pri konstantni višini.

Pri nosilcih z zakrivljeno osjo in konstantno višino so prečne natezne napetosti odvisne od obremenitve preseka in od radija zakrivljenosti. Po nemških predpisih (DIN 1052) se te napetosti določijo po enačbi.

$$\sigma_{L, \max} = \frac{1}{4\beta} \cdot \frac{M}{W} \quad \beta = \frac{R_m}{h},$$

ki ji ustreza enačba predloga jugoslovanskega pravilnika

$$\sigma_{L, \max} = \frac{3M}{2R_m bh}$$

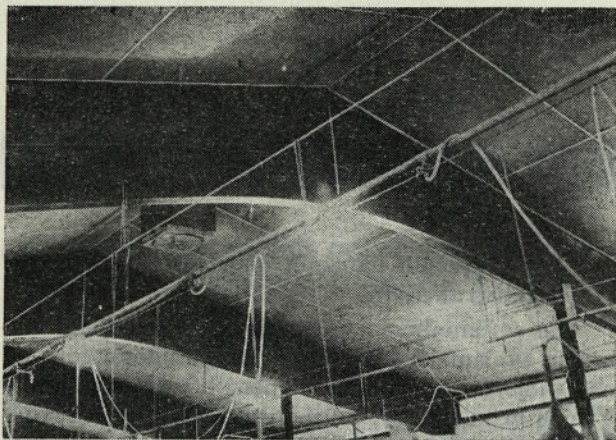
Po tem predlogu se na enak način določajo tudi natezne napetosti za nosilce z nekonstatno višino, ki jih moramo za element, prikazan v sliki 1, kontrolirati v prerezu na začetku krivine in v srednjem prerezu. Pokaže se, da dobimo pri enakomerni obtežbi večje računske radialne napetosti v prerezu na začetku krivine.

Nemški projektanti pa za račun omenjenih strešnih nosilcev pogosto uporabljajo diagrame prof. K. Möhlerja iz univerze Karlsruhe. Ti podajajo koeficiente za določitev vzdolžnih in radialnih napetosti ($\alpha_{||}$ in $\alpha_{\perp}$) v odvisnosti od razmerja $\alpha = h_m/2 R_m$ in naklona zgornjega pasu $\beta(^{\circ})$. Po tem načinu dobimo maksimalne radialne napetosti v prerezu na sredini razpetine.

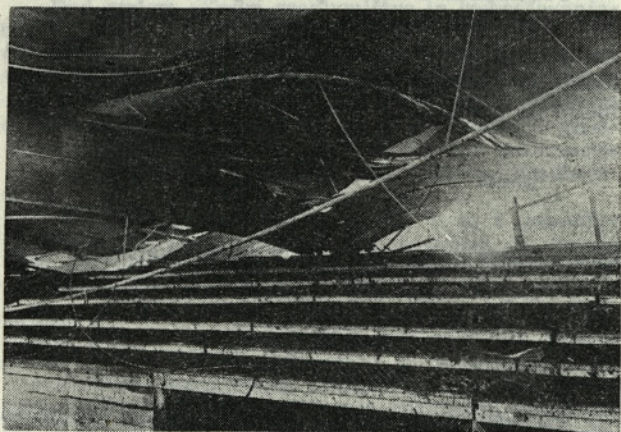
Primeri porušitev strešnih nosilcev zaradi radialnih nateznih napetosti

S pojavom kritičnih radialnih napetosti smo se najprej srečali pri poškodbah oz. poružitvi elementov strešne konstrukcije treh kmetijskih objektov. To so bili prostoležeči nosilci z zakrivljeno osjo in

razpetino 13,65 m. Na slikah 4 in 5 so prikazane tipične poškodbe omenjenih elementov: vzdolžna razpoka v srednjem delu razpetine, ki je opazna na po enem nosilcu v dveh objektih, ter porušitev enega od nosilcev v porušenem objektu. Iz stanja po porušitvi lahko sklepamo, da je nosilec počil zaradi prevelikih nateznih napetosti, posledica tega pa je bila upogibna porušitev preostalega dela prereza.



Slika 4. Vzdolžna razpoka v srednjem delu nosilca

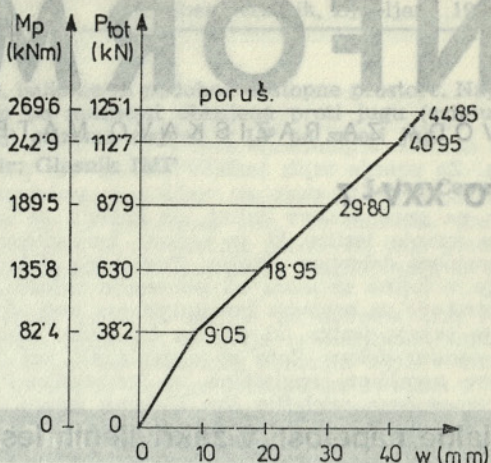


Slika 5. Porušitev strešnega nosilca

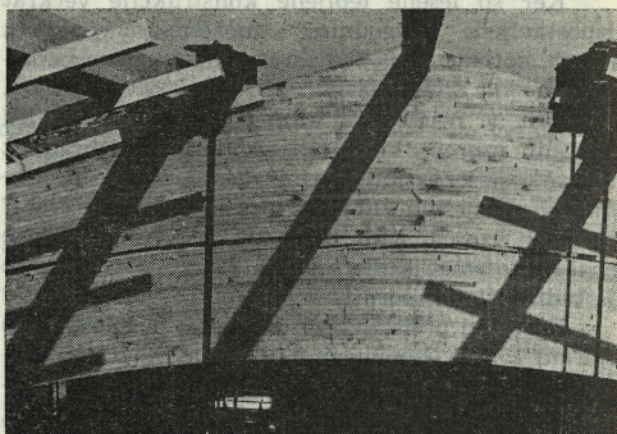
Potrditev, da strešni nosilci odpovedujejo zaradi radialnih nateznih napetosti, smo dobili tudi pri obremenilni preizkušnji strešnega nosilca enake oblike z razpetino 16,3 m. Na nosilec smo nalogali obtežbo po fazah, pri čemer smo kontrolirali vertikalne deformacije. Pri obtežbi, ki je bila le 16 % večja od računske, je nastala hipna porušitev zaradi radialnih napetosti (brez predhodnega povečevanja vertikalnih deformacij). Diagram, ki prikazuje odvisnost vertikalnega pomika od obtežbe, je prikazan na sliki 6, način porušitve pa na sliki 7.

Pri obeh porušitvah smo samo registrirali pojav in način porušitve, nismo pa določili velikosti mejnih radialnih napetosti pri porušitvi. To smo dobili pri preiskavi saniranega (zlepljenega) nosilca razpetine 16,3 m v laboratoriju.

Določili smo jo na osnovi izmerjenih specifičnih deformacij (z lističi dolžine 12 cm) in ob upo-



Slika 6. Diagram obtežba-vertikalni pomik pri obremenilni preizkušnji strešnega nosilca



Slika 7. Detajl porušitve nosilca

števanju izmerjenega modula elastičnosti pravokotno na vlakna ($E_{\perp} = 330 \text{ MPa}$).

V tabeli 3 je podana primerjava »izmerjene« radialne napetosti pri porušitvi z računskimi vrednostmi, določenimi po osnutku jugoslovanskega pravilnika in z diagrami K. Möhlerja.

Prerez	MER $\sigma_{n,l}$ (MPa)	JU $\sigma_{n,l}$ (MPa)	K. M. $\sigma_{n,l}$ (MPa)	Opombe:
na začetku krivine	—	0,53	—	2 cm lamele
v sredini	0,63	0,44	0,72	

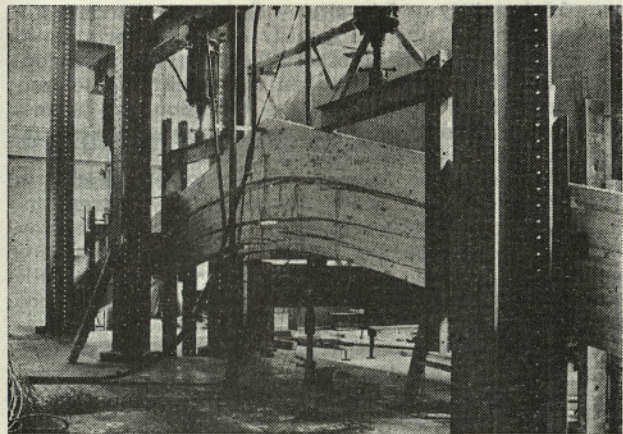
Tabela 3. Primerjava radialnih napetosti pri porušitvi

Rezultati se med seboj razlikujejo, razvidno pa je, da so netezne napetosti pri porušitvi manjše od nateznih trdnosti, dobljenih pri enosmernem nateznem preizkusu (za 2 cm lamele znaša $\sigma_{\text{dop},l}^r \cong 1,2 \text{ MPa}$), kar potrjuje domnevo o neugodnem delovanju kombinirane upogibno-tlačne obremenitve.

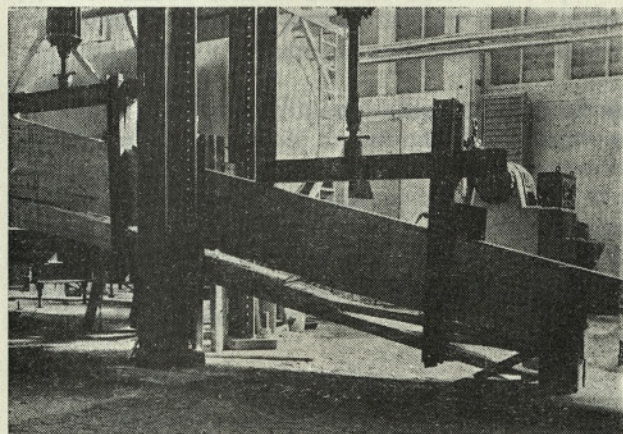
Poleg preiskav saniranega nosilca razpetine 16,3 m smo v laboratoriju ZRMK izvršili tudi pre-

iskave nosilnosti treh strešnih nosilcev razpetine 13,65 m. Dva nosilca sta bila enaka porušenim strešnim nosilcem omenjenega kmetijskega objekta (izdelana monolitno, z radijem zakrivljenosti $R = 5,0$ m), en nosilec pa je imel sleme montirano naknadno, radij zakrivljenosti pa je znašal 11,5 m.

Pri porušitvi obeh vrst nosilcev se je pokazalo, da se monolitni nosilci z majhnim radijem zakrivljenosti porušijo zaradi radialnih napetosti v srednjem prerezu (način porušitve razviden s slike 8), nosilec s konstantno višino v zakrivljenem delu in večjim radijem pa zaradi strižnih napetosti v bližini podpore (slika 9).



Slika 8. Porušitev nosilca z radijem 5,0 m



Slika 9. Porušitev nosilca z radijem 11,5 m in naknadno montiranim slemenom

Tri pri tej preiskavi smo merili specifične deformacije v radialni smeri in jih primerjali z računskimi. Ta primerjava je za enega osnovnih nosilcev za stanje ob porušitvi prikazana v tabeli 4.

Prerez	MER $\sigma_{n,l}$ (MPa)	JU $\sigma_{n,l}$ (MPa)	K. M. $\sigma_{n,l}$ (MPa)	Opombe:
na začetku krivine	0,8	0,9	—	3,2 cm lamele
v sredini	1,2	0,7	1,0	

Tabela 4. Primerjava radialnih napetosti pri porušitvi za nosilec razpetine 13,65 m

Tudi pri teh preiskavah ugotavljamo razlike med vrednostmi izmerjenih in izračunanih vrednosti. Meritve nam kažejo, da nastopajo maksimalne radialne napetosti v prerezu v sredini razpetine in da so precej večje od vrednosti, izračunanih po predlogu jugoslovanskega pravilnika za lesene lepljene konstrukcije.

Da bi ugotovili točnejše napetostne razmake v zakrivljenih nosilcih, smo na ZRMK pričeli računati omenjene nosilce s pomočjo metode končnih elementov. Nosilec smo obravnavali kot ortotropno steno, upoštevali pa smo tudi dejanske razmere na podporah (trenje). Ker smo s preiskavami ugotovili, da velja linearna odvisnost med obtežbo in deformacijo do porušitve, lahko konstrukcijo v vseh fazah obremenjevanja obravnavamo kot elastično.

Prve analize rezultatov kažejo, da dobimo maksimalne natezne napetosti v radialni smeri v srednjem prerezu (v nevtralni osi) in so večje od vrednosti, dobljenih z izrazi iz omenjenih predpisov.

Zaključek

Opisne poškodbe in opravljene preiskave kažejo, da je treba pojavu prečnih nateznih napetosti v lameliranem lesu posvetiti večjo pozornost. Te napetosti so namreč za les neugodne in nevarne iz več razlogov: porušitev zaradi njih nastopi hipno, brez predhodnega povečevanja deformacij, in v prerezu se najprej poruši najšibkejšo mesto, ne da bi se obremenitev prenesla na sosednje — močnejše lamele. Natezne trdnosti so odvisne od širine lamel in se zmanjšujejo, kadar so konstrukcije izpostavljene neugodnim klimatskim vplivom. Pri preiskavah konstrukcij pa se je izkazalo, da se porušne natezne napetosti zmanjšajo tudi zaradi istočasnega delovanja upogibnih in tlačnih napetosti.

Na osnovi preiskav smo ugotovili, da so po predlogu jugoslovanskega pravilnika za lesene konstrukcije iz l. 1979 dopustne prečne natezne napetosti previsoke, ter da dobimo z izrazi za določitev maksimalnih računskih radialnih napetosti prenizke vrednosti.

Nadalje predpisi dopuščajo za srednjo polovico višine preseka uporabo lesa nižjega kvalitetnega razreda, medtem ko so radialne napetosti največje ravno v tem delu. Vse to vodi do ugotovitve, da radialne napetosti v konstrukcijah niso zaželenje oz. naj bodo minimalne. To dosežemo na najenostavnejši način s povečanjem minimalnega radija zakrivljenosti.

Vendar tudi omejitve minimalnega radija v naših predpisih niso zadosti ostre. Pri preiskavah se je pokazalo, da so nastale porušitve zaradi radialnih napetosti pri obtežbi, ko upogibne napetosti še niso bile izkoriščene, čeprav so imele konstrukcije radij zakrivljenosti v dopustnih mejah: za nosilec razpetine 16,3 m, lepljen iz lamel debeline 2 cm, bi znašal minimalni dopustni radij po predpisih 3,0 m — izveden je bil 5 m radij, pri nosilcu z razpetino 13,65 m (lamele 3,2 cm) pa bi bil dopusten radij 4,8 m (izveden 6,0 m).

Ker je potrebno izvajati ne samo varne, ampak tudi ekonomične konstrukcije, bi bilo potrebno

s predpisi usmeriti projektanta do konstrukcij takšnih oblik, kjer se bodo neugodne lastnosti lesa, med katere prav gotovo spada natezna trdnost pravokotno na vlakna, pojavile v čim manjši možni meri.

Povzetek

V referatu so opisani pojavi poškodb oz. porušitev lameliranih lesenih lepljenih konstrukcij, ki so nastali zaradi preokračitve nateznih napetosti pravokotno na vlakna oz. lepljene spoje. V zvezi s temi pojavi so bile na ZRMK izvršene preiskave nateznih trdnosti na nestandardnih epruvetah (enoosni preizkušanci), ki so bile hranjene v normalnih klimatskih razmerah oz. pospešeno starane pri neugodnih pogojih (spremenljiva temperatura in visoka vlaga).

Na osnovi preiskav epruvet ter na osnovi meritev karakterističnih specifičnih deformacij v radialni smeri na elementih, ki so bili preizkušani v laboratoriju, smo ugotovili, da so prečne natezne trdnosti lesa pri istem kvalitetenem razredu odvisne od širine lamel, klimatskih pogojev, zlasti pa od kompleksnega napetostnega stanja konstrukcije (neugodna kombinacija tlačnih in upogibnih napetosti). Iz preiskav nadalje izhaja, da so v predlogu novega jugoslovanskega pravilnika za lesene konstrukcije iz 1. 1979 podane dopustne prečne natezne napetosti previsoke, da so računske vrednosti radialnih napetosti pri omenjenih upogibnih elementih prenizke ter da predpisi dopuščajo takšne radije zakrivljenosti, kjer nastajajo porušitve zaradi radialnih nateznih napetosti že pri obtežbah, pri katerih upogibne napetosti še niso izkoriščene.

Popravek

Po opravljeni korekturi v tiskarni je med uredništvom in ZRMK prišlo do sprememb, ki v prvih krtačnih odtisih niso bile usklajene in popravljene.

Te napake so:

na strani 250 v legendi (levi stolpec, 24. vrsta) σ — pravilno je σ

na strani 262 (oziroma na 2. strani Informacij št. 255) je tabela 3 pravilna:

Prerez	$\sigma_{n,l}^{mer}$ (MPa)	$\sigma_{n,l}^{JU}$ (MPa)	$\sigma_{n,l}^{K.M.}$ (MPa)	Opombe:
na začetku krivine	—	0,53	—	2 cm lamele
v sredini	0,63	0,44	0,72	

Tabela 3. Primerjava radialnih napetosti pri poružitvi

na str. 263 je tabela pravilna:

Prerez	$\sigma_{n,l}^{mer}$ (MPa)	$\sigma_{n,l}^{JU}$ (MPa)	$\sigma_{n,l}^{K.M.}$ (MPa)	Opombe:
na začetku krivine	0,8	0,9	—	3,2 cm lamele
v sredini	1,2	0,7	1,0	

Tabela 4. Primerjava radialnih napetosti pri poružitvi za nosilec razpetine 13,65 m

Za neljube napake, ki so bile ugotovljene med tiskom, se opravičujemo.

Uredništvo

Literatura

1. Pravilnik za lesene konstrukcije (delovni osnutek 1979).
2. Holzbauwerke (DIN 1052, oktober 1969).
3. K. Möhler: Prilog proračuna lijepljenih lameliranih drvenih konstrukcija (referat, Cavtat 1977).

Jelena Srpčič, dipl. inž. gradb.

Summary

In this paper some problems involved in the design of glued laminated wood structures are described, as well concerning the preparation of new codes for wood structures.

Following several typical failures of simply-supported curved beams of various heights, a number of laboratory and in situ — tests were carried out. In some of the tests the quality of the material used was investigated, and in others the behaviour of structures. Emphasis was placed on the research into tensile strength in the transverse direction, in normal climatic conditions, and at various temperatures and high moisture content. Tests of typical curved roof — elements were also carried out, in which strains in the radial direction were measured. Two strengths, the strength of the specimen in simple axial tension and the tensile strength when subjected to bending and an axial load, were compared with the tensile strengths proposed in the new Yugoslav code for wood structures (Draft Code, 1979). They were also compared with numerical expressions given in above — mentioned code for the calculation of radial stresses, and with the diagrams published by dr. K. Möhler of Karlsruhe University.

INFORMACIJE 256

ZAVODA ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ V LJUBLJANI

LETO XXV - 8

OKTOBER 1984

Umetne marmorne plošče

UDK 691.215+666.97

1.0 Uvod

Umetne marmorne plošče so iz betonskega bloka izrezane plošče z vidno strukturo. Bloke izdelujemo iz odpadnih okrasnih kamnin in cementnega veziva.

Na predlog DO MINERAL iz Ljubljane smo izdelali raziskovalno nalogo Uporaba odpadnega kamna pri proizvodnji marmornih blokov iz kamnolomov Lesno brdo in Drenov Grič.

Osnovna zahteva je bila izdelati plošče zadovoljivega videza s primernimi mehansko-fizikalnimi lastnostmi.

Da bi ugotovili primernost uporabe odpadnih kamnin za izdelavo plošč na osnovi cementnega veziva, smo opravili laboratorijske preiskave osnovnih materialov, betonov ter načinov vgrajevanja. Na podlagi rezultatov, ugotovljenih v laboratorijih ZRMK, se je pričela poizkusna proizvodnja umetnih marmornih plošč v betonarskem obratu DO Mineral iz Ljubljane.

2.0 Laboratorijske preiskave

2.1 Osnovni materiali

Na podlagi predhodnih preiskav osnovnih materialov:

- črne okrasne kamnine iz kamnoloma Drenov Grič, zdrobljene in frakcionirane v nazivne frakcije 0/2, 2/4, 4/7, 7/10, 10/15, 15/30 in nad 30 mm;
- rdečkaste okrasne kamnine iz kamnoloma Lesno brdo, zdrobljene in frakcionirane v nazivne frakcije 0/2, 2/4, 4/7, 7/10, 10/15, 15/30 in nad 30 mm;
- trboveljskega čistega cementa PC 45 B;
- puljskega belega cementa BPC 45 B;
- dodatkov — črno barvilo, superplastifikator

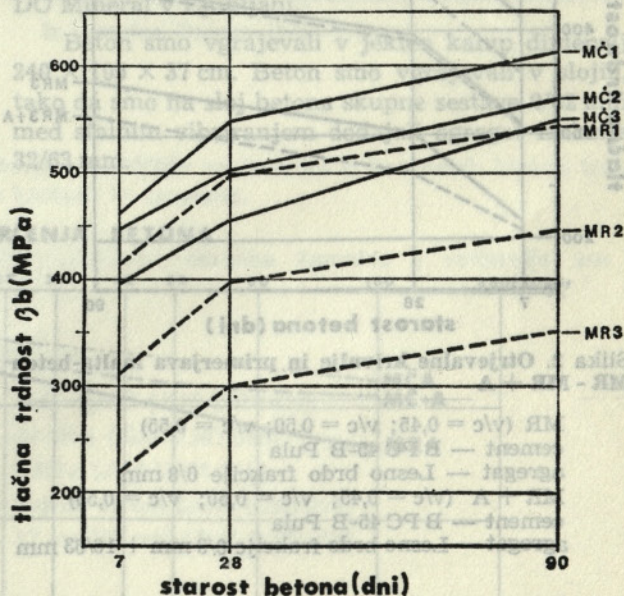
Zeta in plastifikator cementol Delta; je bilo ugotovljeno, da navedeni materiali izpolnjujejo zahteve veljavnih jugoslovanskih standardov in so primerni za izdelavo betonov.

Na podlagi barve okrasnega kamna in cementa smo se odločili za tri po videzu različne vrste umetnih marmornih plošč, in sicer:

- črna marmorna plošča s sivim cementom,
- črna marmorna plošča z barvilom in sivim cementom,
- rdeče marmorne plošče z belim cementom.

2.2 Načini vgrajevanja

Sveže betonske mešanice smo pripravljali na tri različne načine:



Slika 1. Otrjevalne krivulje in primerjava malt MC - MR

MC ($v/c = 0,45$; $v/c = 0,50$; $v/c = 0,55$)
cement — PC 45-B Trbovlje
agregat — Drenov Grič frakcija 0/8 mm
MR ($v/c = 0,45$; $v/c = 0,50$; $v/c = 0,55$)
cement — B PC 45-B Pula
agregat — Lesno brdo frakcija 0/8 mm

— določene količine odpadnega kamna, frakcije 16/63 mm, smo vnašali v naprej pripravljeno osnovno malto (0/8 mm + 16/63 mm);

— iz frakcioniranega odpadnega kamna v skupni sestavi 0/63 mm smo pripravljali mešanico tako kot pri običajnih betonih (0/63 mm);

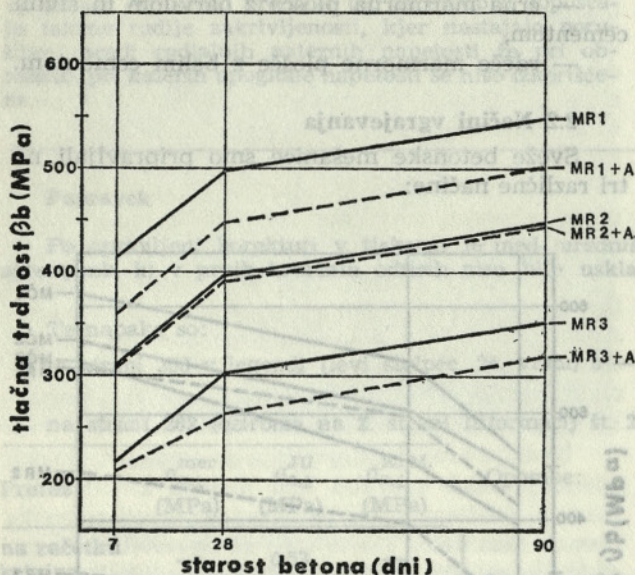
— v betonsko mešanico skupne sestave 0/32 smo vnašali določeno količino odpadnega kamna, frakcije 32/63 mm.

2.2.1 Dvokomponentni način vgrajevanja

Lastnosti pripravljenih betonov so odvisne od lastnosti osnovnih malt in načina vnašanja kame-nine. Za vsako vrsto odpadnega okrasnega kamna smo preiskali lastnosti treh različnih malt (različnih po vrednosti v/c). Rezultati tlačnih trdnosti malt so razvidni iz diagrama slike 1.

Pripravljene osnovne malte smo vliвали v kalupe dimenzij 30 × 30 × 30 cm, v slojih višine 15 cm in med vibriranjem vnašali določeno količino odpadne kamnine frakcije 16/32 mm.

Primerjava rezultatov tlačnih trdnosti med betonom (16/63 mm) imalto (0/8 mm), pripravljenih z agregatom Lesno brdo in cementom B PC 45-B Pula, je prikazan v diagramu slike 2.

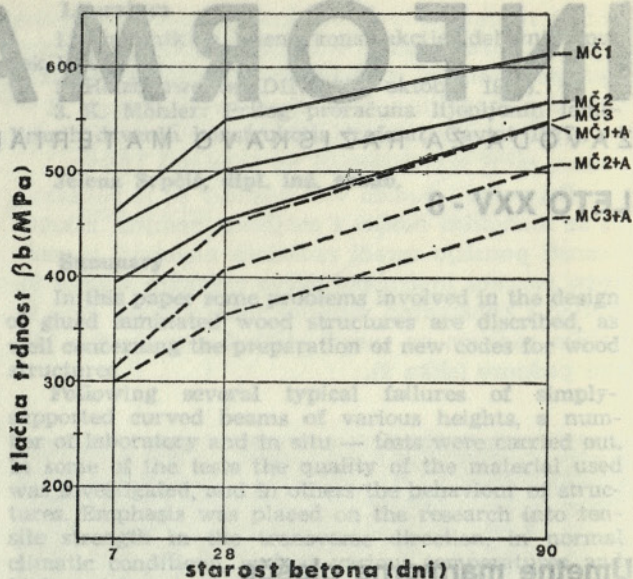


Slika 2. Otrjevalne krivulje in primerjava malta-beton MR - MR + A

MR (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — B PC 45-B Pula
agregat — Lesno brdo frakcije 0/8 mm
MR + A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — B PC 45-B Pula
agregat — Lesno brdo frakcije 0/8 mm + 16/63 mm

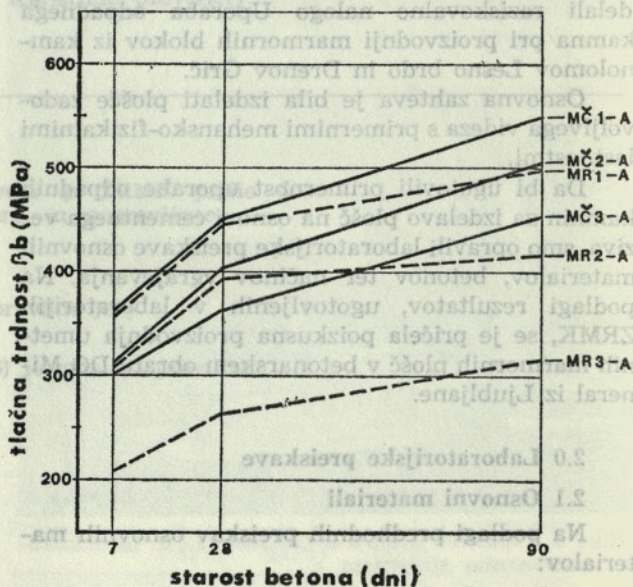
V diagramu slike 3 je prikazana primerjava rezultatov tlačnih trdnosti med betonom (16/63 mm) in malto (0/8 mm), pripravljenih z agregatom Drenov Grič in cementom PC 45-B Trbovlje.

Primerjava rezultatov tlačnih trdnosti betonov MČ + A (0/8 + 16/63 mm) in MR + A (0/8 + 16/63 mm) je podana v diagramu slike 4.



Slika 3. Otrjevalne krivulje in primerjava malta-beton MČ - MČ + A

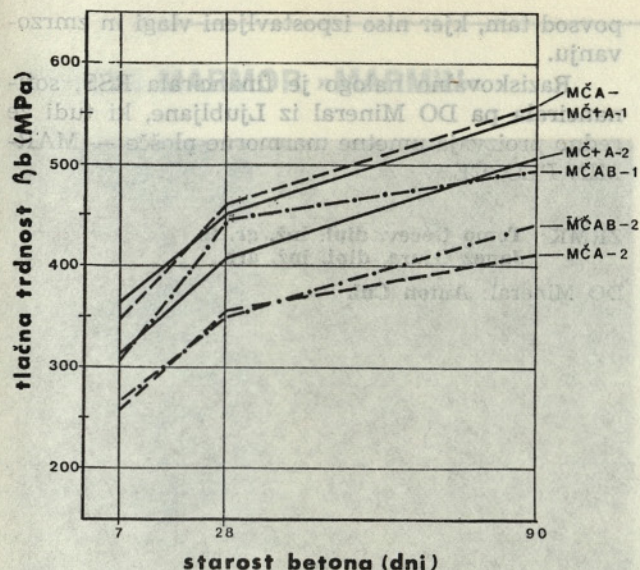
MČ (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Drenov Grič frakcije 0/8 mm
MČ + A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Drenov Grič frakcije 0/8 mm + 16/63 mm



Slika 4. Otrjevalne krivulje in primerjava betonov MČ + A — MR + A

MČ-A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Denov Grič frakcije 0/8 mm + 16/63 mm
MR-A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
agregat — Lesno brdo frakcije 0/8 mm + 16/63 mm

Iz primerjave rezultatov je razvidno, da betoni oziroma malte, pripravljane s trboveljskim cementom, izkazujejo od 20—50 % večje trdnosti pri istih vrednostih v/c. Vzrok je slabša kakovost belega cementa.



Slika 5. Otrjevalne krivulje in primerjava betonov MC + A, MČA in MČAB

MČ + A ($v/c = 0,45$, $v/c = 0,50$)
 cement — PC 45-B — Trbovlje
 agregat — Drenov Grič frakcije 0/8 + 0/63 mm
 MČA ($v/c = 0,45$, $v/c = 0,50$)
 cement — PC 45-B — Trbovlje
 agregat — Drenov Grič frakcije 0/63 mm
 MČAB ($v/c = 0,45$, $v/c = 0,50$)
 cement — PC 45-B — Trbovlje
 agregat — Drenov Grič frakcije 0/8 + 0/63 mm
 Barvilo — črno oksidno

Poleg preiskav tlačnih trdnosti smo na betonih preiskovali tudi:

- upogibno trdnost,
- vodotesnost,
- prečno natezno trdnost,
- vodovpojnost,
- odpornost proti obrabi,
- odpornost na vpliv zmrzovanja in odtaljevanja ter
- deformacije.

Iz dobljenih rezultatov navedenih preiskav smo ugotovili podobne zakonitosti kot pri tlačnih trdnostih.

2.2.2 Vgrajevanje kot pri običajnih betonih

Za betone, pripravljene po tehnologiji običajnih betonov, smo uporabljali drobljen okrasni kamen skupne sestave 0/63 mm iz kamnoloma Drenov Grič.

Preiskali smo samo tlačne trdnosti, vpliv barvil na tlačno trdnost in deformacije. Rezultati so podani v diagramu slike 5.

Primerjava rezultatov v diagramu slike 5 kaže, da:

- barvilo dodano betonu zmanjšuje tlačno trdnost glede na etalon za približno 10 %.
- tlačne trdnosti pri istem v/c za betone, vgrajevane po dvokomponentnem načinu z deležem cementa od 280—300 kg/m³, kažejo praktično enake trdnostne karakteristike kot pri običajnih betonih z deležem cementa od 400—430 kg/m³.

Časovni potek tehnoloških deformacij — krčenje betona smo ugotavljali za vse tri vrste betonov. Rezultati so podani v diagramu slike 6, iz katerega je razvidno, da so poteki krčenja v mejah normale.

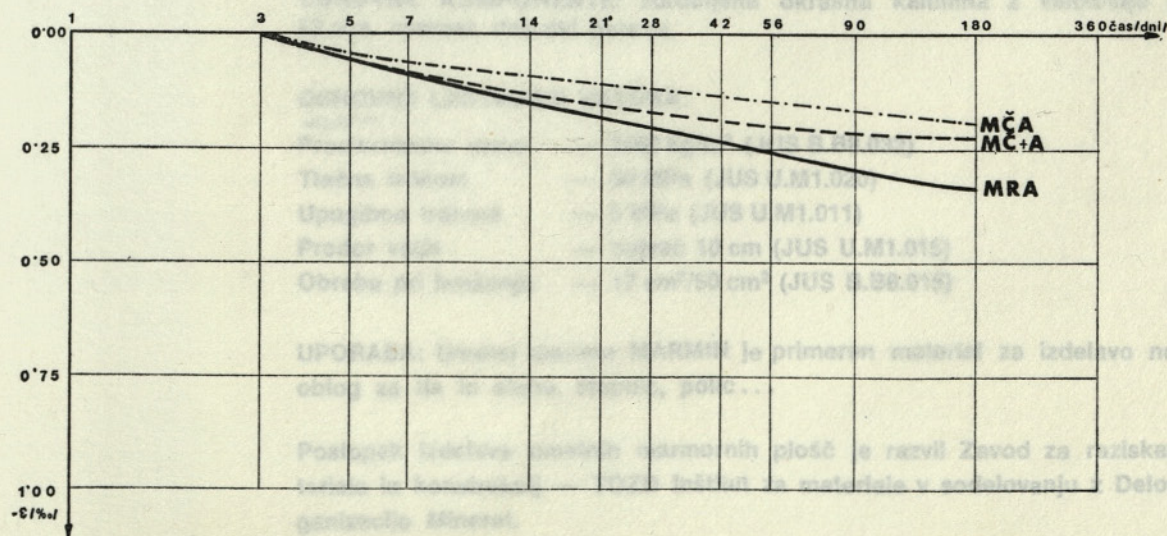
Pripravljeni betoni niso bili zmrzljivo odporni, kar je bilo pričakovati glede na način vgrajevanja sveže mešanice (močno vibriranje).

3.0 Poskusna proizvodnja

Na podlagi rezultatov laboratorijskih preiskav smo izdelali betonske bloke v betonarskem obratu DO Mineral v Ljubljani.

Beton smo vgrajevali v jeklen kalup dimenzij 240 × 105 × 37 cm. Beton smo vgrajevali v slojih, tako da smo na sloj betona skupne sestave 0/32 mm med stalnim vibriranjem dodajali agregat frakcije 32/63 mm.

ČASOVNI POTEK KRČENJA BETONA



Slika 6

Betonske bloke smo negovali do starosti 7 dni, Pri starosti 28 dni so bili razrezani na jermeniku v plošče debeline 1,5 cm, širine 37 cm in različnih dolžin (120, 60 in 30 cm).

Tehnologija izdelave umetnih marmornih plošč je primerna za predelavo vseh vrst odpadnih okrasnih kamnin.

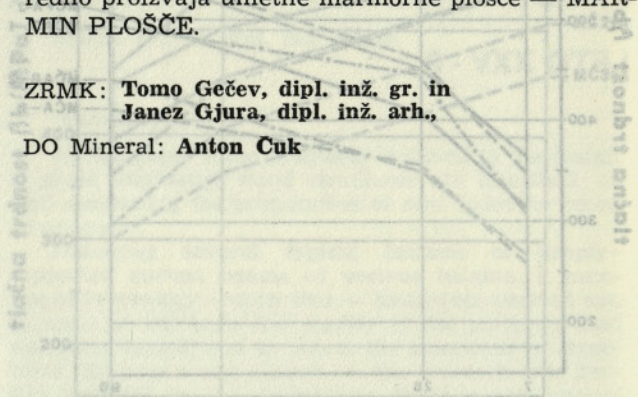
Uporaba umetnih marmornih plošč je zaradi zmrzljinske neobstoynosti omejena. Uporabljamo jih lahko za notranje obloge, tlake, stopnišča oziroma

povsod tam, kjer niso izpostavljeni vlagi in zmrzovanju.

Raziskovalno nalogo je financirala RSS, sofinancirala pa DO Mineral iz Ljubljane, ki tudi že redno proizvaja umetne marmorne plošče — MAR-MIN PLOŠČE.

ZRMK: Tomo Gečev, dipl. inž. gr. in
Janez Gjura, dipl. inž. arh.,

DO Mineral: Anton Čuk

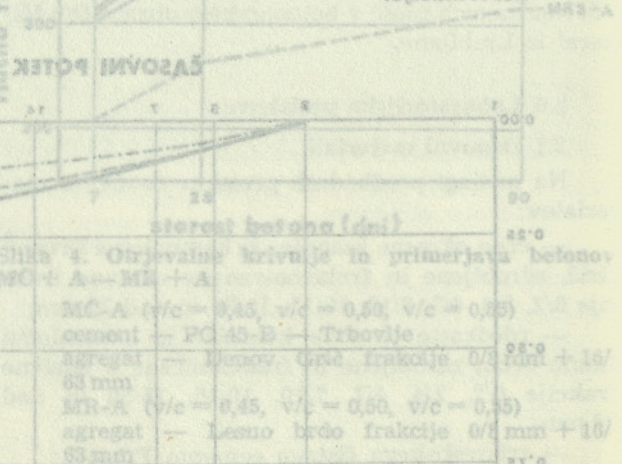


Slika 5. Otrjavne krivulje in primerjava betonov MC + A, MCA in MCA-B

MC + A (v/c = 0,45; v/c = 0,50)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Drenov Grč frakcije 0/8 + 0,63 mm
MCA (v/c = 0,45; v/c = 0,50)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Drenov Grč frakcije 0/8 + 0,63 mm
MCA-B (v/c = 0,45; v/c = 0,50)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Drenov Grč frakcije 0/8 + 0,63 mm
Bariolo — črna oksidna

Poleg presežkov tlačne trdnosti smo na betonih preiskovali tudi:

- upogibno trdnost,
- vodotesnost,
- prečno natezno trdnost,
- vodovpojnost,
- odpornost proti obrabi,
- odpornost na vpliv zmrzovanja in odmrzovanja,
- deformacije.



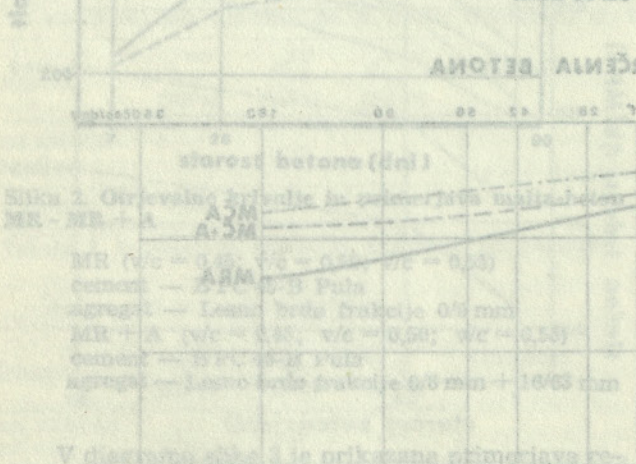
Slika 4. Otrjavne krivulje in primerjava betonov MC + A, MR + A in MR + B

MC + A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Drenov Grč frakcije 0/8 + 0,63 mm
MR + A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
agregat — Lesno drobo frakcije 0/8 + 16 + 63 mm

3.0. Poskusna proizvodnja

Na podlagi rezultatov laboratorijskih preiskav smo izdelali betonske bloke v betonarskem obratu DO Mineral v Ljubljani.

Beton smo vrtjevali v jermeniku kalupa dimenzij 240 x 105 x 37 cm. Beton smo vrtjevali v alučin tako da smo na sloj betona skupne sestave 0,32 mm med stalnim vibriranjem dodajali zsežnjo frakcijo 32/63 mm.



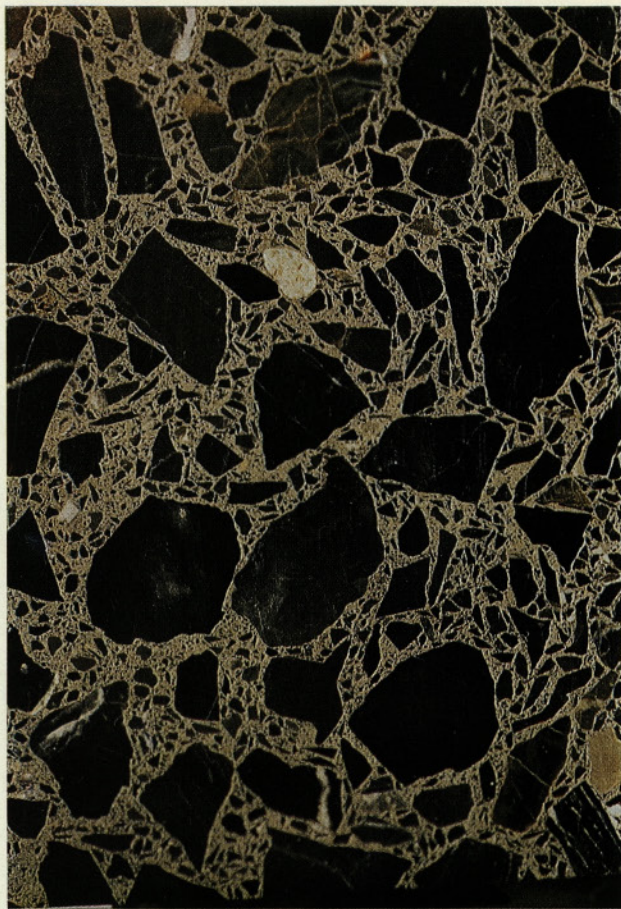
Slika 2. Otrjavne krivulje in primerjava betonov MR + A, MR + B in MR + C

MR + A (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
cement — PC 45-B — Trbovlje
agregat — Lesno drobo frakcije 0/8 + 16 + 63 mm
MR + B (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
agregat — Lesno drobo frakcije 0/8 + 16 + 63 mm
MR + C (v/c = 0,45; v/c = 0,50; v/c = 0,55)
agregat — Lesno drobo frakcije 0/8 + 16 + 63 mm

UMETNI MARMOR »MARMIN«



Iz kamnine Lesno Brdo



Iz kamnine Drenov Grič

Izdelki iz umetnega marmorja »MARMIN« so izrezani iz betonskih blokov izdelanih iz odpadnih okrasnih kamnin in cementa.

OSNOVNE KOMPONENTE: zdrobljena okrasna kamnina z velikostjo zrn do 63 mm, cement, dodatki betonu.

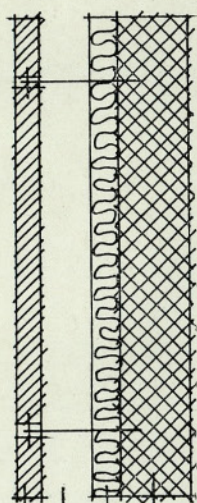
OSNOVNE LASTNOSTI BETONA:

Prostorninska masa	— 2460 kg/m ³ (JUS B.B8.032)
Tlačna trdnost	— 50 MPa (JUS U.M1.020)
Upogibna trdnost	— 5 MPa (JUS U.M1.011)
Prodor vode	— največ 10 cm (JUS U.M1.015)
Obraba pri brušenju	— 17 cm ³ /50 cm ² (JUS B.B8.015)

UPORABA: Umetni marmor MARMIN je primeren material za izdelavo notranjih oblog za tla in stene, stopnic, polic...

Postopek izdelave umetnih marmornih plošč je razvil Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij — TOZD Inštitut za materiale v sodelovanju z Delovno organizacijo Mineral.

FASADNE PLOŠČE IZ LAHKOAGREGATNEGA PENOBETONA



KONSTRUKCIJA

TERVOL

PREZRAČEVALNI PROSTOR

FASADNA PLOŠČA

Penobeton je beton z umetno uvedenimi zračnimi porami. Zračne pore preprečujejo poškodbe betona zaradi zmrzali in omogočajo pripravo penobetonov prostorninskih mas od 400 do 2000 kg/m³.

OSNOVNE KOMPONENTE: Lehnjak »Jezersko«, ekspandirana glina, opečni zdrob, cement, penilo in dodatki.

OSNOVNE LASTNOSTI PENOBETONA:

Prostorninska masa — 1650 kg/m³ (JUS B.B8.032)

Tlačna trdnost — 22 MPa (JUS U.M1.020)

Upogibna trdnost — 4 MPa (JUS U.M1.011)

Prodor vode — največ 2 cm (JUS U.M1.015)

Zmrzljinska obstojnost — M 200 (JUS U.M1.016)

Postopek izdelave fasadnih plošč je razvil v sodelovanju z gradbenim podjetjem Tehnik iz Škofje Loke in delovno organizacijo Marmor Hotavlje Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij — TOZD Inštitut za materiale.