

# GRADBENI VESTNIK

LETNIK 31, ŠT. 6, STR. 101—124  
LJUBLJANA, JUNIJ 1982

6



splošno gradbeno podjetje  
primorje ajdovščina n.s.o.

Turistično naselje »Stara Gauza« na otoku Cresu

# VABILO

na 4. letno zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije (SGKS), ki bo v dneh 23. — 24. septembra 1982 na Bledu v Festivalni dvorani

## PROGRAM

### Sreda, 22. septembra:

17.00—19.30 Avtorji obešajo posterje na balkonskih prostorih

### Četrtek, 23. septembra

7.00—8.00 Avtorji-zamudniki obešajo oziroma dopolnjujejo posterje

8.00—9.00 Registracija udeležencev

9.00—9.15 Otvoritev zborovanja

### VABLJENO PREDAVANJE:

9.15—10.00 Ben Kato, Tokyo: »Inelastic seismic behaviour of structures« (simultani prevod)

### UVODNI REFERATI:

10.00—10.30 Saša Škulj: »Gradbeno konstruktorstvo s stališča širših družbenih vidikov«

10.30—11.00 Odmor

11.00—11.30 Vukašin Ačanski: »Delno prednapeti beton«

11.30—12.00 Jože Urbas: »Protipožarna zaščita v gradbeništvu«

12.00—12.30 Srdan Turk: »Napredek pri razvoju lesenih konstrukcij doma in v svetu«

12.30—12.45 Niko Seliškar: »Projektiranje različnih konstrukcijskih sklopov in njihov vpliv na kvaliteto in življenjsko dobo objektov«

12.45—13.00 Aleš Krainer: »Stacionarni in dinamični odziv konstrukcijskih sklopov na temperaturne spremembe«

13.00—15.00 Odmor

15.00—18.00 Ogled posterjev in neposredna diskusija z avtorji pri posterjih

### B — Betonske konstrukcije

Moderatorja: R. Rogač, F. Saje

B1 — D. Beton, SGP Konstruktor, Maribor: »Problemi in rešitve opaževanja s pomočjo vezanih plošč tipa Bled«

B2 — M. Bukvič, GIP Vegrad, Titovo Velenje: »Montažne konstrukcije v Vegradu«

B3 — V. Celcer, SGP Slovenijaceste-Tehnika, Ljubljana: »Projektiranje podvoza Šentvid na avtocesti Naklo—Ljubljana«

B4 — T. Globokar, SGP Pionir, Novo mesto: »Zanimivejše kon-

strukcijske rešitve s področja projektiranja in razvoja«

B5 — T. Grohar, Projektivno podjetje Kranj: »Cetrinska metoda za ugotavljanje kritične sile pri uklonu«

B6 — J. Jaklič, AB — arh. biro, Ljubljana: »Obnašanje kombinirane konstrukcije blagovne hiše Supermarket v Osijeku pri porušitvi zaradi požara«

B7 — V. Ojo, SGP Stavbenik, Koper: »Plavajoči pomoli«

B8 — M. Pediček, GP Stavbar, Maribor: »Strešni nosilci telovadnice osnovnih šol v Mariboru«

B9 — R. Rogač, FAGG VTOZD GG, Ljubljana: »Dimenzioniranje vitkih armiranobetonskih elementov po metodi mejnih stanj z upoštevanjem uklona in tečenja«

B10 — F. Saje, FAGG VTOZD GG, Ljubljana: »Račun mejne nosilnosti in dimenzioniranje ojačanih betonskih prerezov z uporabo računalnika«

B11 — J. Srpič, S. Terčelj, ZRMK, Ljubljana: »Modelne preiskave stikov voziščnih plošč prednapetih montažnih nosilcev«

B12 — R. Žarnič, S. Terčelj, ZRMK, Ljubljana: »Laboratorijske preiskave prototipov montažnih mostov«

B13 — R. Žarnič, ZRMK, Ljubljana: »Neporušna metoda za preiskavo kakovosti armiranobetonskih pilotov«

### J — Jeklene konstrukcije

Moderatorja: J. Banovec, F. Kržič

J1 — B. Blatnik, Projekt, Maribor: »Poslovna zgradba EM Hidromontaže Maribor«

J2 — I. Gašparovič, Projektivni biro Hidromontaže, Maribor: »Hala za finalizacijo korunda v TD Ruše«

J3 — F. Grilc, IMK, Ljubljana: »Rekonstrukcija strehe in stebrov zaradi montaže odpraševalnih naprav v elektrojeklarni Železarne Jesenice«

J4 — D. Konhajzler, Smelt, Ljubljana: »Razširitev triglavskega doma na Kredarici«

J5 — S. Lipovšek, Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana: »Ponovni privez plovnih dokov v ladjedelnici v Reki«

J6 — M. Marinček, FAGG, Ljubljana: »Računalniški program za

neelastični uklon poljubnih linearnih sistemov«

J7 — R. Müller, Impol, Slovenska Bistrica: »Odbojne cestne ograje iz aluminija«

J8 — T. Rojc, IMK, Ljubljana: »Analiza tankih plošč z velikimi upogibi«

J9 — F. Šliber, IMK, Ljubljana: »Meritve napetosti na elementih pri obremenilni preizkušnji stebrov za daljnovid 2 × 400 kV«

J10 — H. Žnidaršič, Industrijski biro, Ljubljana: »Proizvodni objekt za akademijo kozmičnih znanosti ZSSR«

### L — Lesene konstrukcije

Moderatorja: F. Kager, S. Turk

L1 — J. Srpič, ZRMK, Ljubljana: »Radialne napetosti v zakrivljenih lepljenih lesenih nosilcih«

19.30 Tovarniško srečanje

### Petek, 24. septembra

8.30—10.30 PLENARNA DISKUSIJA O POSTERJIH

B — Betonske konstrukcije moderatorja: R. Rogač, F. Saje

J — Jeklene konstrukcije moderatorja: J. Banovec, F. Kržič

L — Lesene konstrukcije moderatorja: F. Kager, S. Turk

10.30—11.00 POROČILA O MEDNARODNIH AKTIVNOSTIH:

— Vukašin Ačanski: »Poročilo o svetovnem kongresu za prednapeti beton«, FIP, Stockholm, junij 1982

— Miloš Marinček: »Poročilo o mednarodnem simpoziju o utrujanju jeklenih in betonskih konstrukcij« (IABSE, Lausanne, marec 1982)

11.00—11.30 Odmor

11.30—13.15 PANELNA DISKUSIJA O AKTUALNIH PROBLEMIH

Vodstvo: M. Bukvič, F. Kržič, E. Mali, M. Marinček, R. Rogač, S. Turk

13.15—13.30 Zaključki



## VSEBINA-CONTENTS

<b>Članki, študije, razprave</b> <b>Articles, studies, proceedings</b>	Sergej Bubnov: EVROPSKI PREDPISI ZA GRADNJO V SEIZMIČNIH OBMOČJIH 102 EUROPEAN EARTHQUAKE RESISTANT REGULATIONS
	Franjo Šliber: MERITVE NAPETOSTI NA ELEMENTIH PRI OBREMENILNIH PREIZKUŠANJE STEBROV ZA DV 2 × 400 kV IN OCENA DO- SEŽENE VARNOSTI STEBROV . . . . . 108
	SGP PRIMORJE AJDOVŠČINA — 36 LET . . . . . 114
<b>Mnenje in kritika</b> <b>Opinion and criticism</b>	NAŠI POTRESNOVARNOSTNI PREDPISI . . . . . 116
<b>Iz naših kolektivov</b> <b>From our enterprises</b>	SGP GROSUPLJE, Grosuplje . . . . . 118 SGP PIONIR, Novo mesto . . . . . 119 GIP VEGRAD, Titovo Velenje . . . . . 119 GP STAVBAR, Maribor . . . . . 120 SGP STAVBENIK, Koper . . . . . 120
<b>Informacije Zavoda za raziskavo</b> <b>materiala in konstrukcij Ljubljana</b> <b>Proceedings of Institute for material</b> <b>and structures research Ljubljana</b>	PREISKAVE ARMIRANOBETONSKE PREKLADNE KONSTRUK- CIJE MOSTU PO OJAČITVI Z LEPLJENJEM ARMATURE Roko Žarnič in Stane Tevčelj . . . . . 121

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV

Lektor: ALENKA RAIČ

Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIČ

Uredniški odbor: NEGOVAN BOŽIČ, VLADIMIR ČADEŽ, JOŽE ERZEN, IVAN JECELJ, ANDREJ KOMEL, DR. MILOŠ MARINČEK, STANE PAVLIN, ROMAN STEPANČIČ

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 250 din, za študente 90 din, za podjetja, zavode in ustanove 2000 din. Revija izhaja ob finančni podpori Raziskovalne skupnosti Slovenije.

## Evropski predpisi za gradnjo v seizmičnih območjih\*

UDK 624.131.55(083.9)(4)

SERGEJ BUBNOV

### 1. UVOD

Evropsko združenje za seizmično gradbeništvo (EAEE) je leta 1965 ustanovilo delovno skupino za poenotenje evropskih predpisov in uskladiitev raziskovanja na področju seizmičnega gradbeništva. Ta delovna skupina je pripravila osnutek enoletnega predpisa evropskih dežel za dimenzioniranje konstrukcij v seizmičnih območjih (1), ki ga je EAEE leta 1976 predložila Ekonomski komisiji za Evropo (ECE) Združenih narodov v obravnavo.

Pripombe posameznih članov ECE na ta osnutek so bile obravnavane na sestanku delovne skupine komiteja za stanovanja, gradbeništvo in urbanizem ECE, namenjenem vprašanju gradnje v seizmičnih območjih, leta 1978 v Beogradu (2).

Osnovni sklepi tega sestanka, kot so navedeni v končnem poročilu ECE, so bili naslednji:

— Osnutek predpisov EAEE je šel preveč v podrobnosti in zato ni sprejemljiv za večino članov ECE.

— Potrebno je izdelati le osnovna načela za gradnjo v seizmičnih območjih, ki bi jih lahko uporabljali člani ECE kot ogrodje za izdelavo svojih nacionalnih predpisov.

— Numerične vrednosti posameznih koeficientov, če so sploh vsebovane v teh načelih, naj veljajo le kot priporočila.

Na podlagi teh sklepov je EAEE pripravilo nov osnutek z naslovom Temeljna načela za protipotresne predpise, ki so bili vsestransko obravnavani in sprejeti na sestanku izvršilnega odbora EAEE maja 1981 v Moskvi. Ta osnutek je bil obravnavan na seminarju o gradnji v seizmičnih območjih v organizaciji ECE v Lizboni v oktobru 1981 in ocenjen kot združljiv z duhom vseh drugih mednarodnih dokumentov, ki so v pripravi.

Iniciativa EAEE na področju usklajevanja protipotresnih predpisov na svetu je sprožila številne podobne akcije v okviru mednarodnih strokovnih organizacij, kot so: Mednarodno združenje za seizmično gradbeništvo (IAEE) Euro-internacionalni komite za beton (CEB) ter Mednarodni svet za raziskovanje v gradbeništvo in dokumentacijo (CIB).

Mednarodna organizacija za standarde (ISO) že dlje časa pripravlja mednarodni standard: Seiz-

\* Uvodni referat, pripravljen za 7. kongres Evropskega združenja za seizmično gradbeništvo, ki bo od 20. do 25. septembra 1982 v Atenah. Naslov originala »Possible Trends in Harmonization of European Countries Earthquake Resistant Regulations and Coordinating of Research Work«.

Avtor: Prof. Sergej Bubnov, dipl. inž. gradb., Štrekljeva 2, Ljubljana.

mični vpliv na konstrukcije, ki ga izdeluje delovna skupina 1 tehničnega komiteja 98. Na seminarju v Lizboni je zastopnik ISO predložil četrti osnutek tega standarda kot informacijski dokument (3). Evropska gospodarska skupnost (EGS) kot meddržavna organizacija prav tako pripravlja evropski seizmični predpis, ki naj bi veljal kot direktiva za skupnost.

Poleg omenjenih akcij so bile v zadnjem desetletju tudi druge pobude glede seizmičnih predpisov, kot so priporočila ter predpisi za seizmično odporne konstrukcije, ki jih je izdal Svet za ekonomsko vzajemno pomoč (SEV), seminar ECE o konstrukcijah v seizmičnih območjih in v območjih s težkimi pogoji temeljenja, ki je bil leta 1974 v Bukarešti (4) in drugi.

Vse omenjene akcije tečejo vzporedno in nepovezano. Zato je bilo na seminarju v Lizboni predlagano, naj se povežejo v okviru zveznega komiteja, ki naj bi prevzel vlogo koordinacijskega organa (5).

### 2. NAMEN USKLAJEVANJA

#### 2.1. Usklajevanje predpisov

Preden se začne postopek usklajevanja predpisov za gradnjo v seizmičnih območjih, je treba jasno določiti namen in cilje tega usklajevanja. Posamezne institucije in organizacije se različno lotevajo reševanja tega problema, odvisno od njih dejavnosti in namenov.

Osnovni namen ECE je pospeševanje mednarodne gospodarske izmenjave, zlasti v Evropi. Usklajevanje oziroma poenotenje predpisov na področju gradbeništva, vključno s predpisi za gradnjo v seizmičnih območjih, je za ECE pot, ki naj bi omogočila projektantom, arhitektom in inženirjem sleherne dežele, da izdelujejo takšne projekte gradbenih objektov, ki bi bili lahko uporabni tudi v drugih deželah. Takšen način usklajevanja predpisov naj bi pripeljal do poenotenja predpisov različnih dežel.

Temeljni namen EAEE kakor tudi drugih podobnih organizacij v svetu je v tem, da se izboljša in zagotovi zaščita pred potresom, da bi se zavarovala človeška življenja in premoženje. To naj bi zagotovila uporaba najbolj izpopolnjenih metod za projektiranje objektov v seizmičnih območjih.

Obseg možnega usklajevanja predpisov je omejen, ker vsebujejo predpisi in standardi posameznih držav specifične določbe. Predpisi za gradnjo v seizmičnih območjih so zelo kompleksni, ker morajo biti v skladu s številnimi drugimi predpisi in standardi posamezne države, kot so predpisi za obtežbe v gradbeništvo, o nosilnosti

tal, za dopustne napetosti v materialih, za železobetonski in prednapeti beton, zidane zgradbe, jeklene konstrukcije in drugo. Vsi ti predpisi so specifični za vsako državo, kar je odvisno od gospodarskih razmer, razpoložljivih gradbenih materialov, prevladujoče tehnologije graditve, količine usposobljenosti kvalificiranih kadrov in specializiranih strokovnjakov in od drugih pogojev, značilnih za posamezno državo.

Sprejemanje in uveljavljanje tehničnih predpisov je v izključni pristojnosti upravnih državnih organov. Mednarodne strokovne organizacije niso upravičene in tudi ne poklicane, da bi dajale posameznim odgovornim upravnim organom držav kakršnakoli priporočila. Edino meddržavne organizacije, kot sta EGS in SEV, so lahko pristojne za izdajanje priporočil svojim državam-članicam. Te organizacije so to tudi storile s tem, da je SEV že izdal priporočila za gradnjo v seizmičnih območjih, med tem ko je »evropski seizmični predpis« EGS v pripravi.

Mednarodne nedržavne strokovne organizacije, kot je EAEE in podobne, lahko izdelujejo neka temeljna načela ali zasnove za predpise za gradnjo v seizmičnih območjih, ki naj bi bili namenjeni posameznim državam kot informacija o sodobnih trendih razvoja in novejših metodah za projektiranje potresno varnih konstrukcij.

Dolgoletna aktivnost EAEE v zvezi s problemom predpisov za potresno gradbeništvo se je začela že na 2. kongresu EAEE v Madridu l. 1967 s predlogom poenotenja teh predpisov v Evropi.

Med preučevanjem tega problema se je prvotna akcija poenotenja in usklajevanja predpisov končala z izdelavo dokumenta z naslovom: Temeljna načela za predpise za potresno varno gradnjo (Basic Principles for Earthquake Resistant Regulations), ki so predvsem informacija državnim upravnim organom, ki so pristojni za izdelavo tehničnih predpisov, pravilnikov in standardov.

## 2.2. Usklajevanje raziskovalnega dela

Raziskovalno delo na področju seizmičnega gradbeništva poteka sedaj v okviru raznih nacionalnih inštitutov oziroma univerz ali ga opravljajo posamezni strokovnjaki. To delo financirajo skoraj izključno ustrezne družbene in državne institucije. Veliko podobnih ali povsem enakih raziskovanj na tem področju poteka istočasno v raznih državah. Seizmično gradbeništvo nudi namreč praktično neomejeni obseg raziskovalnega dela. To je posledica interdisciplinarnosti seizmičnega gradbeništva, ki zajema seizmologijo, geologijo, gradbeništvo, statiko in dinamiko konstrukcij in še druge discipline. Sleherni potres, ki ga opredeljuje niz seizmografskih zapisov, je neponovljiv. In ker je sleherni konstrukcija po raznolikosti zasnove in lokacije praktično unikalna, obstaja nešteto možnosti za raziskovanje na področju delovanja različnih potresov na različne konstrukcije. Ali je vse to raziskovanje potrebno in ali je sploh uporabno v

praksi, je seveda odprto vprašanje. Odločujoči dejavniki, ki omogočajo vsa ta raziskovanja in jih financirajo običajno ne razpolagajo z visokokvalitetnimi strokovnjaki, ki bi lahko meritorno presojali o potrebi in umestnosti posameznih raziskovalnih nalog. Zato je odločanje o financiranju številnih takšnih raziskovanj največkrat osnovano na dokaj formalističnih kriterijih.

Če bi državni upravni organi in njih ustrezne odločujoče institucije želele in bile pripravljene dobivati usluge nepristranske specializirane mednarodne strokovne organizacije pri presoji in usklajevanju raziskovalnega dela na področju seizmičnega gradbeništva v svetu, potem bi bila vloga takšne organizacije zelo pomembna in koristna. Zaenkrat je zelo malo znakov, da zanimanje za takšne usluge dejansko obstaja.

Podobno kot pri predpisih bi državni organi takšno aktivnost lahko razumeli kot vmešavanje v njihove pristojnosti.

Možnosti za takšne aktivnosti v okviru EAEE so zaenkrat zelo omejene tudi zato, ker EAEE nima nobenih lastnih sredstev in celotna aktivnost EAEE temelji le na prostovoljnem delu nekaterih posameznikov. Če bi bila v okviru EAEE v bodoče ustvarjena gotova sredstva, ki bi omogočila aktivnost EAEE na področju koordinacije raziskovalnega dela v evropskih državah, potem bi lahko dosegli pozitivne rezultate na tem področju.

## 3. OBSEG IN MOŽNOST UPORABE USKLAJENIH PREDPISOV

Predpisi so opravičljivi le tedaj, če omogočajo in zagotavljajo izboljšanje stanja na določenem področju. Na področju seizmičnega gradbeništva to pomeni, da morajo biti predpisi zasnovani tako, da jih lahko uspešno uporabljamo v praksi z namenom, da bi izboljšali protipotresno zaščito. Možnost uporabe predpisov v praksi je odvisna predvsem od naslednjih dveh pogojev:

— da so predpisi primerni za uporabo širšega kroga projektantov in inženirjev v deželi;

— da je v deželi dobro organiziran sistem nadzorstva nad uporabo in izvajanjem predpisov v praksi.

Problem nadzorstva je notranja zadeva dežele in je odvisen od zakonodaje in prakse te dežele. Na tem področju ni možno uveljavljati vpliva nedržavnih strokovnih organizacij.

Predpisi za gradnjo v seizmičnih območjih bi morali biti zasnovani na podlagi informacij mednarodnih strokovnih organizacij in v skladu z realnimi možnostmi za uporabo v praksi, da bi jih lahko uporabljali ne samo posebej izobraženi arhitekti in inženirji, temveč tudi bistveno večje število projektantov, ki sicer nimajo specialne izobrazbe s področja seizmičnega gradbeništva, vendar pa izdelujejo največji del projektov in statičnih računov v seizmično nevarnih območjih v deželi.

Zato mora biti mednarodna informacija v tej zadevi preprosta in jasna. Ni umestno in tudi ni

potrebno zadeve preveč zapletati in perfekcionirati. Potres je namreč povsem nepredvidljiv kaotičen naravni pojav, ki ga ne sedaj ne v bodoče ne bo mogoče vnaprej določiti glede njegovih osnovnih geofizičnih parametrov. Nedavni potres v New Brunswicku (ZDA), ki je bil 9. januarja 1982 ( $M = 5,9$ ), so vodilni ameriški seizmologi in geologi označili kot »veliko uganko« vzhodne obale, čeprav so v ZDA izvršena zelo obsežna raziskovanja seizmotektonike ameriškega ozemlja, ki so trajala več let (6).

Nihanje tal na določeni lokaciji zaradi potresa je povsem unikalen pojav, ki se na tej lokaciji pri naslednjih potresih ne bo več ponovil v isti obliki. Zato bo tudi odziv konstrukcij pri naslednjih potresih drugačen. Pretirana natančnost pri analiziranju odziva konstrukcij na vnaprej določeno seizmično obtežbo je zato nepotrebna in nekoristna. Bolj pomembno je, da se pri projektiranju upoštevajo temeljna načela elastičnega in neelastičnega obnašanja konstrukcije na podlagi smiselno opredeljenih parametrov nihanja tal. V tem smislu naj bi bila sestavljena tudi mednarodna informacija za pripravo predpisov za protipotresno gradnjo. Ta informacija bi morala vsebovati predvsem temeljna načela za zasnove protipotresnega projektiranja brez kvantifikacije ustreznih parametrov. Celo EGS, organizacija z močno meddržavno gospodarsko povezavo, navaja: številčne vrednosti vseh parametrov, ki vplivajo na določanje obsega seizmične zaščite in na gospodarske vidike problema, določajo posamezne države članice po lastni presoji.

Poleg tega je pri oblikovanju informacij za predpise za protipotresno gradnjo treba upoštevati dejstvo, da sprememba obstoječih predpisov in njihov zamenjava z novimi v sleherni državi zahteva veliko časa. Celotni postopek od prvega osnutka do končnega sprejema predpisa traja navadno 10–15 let. V tem času se lahko nekatere predpostavke in izhodišča na področju seizmičnega gradbeništva spremenijo. Če pogledamo nazaj, lahko ugotovimo, da je bila dinamična analiza konstrukcij prvič vpeljana v nekaterih maloštevilnih predpisih pred komaj 20 leti (4). Vpliv lokalnih geoloških pogojev na seizmične obtežbe je bil prvič upoštevan v predpisih nekaterih, sicer tehnično visoko razvitih državah šele pred nekaj leti. Konstrukcije s tako imenovanim mehkim pritličjem, ki so jih prvič začeli graditi v poznih šestdesetih letih, so se ob zadnjih potresih pokazale kot zelo neprimerne in neodporne za seizmične obtežbe.

Zato lahko kot temeljna načela za protipotresne predpise sprejmemo le tista, ki so bila preverjena in potrjena v praksi ob delovanju velikih potresnih obtežb na gradbene objekte v zadnjih letih; načela torej, ki jih lahko ocenjujemo kot trdna in nespremenljiva.

Za zgled, kako težko je uveljavljati v praksi zahtevne načine dimenzioniranja gradbenih konstrukcij na seizmične obtežbe, lahko navedemo ameriška Začasna navodila za izdelavo protipotresnih predpisov za gradnjo (Tentative Provisions

for the Development of Seismic Regulation for Building), obsežno publikacijo na 505 straneh, ki so jo pripravili najbolj priznani znanstveniki in strokovnjaki s tega področja v ZDA v letu 1978 (7). Ta publikacija na visoki strokovni in tehnični ravni domala sploh ni bila uporabljena za name, za katere je bila pripravljena, celo v ZDA. Narobe — medagencijski komite za seizmično varnost in potresno varno gradnjo ZDA ob sodelovanju federalnega upravnega urada in nacionalnega biroja za standarde je 1981 objavil osnutek Potresnih predpisov za zgradbe federacije (8), ki ima le malo skupnega z omenjeno publikacijo. Nobeden izmed avtorjev publikacije ni sodeloval pri izdelavi osnutka predpisov. Ta osnutek je zelo enostaven in uporaben.

To dejstvo je še en dokaz več, kakšen trend glede načina formulacije predpisov za potresno varno gradnjo obstaja v ZDA. Podobne tendence obstajajo tudi v drugih državah.

#### 4. TEMELJNA NAČELA ZA PROTIPOTRESNE PREDPISE

Osnovni namen teksta EAEE je v tem, da se prikažejo temeljna načela, ki naj bi jih vsebovali predpisi za gradnjo v seizmičnih območjih, na podlagi katerih se lahko izdelajo nacionalni predpisi. Zato v tem dokumentu ni numeričnih podatkov za različne parametre in koeficiente. Nadalje izhaja ta dokument iz spoznanja, da morajo predpisi zagotoviti možnost uporabe najbolj racionalnih delovnih metod, ki ustrezajo posameznim deželam, dostopnih tudi nespecializiranim strokovnim kadrom.

Ta dokument obravnava predvsem naslednje zadeve:

- osnovne ugotovitve s posebnim priporočilom, da se konstrukcije dimenzionirajo na dva različna potresa;

- seizmični riziko in karte seizmične rajonizacije;

- določanje seizmičnih sil in dimenzioniranje elementov konstrukcije z ekvivalentno statično obtežbo s tem, da se obravnava tudi delovanje teh sil v več smereh;

- določanje seizmičnega odziva konstrukcije ob upoštevanju različnih postopkov dimenzioniranja, in sicer ekvivalentne statične obtežbe, dinamični račun, linearne, nelinearne analize in metodo mejnih stanj.

##### 4.1. Splošna izhodišča

4.1.1. Predpisi za gradnjo v seizmičnih območjih morajo zagotoviti zmanjšanje vpliva potresa na zgradbe v potresnih območjih, da bi rešili človeška življenja, preprečili telesne poškodbe in zmanjšali obseg škode materialnim dobrinam.

4.1.2. Temeljna načela so izdelana samo za stavbe (stanovanjske, šole, bolnišnice in podobno).

4.1.3. Projekt seizmično odporne stavbe mora: a) preprečiti poškodbe nosilne konstrukcije pri

potresu, ki lahko nastane v času obstoja objekta z relativno veliko stopnjo verjetnosti;

Opomba: Stopnjo verjetnosti pojava teh potresov določijo nacionalni predpisi.

b) preprečiti rušenje ali zelo težke poškodbe nosilne konstrukcije pri potresu z majhno stopnjo verjetnosti.

4.1.4. Ekonomsko ni opravičljivo takšno projektiranje konstrukcij v seizmičnih območjih, ki bi onemogočilo kakršnekoli poškodbe konstrukcije pri slehernem potresu.

4.1.5. Določbe za seizmično varno projektiranje morajo biti v nacionalnih predpisih v skladu s stopnjo seizmične nevarnosti dežele in z razpoložljivimi gradbenimi in materialnimi kapacitetami te dežele.

## 4.2. Seizmična nevarnost

4.2.1. Osnovni podatki za oceno seizmične nevarnosti so naslednji:

— seizmotektonski in seizmogeološki podatki kot osnova za določanje epicentralnih območij in predvidevanja maksimalnih magnitud potresov, globine žarišč, lokalne seizmične aktivnosti, tektonskih deformacij, premikov prelomnic in podobno;

— informacije, ki se nanašajo na učinek razdalje od žarišča, značaj seizmičnih valov (frekvenca, trajanje), atenuacija instrumentalnih parametrov (pospeški, hitrosti, atenuacija mikrosezmične intenzitete);

— geološki in geomorfološki pogoji lokacije stavbe;

4.2.2. Seizmološke karte je treba izdelovati na podlagi že omenjenih podatkov. Te karte morajo prikazovati tudi stopnjo verjetnosti potresov.

4.2.3. Seizmološke karte za predpise za gradnjo v seizmičnih območjih je treba izdelovati ob smiselni interpretaciji seizmoloških podatkov.

4.2.4. Seizmološke informacije v kartah seizmične rajonizacije se lahko prikažejo kot intenzitete, maksimalni pospeški in hitrosti ter podobno.

4.2.5. Karte seizmične mikrorajonizacije morajo upoštevati lokalne geološke in hidrološke pogoje, debelino aluvialnega depozita in seizmično togost tal, kot pomembne parametre.

4.2.6. Posebno pozornost je treba posvetiti možnosti pojava likvifikacije, ki lahko nastane v peščenih, z vodo prepojenih tleh.

4.2.7. Če je na razpolago dovolj podatkov, se lahko izdelajo tudi spektri odziva za različne geološke pogoje nosilnih tal.

4.2.8. V nacionalnih predpisih se lahko zahtevajo posebna seizmična raziskovanja lokacij pomembnih objektov za določanje projektnih seizmičnih parametrov.

## 4.3. Določanje projektnih seizmičnih akcij

4.3.1. Učinek potresnega nihanja tal na konstrukcije je odvisen od jakosti nihanja, trajanja močnega nihanja (če je prekoračena meja elastičnosti v konstrukciji) in narave nihanja (frekvenčni

sestav), ki je odvisen od magnitude in razdalje od žarišča.

4.3.2. Horizontalne seizmične sile, ki jih povzročajo potresi, je treba določati ob uporabi naslednjih parametrov:

— koeficient seizmične nevarnosti na podlagi karte seizmične rajonizacije;

— osnovni koeficient horizontalnega dejstva oziroma dinamični koeficient iz spektra odziva;

— koeficient konstrukcije, ki izhaja iz tipa in duktilnosti konstrukcije;

— faktor pomembnosti objekta glede na predvideni namen uporabe;

— teža objekta in razporeditev teže po višini;

— koeficient, ki opredeljuje razporeditev seizmičnih sil po višini;

— vpliv lokalnih geoloških pogojev.

4.3.3. Načelno se mora upoštevati torzijski učinek seizmičnih sil na konstrukcijo.

4.3.4. Interakcija tal in konstrukcija se lahko upoštevata, kjer je to umestno.

4.3.5. Ustrezno vertikalno seizmično silo je treba upoštevati v projektu konstrukcije tako, da lahko deluje v najbolj neugodni smeri navzgor ali navzdol na celotno konstrukcijo ali pa na posamezne elemente konstrukcije, če je potrebno.

4.3.6. Seizmične sile lahko delujejo na konstrukcijo v vseh smereh. Zato je treba upoštevati, da horizontalne, vertikalne in torzijske sile lahko delujejo istočasno.

4.3.7. V praksi lahko računamo, da seizmične sile delujejo ločeno v smeri dveh glavnih osi konstrukcije, vendar je treba upoštevati, da te sile lahko delujejo v katerikoli smeri. Zato je treba analizirati vpliv teh sil tudi v najbolj neugodni smeri za konstrukcijo.

## 4.4. Določanje seizmičnega odziva konstrukcije

4.4.1. Seizmična analiza navadnih konstrukcij se običajno dela po metodi ekvivalentnih statičnih obtežb, ki predstavljajo dinamično akcijo potresa na konstrukcijo.

4.4.2. Za specifične konstrukcije, kot so vitke, visoke stavbe, iregularne konstrukcije, kakor tudi za posebno pomembne objekte se priporoča dinamična analiza na temelju predvidenega seizmičnega nihanja tal na lokaciji objekta.

4.4.3. Postopek dinamične analize je običajno lahko naslednji:

— metoda spektralne analize nihanja konstrukcije,

— analiza na podlagi konkretnega zapisa nihanja tal.

4.4.4. Za dimenzioniranje konstrukcij pod vplivom seizmičnih sil tipa »a« (gl. tč. 4.1.3.) se lahko uporablja linearna ali nelinearna analiza.

4.4.5. Za dimenzioniranje konstrukcij pod vplivom seizmičnih sil tipa »b« (gl. tč. 4.1.3.) se priporoča uporaba metode mejnih stanj.

Opomba: Metoda mejnih stanj zahteva več informacij, kot je navedeno v tč. 4.3.2.

4.4.6. Glede na to, da je nemogoče vnaprej predvideti karakteristike seizmičnega nihanja tal na določeni lokaciji, bi bilo primerno uporabljati izkustvene seizmogramе za dinamično analizo. Sintetične akceleroграme je treba izdelati s pomočjo probalističnega pristopa.

## 5. ZAKLJUČEK

Aktivnost na področju usklajevanja predpisov za protipotresno gradnjo je treba na mednarodni ravni nadaljevati. Nekateri rezultati so že doseženi.

Eden izmed najbolj pomembnih je, da sta obe meddržavni organizaciji, ki temeljita na tesni gospodarski povezavi držav članic, to je EGS na Zahodu in SEV na Vzhodu, sprejeli MSK lestvico za določanje seizmične intenzitete. MSK lestvica je uporabljena v osnutku evropskega seizmičnega predpisa EGS in SEVovih priporočilih o standardih. Gradnja v seizmičnih območjih, ki so bila objavljena v letu 1974. Španija, Švica, Avstrija in Portugalska so prav tako sprejele MSK lestvico v svojih novih predpisih za gradnjo v seizmičnih območjih. To pomeni, da je praktično cela Evropa sprejela MSK lestvico. Vendar v Evropi še niso poenoteni vsi glavni parametri, s katerimi opredeljujemo seizmične obtežbe. MSK lestvica je sprejeta predvsem kot kazalec osnovne intenzitete seizmičnega vpliva, ki ga opredeljuje opisni del te lestvice, kot je priporočila meddržavna konferenca UNESCO o določanju in zmanjšanju seizmične ogroženosti, ki je bila v Parizu 1964. l. Ne glede na to je ta konsenz v zvezi s sprejetjem opisanega dela MSK lestvice zelo pomemben korak v smeri poenotenja definicij seizmične intenzitete. To je zlasti pomembno za seizmološka in gradbeniška raziskovanja in proučevanja vplivov potresov na zgradbe kakor tudi za uporabo probalističnega pristopa pri določanju seizmične nevarnosti.

Drugo področje, kjer so stališča bolj usklajena, je problem vplivov lokalnih geoloških pogojev na seizmične obtežbe. Še pred nekaj leti so znani strokovnjaki in znanstveniki v nekaterih tehnično visoko razvitih državah popolnoma zanikali kakršenkoli vpliv lokalnih geoloških pogojev na seizmične obtežbe. Danes lahko ugotavljamo, da praktično v vseh predpisih za gradnjo v seizmičnih območjih upoštevajo te vplive. Vrednosti teh parametrov v posameznih predpisih se sicer razlikujejo, toda očitno je, da obstaja sedaj soglasje o pomenu lokalnih geoloških pogojev za seizmične obtežbe.

Temeljna načela za protipotresne predpise EAEE in IAEE ne nudijo natančnih informacij, kako je treba določevati numerične vrednosti parametrov teh vplivov. Osutek ISO standarda povezuje ta vpliv z razmerjem med lastno nihajno dobo konstrukcije in kritično periodo nihanja tal na lokaciji. Videti je, da so ti parametri v resnici najbolj odločilni za določanje vpliva lokalnih geoloških pogojev na seizmične sile.

V publikaciji ATC (7) zelo natančno določajo vpliv lokalnih geoloških pogojev za 3 različne tipe tal, definirane s tremi karakterističnimi profili glede na različne debeline geoloških plasti, zlasti aluvialnega depozita. Ti parametri so določeni na podlagi preučevanja delovanja vertikalne komponente nihanja na površju pri različnih debelinah plasti depozita. Nekateri predpisi so dobesedno prekopirali ta določila, s tem da so samo spremenili feete v metre.

IAEE, EAEE in ISO se ne strinjajo s takšnim stališčem. IAEE v svoji publikaciji Osnovni koncepti za protipotresne predpise (III. del) opozarja glede tega: »Strong-motion in drugi seizmološki zapisi so pokazali, da se uporabljeni model slojevite geološke formacije in enodimenzionalno vertikalno širjenje S valov lahko uporablja le v izjemnih okoliščinah, ker številni drugi geološki in topografski pogoji bolj odločilno vplivajo na oblikovanje nihanja tal kot navzočnost sedimentov. Mehanizem potresa v žarišču in način širjenja potresnih valov iz žarišča bistveno vplivajo na nihanje tal na določeni lokaciji. Zato lahko le večje število zapisov na tej lokaciji (tudi z manjšo intenziteto nihanja) omogoči zaneslivejše sklepanje o teh vplivih.«

Pri sedanjem stanju spoznanj o seizmični mikrorajonizaciji je videti, da tega problema ni mogoče reševati s pomočjo uporabe ene same ali več formul, s katerimi bi opredelili vpliv lokalnih geoloških pogojev tal na seizmične obtežbe. Možna je le groba ocena teh vplivov na podlagi primerjave razpoložljivih zapisov prejšnjih potresov, posnetih na lokacijah s podobnimi geološkimi razmerami, upoštevajoč pri tem predvideno lego bodočega epicentra in značilnosti pričakovanega mehanizma potresa v žarišču.

Temeljna načela EAEE priporočajo smiselno interpretacijo razpoložljivih seizmoloških in geoloških podatkov pri določanju vpliva lokalnih pogojev na seizmične obtežbe. Enako smiselno interpretacijo teh podatkov priporočajo osnovna načela za protipotresne predpise IAEE. Enotnega navodila, kako naj bi interpretirali seizmološke in geološke podatke, ni mogoče podati zaradi neskončne raznolikosti potresnih pojavov. Interpretacijo teh podatkov lahko podajo predvsem seizmologi in gradbeni strokovnjaki za seizmično gradbeništvo za tisto državo, v kateri delujejo, na podlagi stalnih opazovanj potresnih pojavov v njihovi deželi in pridobljenih izkušenj.

Za množično graditev običajno upoštevajo pri določanju seizmičnih sil tri različne seizmične koeficiente za tri tipe nosilnih tal, pri čemer velja najmanjši za trda tla.

Kakor hitro je rešeno vprašanje seizmičnih obtežb, je odziv konstrukcije laže rešljiv problem. Povsod na svetu je narejenih že veliko raziskav s tega področja. V bodoče bo treba posvetiti več pozornosti problemu dimenzioniranja glede na mejna stanja.



Temeljna načela EAEE predvidevajo, da se odziv konstrukcije na seizmične obtežbe preizkusi glede na dve seizmični obtežbi, in sicer na:

— zmerni potres, ki z relativno visoko stopnjo verjetnosti lahko zadene konstrukcijo v času nje-nega obstoja kot spremenljiva obtežba;

— močan potres z majhno stopnjo verjetnosti kot slučajna obtežba.

Osnovni namen slehernih predpisov je, da se prepreči rušenje pri najmočnejšem potresu, ki lahko zadene objekt. Najprimernejši način za ugotavljanje odpornosti konstrukcije na takšen potres je v uporabi analize mejnih stanj. Na tem področju je še vedno odprtih nekaj vprašanj, ki zahtevajo več raziskav tega problema.

Treba je nadaljevati aktivnost na področju usklajevanja protipotresnih predpisov z namenom, da bi nacionalnim komitejem za predpise podali najboljše informacije o postopkih, ki jih je treba uporabiti, da bi lahko zagotovili potrebno potresno odpornost konstrukcij za zaščito človeških življenj in zmanjšanja materialne škode. V zvezi s tem je v skladu z zaključki sestanka v Lizboni treba ustanoviti Zvezni komite, v katerem bi bile zastopane vse mednarodne strokovne organizacije, ki obravnavajo probleme protipotresnih predpisov. Temelj-

na načela za protipotresne EAEE so bila na seminarju v Lizboni ocenjena kot »v principu združljiva z filozofijo ostalih podobnih mednarodnih dokumentov, ki so še v pripravi.«

#### Literatura:

1. EAEE: Draft-Unified European Countries' Code for Structural Design in Seismic Regions. EAEE Working Group on Unification of European Countries Code and Coordinating Research Work in the Field of Earthquake Engineering, Moscow 1975.

2. UN. ECOSOC. ECE. Committee on Housing, Building and Planning. Report — Ad hoc meeting on requirements for construction in seismic regions. Belgrade 1978 (HBP/WP.2/AC.7/2).

3. ISO. Design Seismic Actions on Structures. The tentative fourth Draft. (ISO/TC98/WG.1) 1980.

4. ECE. HBP/SEM.6/3 Proceedings of the ECE Seminar on Construction in Seismic Regions and in Regions with Difficult Ground Conditions. Bucharest 1974.

5. ECE. HBP/SEM.28/2 Report of the Second Seminar on Construction in Seismic Regions. Lisbon 1981.

6. Sullivan W. Quakes in East Bigger Puzzle than those on West Coast. N. Y. Times. Jan. 19, 1982.

7. ATC. Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for Buildings. ATC Publication 3-06. Washington 1978.

8. US Department of Commerce. US National Bureau of Standards. Draft Seismic Standard for Federal Buildings. Washington 1981.

UDK 624.131.55(083.9)(4)

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1982 (31) — št. 6, str. 102—107  
prof. Sergej Bubnov

EVROPSKI PREDPISI ZA GRADNJO V SEIZMICNIH OBMOČJIH

Prikazan je historiat akcije za usklajevanje predpisov za gradnjo v seizmičnih območjih v Evropi ter namen in cilji te akcije. Realne meje usklajevanja predpisov. Možnosti koordinacije raziskovalnega dela na področju seizmičnega gradbeništva v Evropi. Uporabna vrednost predpisov. Stopnja natančnosti osnovnih parametrov seizmične obtežbe.

Temeljna načela za protipotresne predpise EAEE. Dimenzioniranje konstrukcij za dve seizmični obtežbi: zaradi potresa z veliko stopnjo verjetnosti nastanka v času obstoja objekta in potresa z majhno verjetnostjo nastanka. Analiza konstrukcij po linearnih, nelinearnih metodah in z metodo mejnih stanj.

Določanje seizmičnega rizika s probabilističnim pristopom in smiselno interpretacijo razpoložljivih seizmoloških podatkov. Upoštevanje vpliva lokalnih geoloških pogojev tal s pomočjo razmerja med lastno nihajno dobo konstrukcije in prevalentno periodo nihanja tal. Doseženi rezultati usklajevanja: vsa Evropa je sprejela MSK lestvico za določanje intenzitete potresa; doseženo je enotno stališče o pomenu geološke strukture nosilnih tal za seizmične obtežbe. Predlog ECE za ustanovitev zveznega komiteja za koordinacijo obstoječih akcij mednarodnih organizacij na področju izdelave predpisov za gradnjo v seizmičnih območjih. Osnutek temeljnih načel za protipotresne predpise EAEE je bil na seminarju UN/ECE v Lizboni ocenjen kot združljiv z vsemi podobnimi dokumenti, ki jih sedaj pripravljajo mednarodne strokovne organizacije.

UDC 624.131.55(083.9)(4)

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1982 (31)  
No. 6, p.p. 102—107  
prof. Sergej Bubnov

EUROPEAN EARTHQUAKE RESISTANT REGULATIONS

History of the activity on the unifications of earthquake resistant regulations in Europe is presented as well the purpose and goal of this activity. The practical limits of the regulations'unification. The possibility of the coordinations of the research work on earthquake engineering in Europe. Applicability of regulations. Degree of the sophistication of seismic loading. EAEE Basic Principles of Earthquake Resistant Regulations. Analysis of structures on two seismic loads. On earthquake with a high probability of occurrence during the lifetime of structure and the earthquake with low probability of occurrence. The linear, nonlinear and limit states design methods of analysis should be applied. The judgmental interpretation of the available seismological data on the base of the probabilistic approach should be considered. The influence of the local site conditions depending on the ratio of the fundamental natural period of the structure to the critical period, as related to the soil conditions.

The achieved results of the harmonization of regulations in Europe are: the adaptation of the MSK intensity scale in all European countries and the general consensus about the influence of the local site conditions on seismic loading. The proposal of the UN Economic Commission for Europe to create the Liaison Committee, where all international organizations, which are dealing with the problem of earthquake resistant regulations should be involved. The EAEE Basic Principles for Earthquake Resistant Regulations were asserted as in principle compatible with the philosophy of all other international documents under preparation.

## Meritve napetosti na elementih pri obremenilnih prizkušnjah stebrov za daljnovod 2×400 kV in ocena dosežene varnosti stebrov

FRANJO ŠLIBER

### 1.0 Uvod

V okviru priprav za predvideno gradnjo daljnovodov 2 × 400 kV Ljubljana—Krško in Ljubljana—Kranj, je bilo za »Savske elektrarne Ljubljana« potrebno zasnovati nove dvosistemske stebre z razčlenjenimi, različno dolgimi nogami, ki bi bili primerni za postavitve na neravnem terenu, kakršen nastopa na teh dveh trasah. Projektantska organizacija IBE-Elektroprojekt Ljubljana je sprojehtiral v ta namen štiri nove tipe stebrov, z oznakami NE 71, NE 72, ZE 71 in ZE 72, od katerih sta prva dva nosilna, druga dva pa kotno-razbremenilna stebra.

V skladu z veljavnimi predpisi za tovrstne konstrukcije je bil v teh okvirih opravljen tudi obremenilni preizkus teh novih tipov stebrov in sicer smo za obremenilni preizkus izbrali stebra NE 71 in ZE 71. Pri obremenilni preizkušnji teh dveh stebrov smo med drugim merili napetosti (oziroma specifične deformacije), na karakterističnih elementih teh dveh stebrov.

V tem prispevku bi v kratkem poročali o načinu merjenja specifičnih deformacij in izvedenosti osnih napetosti oziroma osnih sil iz izmerjenih vrednosti, ki je za preseke elementov stebrov, kot so kotniki, specifično. Nadalje bi prikazali grafični način interpretacije rezultatov teh meritev, kar omogoča cenitev varnosti opazovalnih elementov in na teh primerih prikazali, da za presojo dejanske vrednosti ne zadošča le opazovanje globalnih deformacij stebra.

Obremenilna preizkusa obeh stebrov sta bila opravljena na preizkusni postaji Energoinvest v Sarajevu, meritve specifičnih deformacij pa je opravil IMK Ljubljana.

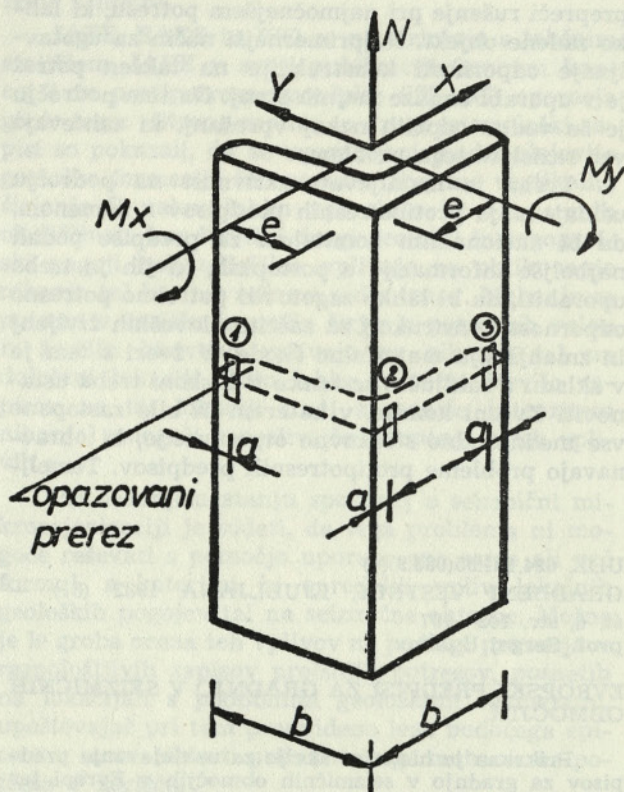
### 2.0 Meritve specifičnih deformacij

Za opazovanje specifičnih deformacij pri obremenilni preizkušnji stebrov smo skupaj s projektantom izbrali karakteristične elemente stebrov, med temi pa so tudi elementi, ki so v statičnem računu izkazovali najvišje tlačne napetosti. Tako smo pri obeh stebrih opazovali vse elemente trupa v prerezu pod spodnjo konzolo (4 pasniki in 8 križnih diagonal), nadalje dve polovični diagonali trupa v sprednji čelni steni nad nožnim delom stebra, vse štiri pasnike nad temelji in eno od poševnih opor razčlenjenih nog stebra, skupaj torej 19 elementov.

Specifične deformacije ( $\epsilon$ ) smo merili s pomočjo električnih uporskih merilnih lističev, ki so bili s komparativnimi lističi temperaturno kompenzirani.

Avtor: Franjo Šliber, dipl. inž. gradb., Inštitut za metalne konstrukcije, Ljubljana, Mencingerjeva 7

Na vsak izbrani element smo v opazovanem prerezu nalepili po tri merilne lističe, kot je to prikazano na sliki 1.



Slika 1

Za vsak opazovani element smo imeli torej na voljo napetosti ( $\sigma_i = \epsilon_i \cdot E$ ) v treh točkah prereza, kar nam je omogočilo določiti vsakokratni obtežbi pripadajoče osne napetosti ( $\sigma_N$ ), oziroma osne sile ( $N = \sigma_N \cdot A$ ) in izločiti parazitne upogibne momente  $M_x$  in  $M_y$ , ki so v elementih takih konstrukcij vselej prisotni. Določitev osnih napetosti in izločitev parazitnih upogibnih momentov nam omogočajo tri ravnotežne enačbe — glej sliko 1 — kot sledi:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 = \epsilon_1 \cdot E &= \sigma_N + \frac{M_x}{W_x} \cdot \frac{(b-e-a)}{(b-e)} + \frac{M_y}{W_y} \cdot \frac{e}{(b-e)} \\ \sigma_2 = \epsilon_2 \cdot E &= \sigma_N - \frac{M_x}{W_x} \cdot \frac{e}{(b-e)} + \frac{M_y}{W_y} \cdot \frac{(e-a)}{(b-e)} \\ \sigma_3 = \epsilon_3 \cdot E &= \sigma_N - \frac{M_x}{W_x} \cdot \frac{e}{(b-e)} - \frac{M_y}{W_y} \cdot \frac{(b-e-a)}{(b-e)} \end{aligned} \right\} 1$$

Z dedukcijo gornjih izrazov, ob upoštevanju, da je  $W_x = W_y$ ; dobimo:

$$\sigma_N = \frac{e}{b-a} \cdot \sigma_1 + \frac{(b-2e-a)}{(b-2a)} \cdot \sigma_2 + \frac{(e-a)b+a^2}{(b-a)(b-2a)} \cdot \sigma_3$$

oziroma

$$\sigma_N = k_1 \cdot \sigma_1 + k_2 \cdot \sigma_2 + k_3 \cdot \sigma_3 \quad 2a$$

in

$$N = \sigma_N \cdot A \quad 3$$

V gornjih izrazih pomenijo:

- $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  specifične deformacije na opazovanih mestih prereza elementa (1, 2, 3),  
 $E$  elastični modul jekla,  
 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  posamične napetosti na opazovanih mestih prereza elementa,  
 $\sigma_N$  osno napetost elementa (v težišču prereza),  
 $A$  površino prereza elementa,  
 $W$  odpornostni moment površine prereza elementa,  
 $b$  širino kraka kotnika,  
 $e$  težiščno razdaljo,  
 $a$  oddaljenost osi merilnega lističa od roba kotnika (pri meritvah 8 mm),  
 $k_1, k_2, k_3$  karakteristike prereza elementa, ki zavisiijo od  $b, e$  in  $a$ .

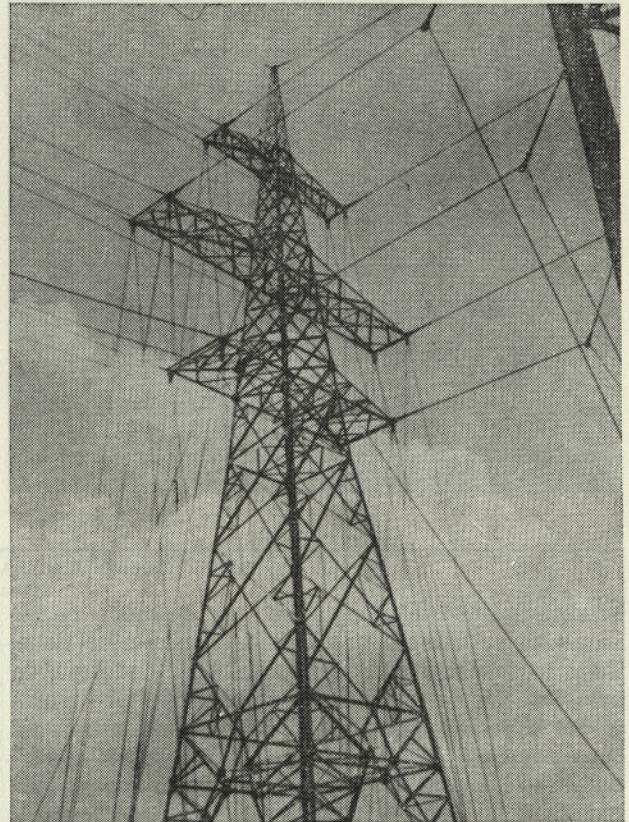
Iz ravnotežnih izrazov 1 je razvidno, da so nam za določitev osnih napetosti in izločitev parazitnih upogibnih momentov potrebne meritve najmanj v treh točkah prereza takšnega elementa, saj z meritvami samo v dveh točkah prereza pa čeprav v nevtralnih oseh, kot to nekateri prakticirajo, niso definirane tri neznanke  $N, M_x$  in  $M_y$ .

Omenimo naj še, da ti ravnotežni izrazi veljajo pri predpostavki, da napetosti po prerezu tvorijo ravnino, ki je nagnjena za določen kot k težiščni osi in da je odvisnost med zunanjo obtežbo in napetostmi ves čas linearna.

### 3.0 Obremenilni preizkus — postopek nanašanja obtežbe

Za obremenilni preizkus stebrov smo skupaj s projektantom izbrali tiste obtežne primere, ki so bili odločujoči za dimenzioniranje bistvenih elementov stebra. Obtežbo vsakega izbranega obtežnega primera smo nanašali stopenjsko, v stopnjah 50 %, (67 %), 91 % in 100 % preizkusne obtežbe, pri čemer je preizkusna obtežba enaka računski obtežbi, pomnožena s faktorjem varnosti, ki znaša 1,5 za normalne in 1,1 za izredne obtežne primere. Nujnost stopenjskega nanašanja obtežbe bomo pojasnili kasneje pri interpretaciji rezultatov meritev.

Nanašanje obtežbe smo za vsak obtežni primer trikrat ponovili in sicer smo pri vsakokratni prvi obremenitvi stebra s silami določenega obtežnega primera merili deformacije le informativno, saj pri prvem obremenjevanju pride do določenih premikov v vijačnih zvezah (premeri lukenj za vijake so do 2 mm večji od premerov vijakov), kar kviri rezultate meritev. Z računskimi vrednostmi primerljive rezultate nam daje šele druga, ponovljena obremenitev stebra, ki naj jih tretja obremenitev potrdi. Na sliki 2 je prikazan steber ZE 71 v času obremenilne preizkušnje.

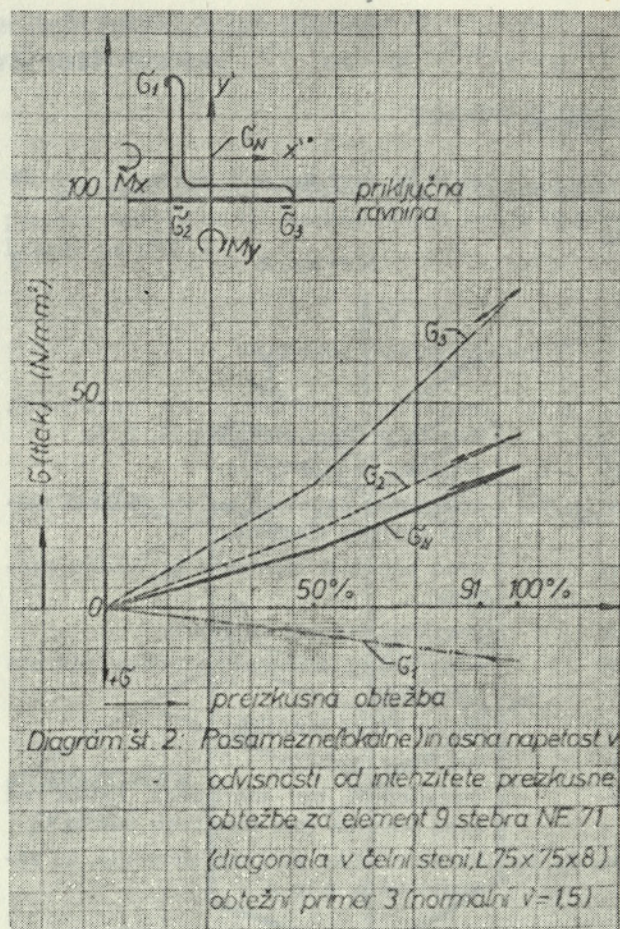
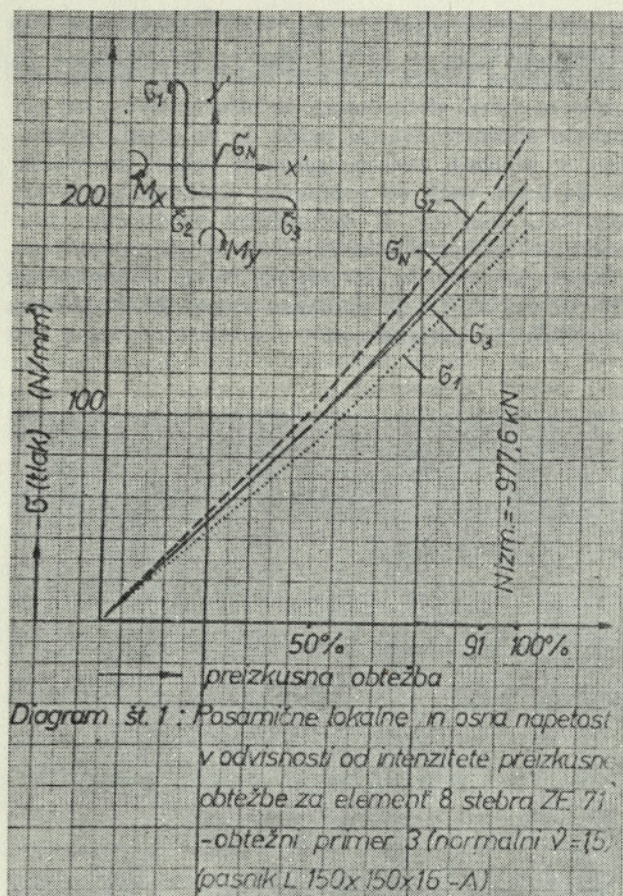


Slika 2

### 4.0 Rezultati meritev specifičnih deformacij

V okviru tega prispevka se moramo omejiti le na prikaz najbistvenejših rezultatov meritev, ki bi nam omogočili pojasniti določene ugotovitve, kot so nam jih vsiljevali rezultati teh meritev.

V tabeli I. so za nekatere izbrane elemente in obtežne primere podane posamične napetosti ( $\sigma_1, \sigma_2$  in  $\sigma_3$ ), kot tudi osne napetosti  $\sigma_N$  in osne sile ( $N = \sigma_N \cdot A$ ), ki smo jih določili s pomočjo izraza 2 in 3, vse v zavisnosti od stopnjevanje obtežbe. Iz rezultatov, ki so podani v tej tabeli pravzaprav ne moremo izluščiti drugega, kot to, da se »izmerjene« osne sile več ali manj dobro ujemajo z računskimi



vrednostmi. Drugačno sliko pa dobimo, če te rezultate prikažemo grafično — diagrami 1 do 6. Tako iz primerjave diagrama št. 1 in 2 vidimo, da pri pasnikih — element 15 stebra ZE 71 — posamične izmerjene napetosti nebstveno odstopajo od osne napetosti, medtem ko to ni primer pri diagonalah — element 9 stebra NE 71 — saj posamične napetosti lahko močno odstopajo od osne napetosti — lokalna napetost  $\sigma_1$  je celo naprotnega predznaka — kar je glede na ekscentrično priključevanje diagonale na pasnik tudi razumljivo. V obeh primerih pa je bistveno to, da so naraščajoče napetosti, tako lokalne posamične, kot tudi osna napetost, približno linearno odvisne od stopnjevanje obtežbe.

Kot smo že omenili, je v takih primerih vrednotenje osne napetosti in osne sile iz izmerjenih posamičnih lokalnih napetosti s pomočjo izrazov 2 in 3 korektno.

Bolj zanimivi so rezultati meritev na pasnikih — vogalnikih in na križnih diagonalah trupa stebra ZE 71 v prerezu pod spodnjo konzolo — diagrami št. 3, 4 in 5.

V zvezi s tem naj najprej omenimo, da je statik za te križne diagonale prevzel za uklonsko dolžino polovično dolžino teh diagonal, čeprav je

statični račun za diagonale v prvem »križu« v čelnih stenah pod spodnjo konzolo izkazoval v obeh križnih diagonalah tlačne sile, torej sile istega predznaka in bi praviloma moral določiti uklonsko dolžino take diagonale s pomočjo koeficienta uklonske dolžine  $\beta$  — izraz 5 v JUS U. E7.086/80:

$$\beta = \sqrt{1 + m \left(1 - \frac{P_{E1}}{r \cdot S_1}\right)}$$

Te križne diagonale so priključevane na pasnik preko vzliščne pločevine, debeline 12 mm, z dvema vijakoma M 24 — slika 3 — kar ustvarja določeno stopnjo vpetosti diagonale ob priključku na pasnik.

Kolikor bi tako priključitev enačili s polno vpetostjo elementa, bi bili upravičeni privzeti za uklonsko dolžino polovično dolžino križne diagonale. Statik je to dilemo iznesel ob priliki izdelave prototipa tega stebra, vendar smo se odločili, da dimenzije teh elementov ne menjamo, in da jim bomo zato pri obremenilni preizkušnji posvetili posebno pozornost.

Iz grafičnega prikaza porasta napetosti v taki diagonalni v odvisnosti od naraščajoče obtežbe

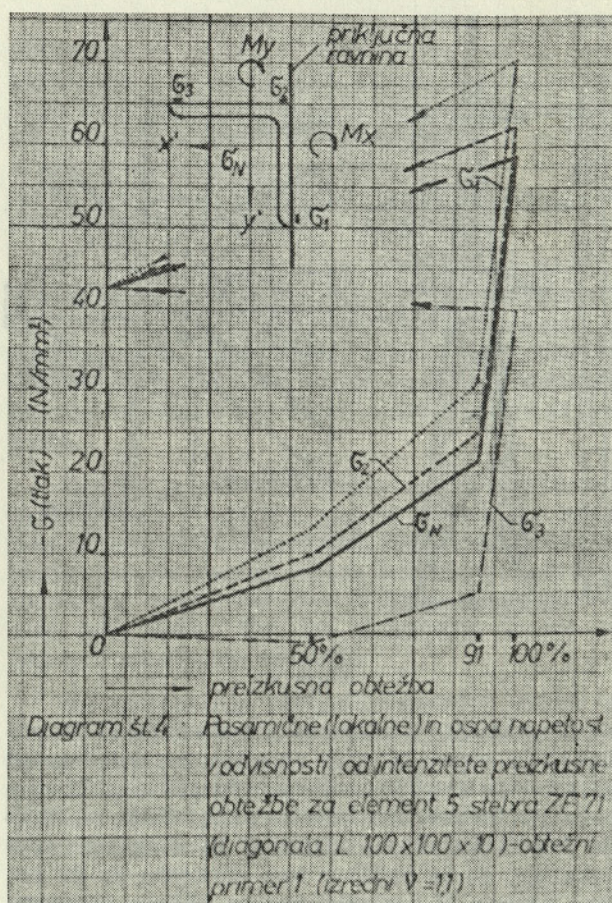
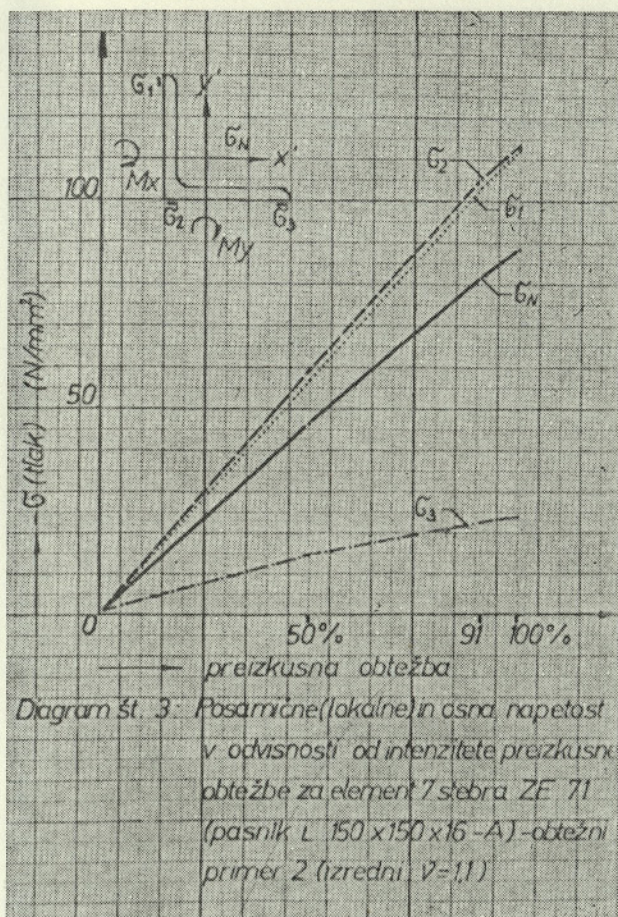
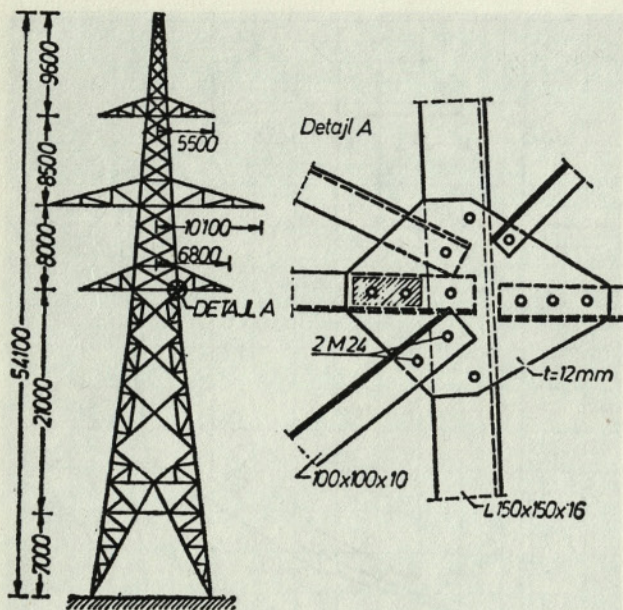


TABELA I.:

Podatki o elementu konstrukcije	Obt. prim.	Nap. oz. sila	Napetosti $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> ) in osne sile N (kN) pri intenziteti preizkusne obtežbe				Razbrem. 0 %	N rač. pri 100% preizk. obtežbi. kN
			50 %	67 %	91 %	100 %		
Steber ZE 71 element 15: pasnik trupa ob temelju, L 150x150x16-A	3	$\sigma_1$	-86,9	-	-173,3	-190,8	-10,9	
		$\sigma_2$	-105,7	-	-208,9	-236,7	-17,3	
		$\sigma_3$	-97,9	-	-184,2	-204,8	-6,0	
		$\sigma_N$	-97,8	-	-191,2	-213,9	-1,7	
		N	-446,9	-	-873,8	-977,5	-7,8	
Steber NE 71 element 9: križna diagonala trupa v čelni x-steni pod spodnjo konzolo, L 75x75x8	1	$\sigma_1$	+6,0	+8,7	+12,4	+13,4	0	
		$\sigma_2$	-18,5	-27,2	-37,7	-42,2	+1,4	
		$\sigma_3$	-30,3	-46,4	-69,0	-78,5	+3,1	
		$\sigma_N$	-13,9	-20,9	-30,2	-34,3	+1,4	
		N	-16,0	-24,0	-34,7	-39,4	+1,6	
Steber ZE 71 element 7: pasnik trupa pod spodnjo konzolo, L 150x150x16-A	2	$\sigma_1$	-57,1	-	-103,2	-112,9	-8,4	
		$\sigma_2$	-59,5	-	-105,7	-113,5	-4,7	
		$\sigma_3$	-14,8	-	-22,5	-23,7	-2,9	
		$\sigma_N$	-46,3	-	-81,8	-88,3	-5,3	
		N	-211,6	-	-373,8	-403,5	-24,2	
Steber ZE 71 element 5: križna diagonala trupa v čelni steni pod spodnjo konzolo, L 100x100x10	1 <sup>2</sup>	$\sigma_1$	-13,0	-	-31,1	-70,5	-42,6	
		$\sigma_2$	-9,9	-	-24,5	-62,4	-42,9	
		$\sigma_3$	+1,0	-	-5,2	-39,8	-42,4	
		$\sigma_N$	-7,9	-	-21,3	-58,7	-42,6	
		N	-15,2	-	-40,9	-112,7	-81,8	
Steber ZE 71 element 6: križna diagonala trupa v čelni steni pod spodnjo konzolo, L 100x100x10	3	$\sigma_1$	-14,4	-	-32,1	-36,1	-2,5	
		$\sigma_2$	-13,0	-	-38,1	-30,3	+0,8	
		$\sigma_3$	-33,8	-	-73,3	-69,0	-15,9	
		$\sigma_N$	-19,0	-	-45,6	-42,4	-4,7	
		N	-36,5	-	-87,6	-80,6	-9,0	
Steber ZE 71 element 8: križna diagonala trupa v čelni steni pod spodnjo konzolo, L 100x100x10	3	$\sigma_1$	+9,7	-	+28,0	+29,5	+3,7	
		$\sigma_2$	-7,6	-	-24,5	-36,1	-17,3	
		$\sigma_3$	-7,2	-	-28,6	-43,3	-29,3	
		$\sigma_N$	-2,2	-	-9,5	-17,9	-14,1	
		N	-4,2	-	-18,2	-34,4	-27,1	

x) A ..... Č.0561



Slika 3

— diagram št. 4, element 5 stebra ZE 71 — vidimo, da napetosti niso več linearno odvisne od naraščajoče obtežbe in da je odstopanje od linearnega poteka posebno izrazito pri prehodu od 91% na 100% preizkusno obtežbo. Ta diagram jasno dokazuje, da je prišlo v tem elementu že do pojava uklona. V posledici pojava uklona posamezn

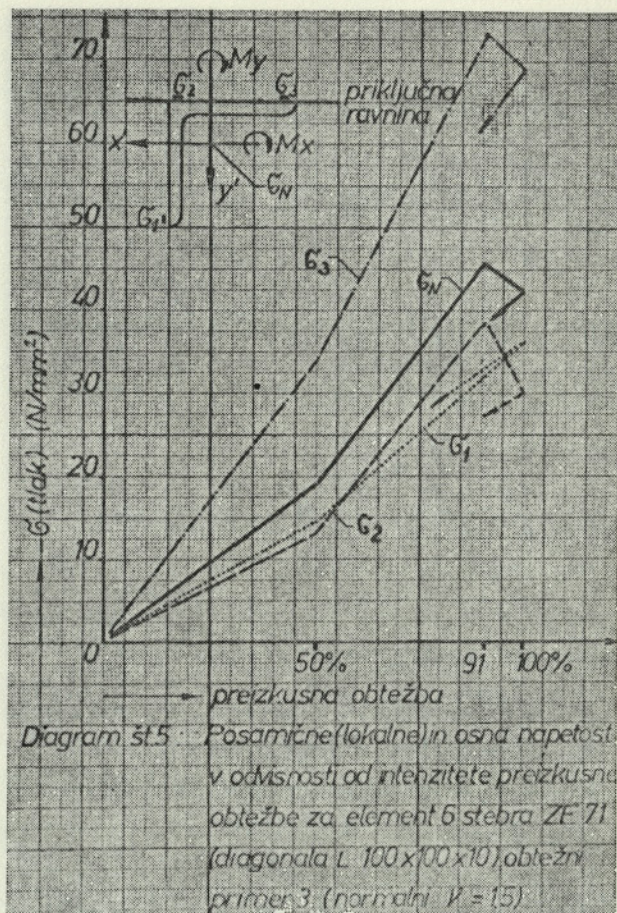
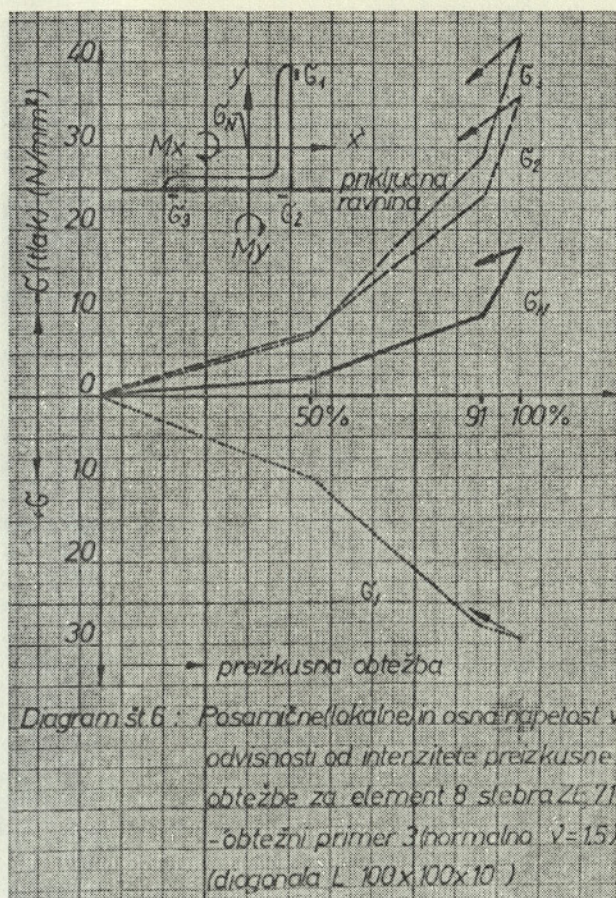


Tabela 2

1	2
$\sigma_{v, dej} = \sigma_{v, min} = 235 \text{ N/mm}^2$ (100%)	$\sigma_{v, dej} = 285 \text{ N/mm}^2$ (121%)
$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_v}} = 93$	$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_v}} = 84,5$
$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{80}{93} = 0,860$	$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{80}{84,5} = 0,947$
$\lambda = 80$	
JUS U.E7.081/1980 Linija (B)	
$\bar{N} = 0,690$ $\frac{N}{A} \leq \frac{\bar{N} \cdot \sigma_v}{v_I (v_{II})} = 108,1 \text{ N/mm}^2$ (121,6 N/mm <sup>2</sup> )	$\bar{N} = 0,633$ $\frac{N}{A} \leq \frac{\bar{N} \cdot \sigma_v}{v_I (v_{II})} = 120,3 \text{ N/mm}^2$ (135,3 N/mm <sup>2</sup> )
$\frac{N}{A} \dots 100\%$	$\frac{N}{A} \dots 111\%$



nih diagonal v tem prerezu stebra je prišlo do prerazporeditve prenosa zunanje obtežbe, kar se je pri pasnikih ob teh diagonalah odražalo v večji divergenci posamičnih lokalnih napetosti — diagram št. 3 — in kar priča o povečanju parazitnih upogibnih momentov v tem pasniku. Lokalni pojav uklona take diagonale ni povzročil rušenja stebra, niti se ni opazno odražal v globalnih deformacijah stebra, vse to zaradi omenjene prerazporeditve prenosa zunanje obtežbe. To nam dokazuje, da takih pojavov pri obremenilni preizkušnji konstrukcije niti ne zaznamo, v kolikor se lahko konstrukcija adaptira s prerazporeditvijo prenosa zunanje obtežbe in v kolikor opustimo meritve specifičnih deformacij in steber opazujemo le globalno.

Zanimiv je tudi potek napetosti tlačne križne diagonale trupa stebra ZE 71 pod spodnjo konzolo, ki je podana v diagramu št. 5, kjer je pri prehodu iz 91 % na 100 % preizkusno obtežbo prišlo do izrazitega padca napetosti, dočim smo v drugi diagonalni, ki križa prvo, našli istočasno izrazit porast napetosti — diagram št. 6. Padec napetosti v prvi diagonalni lahko najverjetneje povezujemo z zdrsom v vijačnem priključku te diagonale, kar je povzročilo večjo obremenitev druge diagonale zaradi prerazporeditve prenosa obtežbe.

V vseh primerih, kjer je prišlo do pojave uklona, se to odraža v nelinearnem odnosu med napetostmi in naraščajočo obtežbo; vrednotenje osnih napetosti in osnih sil iz izmerjenih posamičnih lokalnih napetosti s pomočjo izraza 2 in 3 pa v teh primerih ni več korektno, zato je v teh primerih tolikšna diskrepanca med računskimi in »izmerjenimi« vrednostmi.

Navedeni rezultati so za križne diagonale trupa stebra ZE 71 pod spodnjo konzolo narekovali ustrezno pojačitev. Kontrolno dimenzioniranje, z upoštevanjem omenjenega koeficienta uklonske dolžine  $\beta$ , je pokazalo, da že pojačanje debeline kotnika od 100 x 100 x 10 na 100 x 100 x 12 zadošča.

Čeprav je steber globalno zdržal preizkusno obtežbo tudi v primeru pojave uklona na posameznih omenjenih diagonalah, nam predlagana pojačitev poveča varnost stebra kot celote za primer morebitne preobremenitve stebrov, ki v praksi niso tako redke. Pri teh diagonalah je šlo za uklon v elastičnem območju.

Pri ocenjevanju varnosti elementov stebra na osnovi meritev napetosti moramo v splošnem upoštevati tudi to ali je to primer uklona v elastičnem ali plastičnem območju, kar je odvisno od kakovosti materiala in uklonske dolžine oziroma vitkosti elementa. V kolikor smo v elastičnem ob-

močju  $\left( \lambda > \lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_v}} \right)$ , so rezultati me-

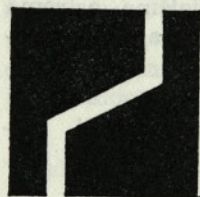
ritev zanesljivi za oceno dejanske varnosti elementa, v primeru uklona v plastičnem območju, kjer dejanske karakteristike materiala (meja plastičnosti materiala) vplivajo na uklonsko nosilnost pa bi bilo potrebno ocenjevati varnost z upoštevanjem dejanske meje plastičnosti materiala. Kot dokaz za to trditev podajmo kratek račun za poljuben element z vitkostjo  $\lambda = 80$  iz materiala nazivne kvalitete Č.0370 oziroma Č.0361 (tabela 2).

Podani račun nam pokaže, da bi bila uklonska nosilnost elementa, katerega meja plastičnosti je za 21 % iznad minimalne predpisane za to kvaliteto materiala, za ca. 11 % večja, kot v primeru, če bi bil ta element iz materiala, pri katerem bi bila dejanska meja plastičnosti enaka minimalni predpisani. Drugače povedano, element pri obremenilni preizkušnji lahko zdrži tudi zato, ker so karakteristike materiala tega elementa višje od minimalnih predpisanih, oziroma, element bi se lahko tudi že uklonil, kolikor bi bil iz materiala, pri katerem bi bila dejanska meja plastičnosti enaka minimalni za deklarirano kakovost materiala.

Za pravilno oceno varnosti konstrukcije stebra pri obremenilnem preizkusu nam torej ne zadošča le globalno opazovanje stebra, saj je vpliv

pojava uklona določenega elementa na globalne deformacije konstrukcije tolikšnega reda velikosti, če je konstrukcija takšna, da lahko pride do prerazporeditve prenosa zunanje obtežbe, da tega ne znamo, če opazujemo le globalne deformacije stebra. Po drugi strani nam je prav obremenilni preizkus stebra ZE 71 dokazal, da globalna varnost stebra ni vedno ogrožena, čeprav pride do pojava lokalnega uklona na določenem elementu konstrukcije, če je konstrukcija takšna, da lahko pride do prerazporeditve prenosa zunanje obtežbe. Pri tem pa seveda ne smemo izgubiti iz vida, da bi bila konstrukcija brez takih pojavov varnejša v primeru preobremenitve, ki pri stebrih niso redke, ker bi v tem primeru steber lahko zdržal večjo preobremenitev.

Pri oceni varnosti konstrukcije na osnovi rezultatov meritev napetosti na elementih pa se moramo zavedati, da je pravilnost takšne ocene odvisna od tega, če smo za opazovanje zares izbrali kritične oziroma bistvene elemente konstrukcije, kot tudi to, če smo pri elementih z vitkostjo  $\lambda < \lambda_E$  upoštevali dejanske karakteristike materiala.



**primorje  
ajdovščina**

**SGP Primorje Ajdovščina — 36 let**

SGP Primorje Ajdovščina je letošnje pomlad proslavilo že 36-letnico svojega obstoja in uspešnega delovanja. Praznovanje je minilo v znamenju novih delovnih zmag, saj je prav v zadnjem času ta delovni kolektiv izročil investitorjem več pomembnejših objektov. Učenci srednje gradbene šole v Ajdovščini so dobili nov dijaški dom, delovati je pričela sodobna mlekarna v Vipavi, železničarji so se vselili v nova stanovanja v Novi Gorici in še in še bi lahko naštevali, saj je table z modrim znakom Primorja videti na gradbiščih v skoraj vseh krajih Primorske in Notranjske. Gradbišča so posejana tudi po Istri, otoku Cresu, Ljubljani in pri Škofji Loki. Zelo izrazita so tudi prizadevanja za prodajo industrijskih hal po celi Sloveniji in ostalih predelih Jugoslavije. Montažne hale Primorja so že precej znane v Bosni in Hercegovini, saj je bilo tam zgrajenih že več industrijskih objektov v skupni površini prek 35.000 m<sup>2</sup>. Primorje ponuja kupcem dva osnovna tipa hal z ločno konstrukcijo in dvokapnim nosilcem. Najnovejši tipi lokov lahko dosežejo čisto razpetino 45 metrov.

## 5.0 Sklepi

Že ta kratek prikaz rezultatov meritev pri obremenilni preizkušnji stebrov NE 71 in ZE 71 nam vsiljuje v zvezi z oceno varnosti teh konstrukcij naslednje splošne ugotovitve, ki smiselno veljajo tudi za druge vrste konstrukcij:

— le globalno opazovanje konstrukcije pri obremenilnem preizkusu nas lahko zavede v napačno oceno varnosti konstrukcije,

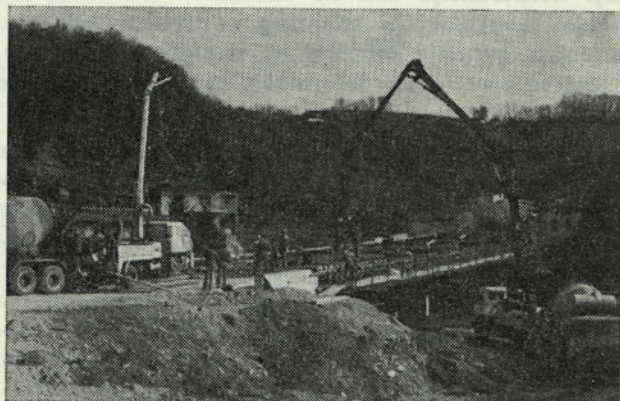
— nujne so spremljajoče meritve napetosti na bistvenih elementih konstrukcije,

— obtežbo je nanašati stopenjsko, kar omogoča preverjati medsebojno odvisnost med naraščajočo obtežbo in napetostmi,

— v vsakem opazovanem prerezu (posebno pri elementih z nesimetričnimi prerezi) je napetosti meriti na ustreznem številu mest, da lahko na osnovi rezultatov teh meritev določamo dejansko obremenitev prereza (osno silo, upogibne momente itd.),

— v primerih, ko imajo tlačni elementi vitkost  $\lambda < \lambda_E$ , je pri oceni varnosti upoštevati dejanske karakteristike materiala takega elementa.

Sedanji gospodarski trenutek ni naklonjen gradbenikom. Investicijska dejavnost se je v zadnjem času zelo umirila, na področju nizkih gradenj pa je praktično zamrla. Slovenski gradbeniki so se morali spopasti z novim položajem. Za težko



Slika 1. Betoniranje viadukta dolžine 90 m v Rožni dolini pri Novi Gorici





Sliki 2 in 3. Zahteve za kvaliteto izdelkov so v zadnjem času vse večje in večje. Sliki prikazujeta detajle s fasade novega župnišča v Novi Gorici, projektant F. Kvaternik, izvajalec SGP »PRIMORJE« Ajdovščina

gradbeno mehanizacijo, ki je prinašala velik del dohodka, naenkrat ni bilo več dela pri nas. Pričelo se je intenzivno iskanje novih velikih del za težke stroje. Tako je danes Primorje angažirano pri odkopih v rudnikih z dnevnim kopom pri Tuzli, pripravlja pa se za prevzem podobnih večjih del tudi drugod po Jugoslaviji.

Reproduktivna sposobnost našega gradbeništva je danes zelo majhna. Možnosti za nabavo in uvoz gradbenih strojev iz tujine so minimalne. Domača industrija gradbene mehanizacije še vedno ne more premostiti težav, ki so nastale zaradi omejitev uvoza. To so prekmalu spoznala vsa večja slovenska gradbena podjetja in pričela iskati novih poti. Pridobitev del v tujini in vključitev v mednarodno delitev dela je postalo imperativ slovenskega gradbeništva. Prevezeta so bila obsežna dela v Iraku. Primorje se je povežalo z nekaj največjimi slovenskimi gradbenimi podjetji za skupen nastop pri teh delih. Danes dela v Iraku okoli 200 delavcev Primorja, kar predstavlja 10 % delovne sile, s

katero ta kolektiv razpolaga. Ob zelo ostrih zahtevah za doseganje kakovosti so si delavci Primorja pridobili ugled solidnih izvajalcev.

Na nedavni problemski konferenci o izvajanju del v tujini, ki so jo organizirale družbenopolitične organizacije Primorja, so se delavci zavestno odločili, da postane izvajanje del zunaj meje Jugoslavije stalna poslovna usmeritev Primorja, nujna je tudi pridobitev zunanjetrgovinske registracije. Prav tako je bila sprejeta tudi odločitev, da se vse delovne (predvsem strojne) kapacitete usmerijo v delo za izvoz. Na tem področju beleži ta kolektiv že nekaj uspehov. V delavnicah TOZD CGM (centralna gradbena mehanizacija) so sestavili prve valjarje tipa KONDOR, ki jih Primorje izdeluje v kooperaciji z italijansko tvrdko Bitelli. Vrednost lanskega izvoza šasij je dosegla 66 milijonov lir, kar je za začetek spodbudno. V letošnjem letu je načrtovanih že za 200 milijonov lir izvoza.

Prilagajati se je treba tudi razmeram na domačem trgu. Prioriteto v investicijski dejavnosti je začrtal srednjeročni plan razvoja Slovenije. Izvajanje zelenega plana v kmetijstvu je dobilo vso prednost, zato se je kolektiv Primorja tudi odločil, da prilagodi proizvodnjo prefabrikatov potrebam kmetijstva. Nujno je treba izboljšati izbiro vseh gradbenih prefabrikatov in dosegati le najboljšo kakovost proizvodov, saj je na tem področju gradbeništva konkurenca najmočnejša.

Nalog, ki čakajo ta kolektiv, je še dosti. Kljub neugodnemu položaju v slovenskem gradbeništvu vidijo delavci Primorja izhod le v boljšem delu, saj temu cilju z mnogimi delovnimi zmagami vztrajno sledijo že od prvih začetkov pred 36 leti.

## MNENJE IN KRITIKA

## Naši potresno-varnostni predpisi

Odprito pismo kolege inž. Sergeja Bubnova, namenjeno Skladu Borisa Kidriča, me je izzvalo k temu poročilu. Okoli problematike potresno-varnostnih predpisov se vrtimo kot mačke okrog vrele kaše. Zdaj nam namreč grozi že kar četrti predpis!

1. Domači slovenski predpis z naslovom Dimenzioniranje gradbenih objektov v potresnih območjih je izšel 26. 9. 1962 še pred skopskim potresom. Do tedaj so tako imenovani PTP 2: to je začasni tehniški predpisi za obtežbe zgradb, zahtevali najmanj 1 odstotek vertikalne teže kot silo za dimenzioniranje objektov na vodoravne obtežbe. To naj bi bila rezerva za primer potresa, pri čemer je bilo predvideno dimenzioniranje na normalne dopustne napetosti gradiva. Poudariti moram, da sem bil okrog leta 1949 član komisije, ki je pripravljala te predpise v Beogradu, ter sem komaj izsilil ta minimalni 1 odstotek. Poznali smo tudi stare, predvojne standarde, predpise in uzuse. Ti so zahtevali v vsakem nadstropju povezavo lesenih stropov z zidovjem (vsak tretji ali četrti stropnik, zasidran na obeh nosilnih zidovih) in obvezno zidno vez v vsakem nadstropju pod lesenimi stropniki. Klasično jekleno vez s ključi na sidrnih krajih je z uvedbo ojačenega betona zamenjala vez iz ojačenega betona s štirimi jeklenimi vložki in primernimi stremenji. Nad srednjim zidom so bili tramovi obvezno vezani med seboj s skobami.

Skrajnje varčevanje z gradivom v povojnem času, pomanjkanje jekla in cementa, naglica v grajenju, pa so vodili do tega, da je velik del gradbenikov opustil upoštevanje klasičnih avstrijskih in jugoslovanskih standardov za gradnje. Tako je prišlo do objektov, zidanih z opeko v eno ali dve nadstropji nad pritličjem brez vsakih vezi, z lesenimi stropniki, plavajočimi v tem zidovju. Statiki smo se prijemali za glavo, saj to po naših pojmih že meji na kriminal. Gorje, če zaloti potres ljudi v teh objektih, sesuli se bodo kot hišice iz igralnih kart, mi pa bi objokovali žrtve »potresa«, čeprav bi to bile žrtve nesolidnega grajenja!

To dejstvo je bilo glavni pobudnik za pripravo zgoraj navedenih prvih slovenskih potresno-varnostnih predpisov, čeprav od vojne do tedaj nismo čutili v Ljubljani težjega potresa in ga na srečo še do danes ni bilo. S temi podatki dopolnujem pismo kolega inž. S. Bubnova.

Komisijo za pripravo navedenega prvega slovenskega potresno-varnostnega predpisa je razpisoval in vodil inž. Milan Pajk. Po prvih sejah s sodelovanjem 13 gradbenih inženirjev je bila zadnja sejna redakcija predpisov dne 2. 6. 1982. Seznam vabljenih inženirjev: S. Bubnov, D. Smrekar, L. Suklje, B. Pogačnik, S. Lapajne, I. Vodopivec, M. Marinček, D. Farčnik in V. Ribarič. Koncept poglavja 4: Splošna priporočila za projektiranje in poglavja 5: Konstruktivne osnove za zidane zgradbe sem pripravil osebno sam — kot član komisije in po njenem nalogu. Ob razpravi je bil splošni del deležen širše debate, izpremenjen, dopolnjen, prestiliziran. Obe navedeni zadnji poglavji pa sta ostali skoraj neizpremenjeni, izjema so bili majhni dodatki. Navedbe odprtega pisma kolega inž. Sergeja Bubnova so torej popolnoma točne.

2. Vodilna misel prvotnih slovenskih predpisov je bila naslednja: Preprečiti je treba katastrofalna rušenja in ščititi življenja. V polni meri smo se zavedali, da poškodb ob potresih ni mogoče preprečiti, ker bodo nastopajoče sile tudi 5-krat ali dvajsetkrat večje od pred-

videnih v tem prvem predpisu, gradivo pa je v glavnem krhko (zidovje).

Komisija je imela vseskozi pred očmi težave našega gospodarstva in načelno ni hotela podražiti cen objektov, vsaj bistveno ne. Tudi komisija ni hotela uvajati zapletenih statičnih preračunavanj, zavedajoč se, da so vse predpostavke nastopajočih sil nezanesljive in tudi nedokazljive! Večjo pozornost je posvetila načelom konstruktivne zasnove in seveda solidni konstruktivni obdelavi projekta. Od tod člen št. 1,4: Pri objektih takega pomena (Lapajnetov original »značaja«, korektor je izpremenil pomen besede!), kjer potres očitno ne predstavlja nevarnosti (»rušenja« mišljeno), ter pri zidanih objektih, ki so konstruirani v smislu navodil tega predpisa, lahko posebni računski dokaz potresne varnosti odpade.« Za skeletne objekte so bili predpisani sorazmerno nizki odstotki za vodoravne sile, ker vse izkušnje dokazujejo, da pravilno konstruiran in dimenzioniran skelet normalno dobro prestaja potresne učinke, četudi ni posebej preračunan na potres. To so japonske in tudi naše izkušnje. Tri banjaluške skeletne objekte so preračunali ljubljanski statiki na horizontalno silo dveh odstotkov vertikalne teže. Poškodbe ob potresu so bile v zmernih mejah, lokalizirane, brez vertikalnih ali horizontalnih dislokacij. Mednarodna komisija pa je ugotovila primernost izbranih dimenzij in armiranja za potrese. Dalje: V Skopju se ni podrl noben skelet, kolikor mi je znano. Izjema je bila neka lupinska streha, postavljena statično določeno na nihalne stebre z enim samim fiksnim vogalom. Njo je neusmiljeno zkrtačilo na stran. Ta primer le potrjuje načelno varnost skeletnih objektov. Nasprotno: vseh 1030 žrtev življenj skopskega potresa je bilo v opečnih zgradbah. Upravičeno so naši prvotni predpisi posvetili kar 5 strani od devetih, torej okrog 60 % vsebine varnosti opečnih zgradb. Posebna pozornost je posvečena solidni tlorisni zasnovi opečnih zgradb, zadostnemu obsegu ojačevalnih prečnih zidov, predpisom o odprtinah. V njih je tabelarno podana zahteva po merah in armiranju vodoravnih vezi. Vertikalne vezi sploh niso bile zahtevane.

3. Dne 19. 9. 1964, torej po skopskem potresu, je izšel zvezni začasni tehnični predpis za gradnje v potresnih območjih. Ta predpis je v bistvu predelani slovenski predpis iz l. 1962. Od prvotnega se razlikuje v naslednjem: Za skeletne sisteme so bile vodoravne sile znatno povečane, dopustne potresne napetosti pa znižane. Podražitev skeletnih zgradb torej, ki se že tako sorazmerno dobro obnašajo. Saj imamo jekla v izobilju, ni nam treba varčevati. Pri opečnih zgradbah pa so stroge slovenske zahteve (če jih ne preračunavamo na potres) bistveno omiljene, zakrili smo si oči. Dalje: Člen 1,4 ni v skladu s členom 2,11: 1,33-kratna varnost po računu po metodi plastifikacije gradiva bi pri opečnem in betonskem zidovju dopuščala povišanje običajnih dopustnih napetosti na 200 %. Dopuščeno stopetdesetodstotno zvišanje teh napetosti pa predstavlja dejansko približno 1,8-kratno varnost. V teh predpisih so postavljene silne zahteve po vertikalnih armaturnih vezeh, ker sestavljaavec predpisov ni ločil vertikalne vezi od stebra, za steber pa smo po nemškem vzorcu postavili minimalno zahtevo  $4 \phi 14$  mm. Tako smo prišli do razsipa jekla, saj vlagamo v sorazmerno malo koristne vertikalne vezi več jekla kot v nujno potrebne in potresno izkoriščene vodoravne vezi.

4. 24. 3. 1970 je izšel pravilnik o tehniških ukrepih in pogojih za izvajanje zidanih stavb. Ta pravilnik zamenjuje bivše PTP 7 »za zidove iz opeke«. Po za-  
slugi našega Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij je sestavljen zelo dobro in mu res ne moremo očitati nepremišljenosti. V potresno območje sega z dvema potezama: Prva je ta, da obsega formule za izračunavanje glavnih nateznih napetosti v zidovju, ki je obremenjeno s kombinacijo osne obremenitve in strižne obremenitve. To pa je primer potresne obremenitve. Te glavne natezne napetosti namreč predstavljajo kriterij za razpokanje ali celo rušenje zidov. Druga poteza je formula za določanje armiranja vodoravnih vezi v zidovju, ki so strogo obvezne. Vertikalnih vezi ta pravilnik sploh ne omenja, saj po njem niso obvezne. Poskusi ZRMK so namreč dokazali, da vgrajevanje vertikalnih vezi nekoliko ojači potresno varnost normalnega zidanega objekta, in to za 10 do 30 %, če se prav spominjam. To pa je sorazmerno malo v primeri s pomembnostjo vodoravnih vezi, katerih obstoj je odločilen za potresno varnost objekta. Zanimivost tega predpisa je dejstvo, da ne dopušča zidu, pri katerem bi imela malta (vezivo) večjo natezno trdnost od trdnosti samih zidakov (člen 14). Razlog je potresna duktilnost. Zid s premočnim vezivom bi dobil ob potresu razpoke prek zidakov, s čimer bi izgubil vso nosilnost. Brž ko je vezivo šibkejšo, ostanejo ob potresu zidaki celi, odprejo pa se rege med zidaki. Tak, po stičnih regah razpokan zid, pa še vedno ohranja znatno odpornost proti obremenitvam raznih vrst. Šibkejšo vezivo poveča torej duktilnost zidu.

5. Tretji predpis je izšel 25. 2. 1981. Ta predpis nima člena, ki bi dovoljeval opuščanje statičnega preračunavanja potresnih sil za objekte (ali dele objektov), ki so že po naravi potresno varni. Statiki naj se torej razračunavajo na vsakem opečnem zidanem objektu, tudi najmanjšem! Za to razračunavanje bo porabljenega ogromno inženirskega truda. Spričo negotovih predpostavk obteženih sil, zapletenosti sta-

tičnega sistema zidanih objektov z vratnimi in oken-skimi odprtini pa je vsako ugotavljanje potresnih napetosti zelo negotovo. Ali ima tako preračunavanje kakšen smisel? Po drugi strani pa ta novi predpis ne ukinja zahteve po razsipanju jekla za zelo malo učinkovite vertikalne vezi ter ohranja napačno tolmačenje nemškega predpisa (člena 97 in 99). Izkušnje ob sanacijah po prvem tolminskem potresu so dokazale, da so iz kamna ali opeke zidane zgradbe, težko poškodovane po prvem potresu in sanirane z učinkovitimi vodoravnimi vezmi brez vertikalnih, odlično zdržale ponovni potres približno iste intenzitete. Člen 93 pa zahteva do trikrat močnejše vertikalne malo učinkovite vezi od pomembnih vodoravnih vezi!

6. Slučajno mi je prišlo na uho, da je v pripravah zopet nov potresnovarnostni predpis. Morda bomo imeli srečo, da bo ta najnovejši predpis odpravil kako nelogičnost in negospodarnost starega. Nihče pa ne jamči, da ne bo uvedel novih zahtev po inženirskih obremenitvah in razračunavanjih številčk na podlagi dvomljivih predpostavk. Morda bomo deležni zahtev po novih negospodarnostih in razsipavanjih jekla. Znani nemški pregovor se glasi »Redko pride kaj boljšega pol« (pol je potlej). Jaz sem še vedno mišljenja, da so inženirska znanost, inženirsko delo in inženirski predpisi potrebni in koristni zaradi varnosti in zaradi gospodarnosti. Za napačno pa imam gledišče, da je varnost zaradi predpisa. Nevarna stavba ostane nevarna, tudi če izpolnjuje predpis! Objekti morajo biti varni zaradi ljudi in vsebine, ki jo ščitijo, predpis naj bo le navodilo, kako bi se ta varnost dosegla! Tudi to je zanimivo, da ljudstva, ki imajo sorazmerno visok življenjski standard in sorazmerno urejeno gospodarstvo, posvečajo veliko več pozornosti gospodarnosti grajenja in gospodarnosti predpisov za gradnje kot mi, ki nimamo zavirljivega gospodarskega položaja.

Svetko Lapajne



Novo Mesto



stavbar maribor

## IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

### SGP GROSUPLJE, GROSUPLJE

#### Objekt kleparsko-ličarske delavnice Slovenijaavto je končan

Pri matičnem objektu servisa Slovenijaavto ob Samovi ulici v Ljubljani so delavci SGP Grosuplje predali investitorju nov objekt kleparsko-ličarske delavnice. Gradnja je trajala eno leto na izredno neprimerni lokaciji v stari gramozni jami, ki ni dopuščala nobenih večjih deponij. Tudi transporti in dostopi so bili v določenih fazah povsem onemogočeni. Objekt ima v eni etaži 2000 m<sup>2</sup> pokrite površine. V kleti stranskega objekta je zaklониšče za 50 oseb, nad njim pa so prostori za shranjevanje lahko vnetljivega materiala. Da so pridobili vsaj najnujnejši dostop okoli objekta, so morali zgraditi še oporni zid dolg 240 metrov in razširjen vse do roba parcelnih mej.

Konstrukcija je armiranobetonski skelet s nosilnim razponom v vzdolžni smeri 12 m, v prečni pa 10,50 m. Višina objekta je 5,10 m.

Zaradi urbanistično omejene višine se je investitor odločil, da streho objekta izkoristi kot parkirno ploščad za 76 osebnih vozil. V ta namen je izvedena ravna streha betonske konstrukcije, ki ima minimalni dvostranski naklon 1%. V zadnjem delu objekta, kjer je lakirnica ter v stranskem objektu je zaradi varnosti streha izvedena v lahki leseni konstrukciji, kot enokapnica, pokrita s pločevino.

Utesnjenost je pogojevala že organizacijo gradbišča, v posameznih fazah tako, da se je žerjav glede na doseg ročice, umikal že zgrajenemu objektu, pred žerjavom pa je bilo potrebno zgraditi oporni zid ter s tem pridobiti prostor za žerjav. Poleg tega so pri gradnji temeljev objekta in opornega zidu naleteli na dodatne nepredvidene težave. Tu je bila namreč gramoznica, ki je služila za potrebe izgradnje ljubljanskega nebotičnika, kasneje pa je bila delno zasuta s smetmi in slabim odpadnim materialom. Tudi na konglomerat so naleteli in na nenosilno ilovico, kar je vse zahtevalo poglobljanje točkovnih temeljev za 3 do 4 metre do nosilnega terena in povzročalo še večje rušenje brežin, s tem pa nove težave pri ohranjanju sosednjih vrtnih ograj in objektov.

Čeprav je objekt navidez majhen pa je bila gradnja zaradi naštetih operativnih težav in zelo kratkega dovršitvenega roka v resnici zelo zahtevna.

#### Že osem let na Ljubljanskem gradu

Pozornost zbuja velikost grajske zasnove, ki je današnji obseg dobila po potresu 1511 leta, prvič pa ga omenjajo 1144 leta. V 19. stoletju, ko je grad postal jetnišnica, so na dvorišču pozidali nov trakt. Že 80 let se trudijo, da bi gradu namenili ustrezno vlogo in po Plečnikovih načrtih naj bi postal slovenska Akropola. Po drugi svetovni vojni so grad temeljito preiskali in začeli z obnovitvenimi deli, da bi v njem uredili muzej Ljubljane z zbirko eksponatov iz NOB.

Sedaj je na gradu že osem let gradbišče SGP Grosuplje. V glavnem opravljajo sanacijo obodnih zidov in strehe. Temelje so odkopali do skale, da bodo biskovalci lahko videli, kako je grad zgrajen. Glavna vidna materiala pri obnavljanju sta kamen in železo, cement pa mora biti skrit, da se ohrani zgodovinski izgled. Ves kamen vozijo iz Jevnice, ker je še najbolj podoben tistemu iz katerega je grad sezidan. Streha je prekrita z jekor pločevino, ki je imitacija prvotne bobrovca. Na gradbišču je videti malo, vendar je

narejenega ogromno dela. Pri tem je najbolj kritično pomanjkanje denarja za dokončanje del. Spomeniško je danes grad tako raziskan, da je točno določeno kaj in kakšen mora ostati. Občasne težave so tudi s projektanti, ki jih dobivajo prepočasi, marsikaj pa je treba napraviti kar sproti. Sproti je treba reševati tudi druge probleme, ki nastajajo ob samem delu.

#### Osnovna šola in VVZ Krim-Rudnik

Objekti so situirani v občini Ljubljana Rudnik, v krajevni skupnosti Galjevica. Osnovna šola je enonadstropna z 16 učilnicami in zmogljivostjo 360 učenec, za kolikor je prostora tudi v obeh zaklониščih. Skupna površina prostorov znaša 2590 m<sup>2</sup>. V pritličnem objektu s površino 910 m<sup>2</sup> so kuhinja, jedilnica in mala telovadnica. Tudi objekt vzgojno varstveni zavod namenjen 168 najmlajšim (od 2—7 let) s površino 1400 m<sup>2</sup> je pritličien in ima zaklониšče za dvakrat po sto oseb. Površina telovadnice je 1400 m<sup>2</sup>. Skupna površina celotne zasnove pa doseže 6300 m<sup>2</sup>.

Ker so objekti na barjanskih tleh, torej na najslabših na katerih je še mogoče graditi, je bilo treba predhodno izdelati senacijski nasip, ki je izkop in odvoz humusa ter izdelavo utrjene peščne blazine, debeline 2,75 m in sicer na območju 23.000 m<sup>2</sup>. To delo so opravili v letih 1979 in 1980. Ko se je teren usedel do predvidene višine so pričeli z gradnjo objektov, vse ob nadzoru s strani ZRMK. Zanimivo je temeljenje: šola na temeljni plošči, kuhinja in VVZ na pasovnih temeljih, telovadnica pa je na 35 do 46 m dolgih betonskih pilotih. Tudi konstrukcija izvedba vsakega objekta je drugačna: šola VVZ v litem betonu, kuhinja je delno montažna, delno betonska, telovadnica pa je montažna kombinacija jeklene konstrukcije in lesenih lepljenih trostenskih lokov »HOJA«. Če k temu dodamo še dejstvo, da so že vnaprej predvidena posejanja, si ni težko predstavljati kako zahtevna je gradnja. Pa še težave zaradi projektov, predvsem izvedbenih detajlov.

Navzlog prikazanim težavam — kje pa jih ni, — so objekt VVZ graditelji iz SGP Grosuplje predali investitorju že lansko jesen, šola in kuhinjo letos 30. maja, telovadnica pa je v tretji gradbeni fazi. Z obsežnimi deli na ureditvi zunanje okolice (igrišča, dovozne poti, parkirišča, parki) še niso pričeli, ker je investitor kasnil s projekti, gradbenim dovoljenjem in s pogodbo. Vseeno se bo treba zelo potruditi, da se bo šolsko leto za otroke s tega območja lahko začelo v že težko pričakovanih novih prostorih.

#### Trgovina Fužine SC — 1a

V decembru 1981 so »Grosupeljčani« pričeli z izgradnjo samopostrežne trgovine in restavracije v novem ljubljanskem naselju Fužine. Čeprav so bila izdana vsa soglasja in gradbeno dovoljenje imajo še vedno probleme s komunalnimi priključki. Gradbišče je zelo utesnjeno med dve že vseljeni stolpnici ter Zaloško cestno, gnečo pa še povečuje stara trafo postaja, katero bi morali že lani porušiti. Gradnja pa vseeno dobro napreduje. Zabetonirali so točkovne in pasovne temelje, klasične stebre in precej komplicirane 37 metrov dolge strešne nosilce ter vse betonske plošče in napuščje. Položili so vse siporex krovne plošče. Ko bodo sezidane stene z opečnim modularcem in fasadno silikatno opeko, bodo morali tudi obrtniki do konca septembra končati vsa njihova dela.

Vir: GLASILO št. 5/82

## SGP PIONIR, NOVO MESTO

**Montažni stenski opaži Pionir »Standard«**

Leta 1973 je Pionir prvič uporabil kovinske tunnelske opaže po francoskem sistemu Outinord, da bi posodobil gradnjo v tehnologiji litega betona. Vendar ta zahteva tašno zasnovano objekta, ki omogoča izvlečenje opažnih tunelov, zato jih ni mogoče uporabiti povsod, čeprav so zelo dobri in praktični. V zadnjem času se spet pojavlja veliko takšnih objektov. Zato je nastala potreba po uvedbi drugačnega dodatnega sistema, pri katerem se stene in plošče ne betonirajo več istočasno, temveč vsaka posebej. Razvoj teh dodatnih sistemov se je do nedavnega zanemarjal. V glavnem se je delalo z improviziranimi lesenimi opaži, občasno pa so jih uvažali iz ZRN. Pojavilo se je tudi nekaj jugoslovanskih sistemov, ki pa imajo svoje slabosti. Zato je jeseni 1981 prišlo do razvoja novega sistema opaženja v SGP Pionir. Delo je dokaj hitro steklo in je bila prva garnitura preizkušena na izjemno zahtevnem objektu glede obremenitve opaža, saj je bil ta visok 4 metre, betoniralo pa se je z betonsko črpalko, kar je še povečalo pritisk. Opaž se je dobro obnesel.

Tehnična služba je že pripravila navodila za projektiranje in gradnjo z montažnimi stenskimi opaži »Pionir-standard«, Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij je opravil atestiranje in stekla je proizvodnja v Mehansko kovinskem obratu.

Opažni sistem »Pionir-standard« ima tele dobre lastnosti: hitra montaža in demontaža, enostavno podaljševanje tako vertikalno kot horizontalno, prilagodljivost spremenjenim debelinam sten, nosilnost 201064 Kp pri dvakratni vezavi, majhna teža osnovnih elementov, kar omogoča ročni prenos (588 N/m<sup>2</sup>), enostaven transport, dolgotrajnost, visoka produktivnost, skratka celovita sistemska rešitev, ki omogoča betoniranje hitrostjo 2,5 m na uro pri 20° C. Ta sistem pa predstavlja le prvo fazo. Nadaljnji razvoj bo kompletil ves proces opažanja. Les je namreč vsak dan dražji.

**Gradnje tozda gradbene operative Metlika**

— Osnovna šola Zorkovac: z deli so pričeli 1. okt. 1981, rok dograditve pa je 1. julij 1982. Šola ima 4 razrede in učiteljsko stanovanje. Predračunska vrednost je 3.563.550 dinarjev. Investitor je OŠ Slava Raškaj iz Ozalja.

— Stanovanjsko poslovna zgradba Kurilovac IO Ozalj. Stanovanjski del obsega 1045 m<sup>2</sup> in poslovni 475 m<sup>2</sup>. Investitor je SIS za stanovanja in stavbeno komunalne dejavnosti iz Ozalja.

— Skladiščna hala Novoles, tozda Tovarna kopalniške opreme Metlika: površina objekta znaša 3000 m<sup>2</sup>, predračunska vrednost pa je 3.900.000 dinarjev.

**Premišljeno ali nepremišljeno?**

Z letošnjim 30. junijem se ukinja štipendijsko razmerje vsem štipendistom iz gradbene tehnične in srednje ekonomske šole, ki jih ni mogoče zaposliti zaradi pomanjkanja del in vsem tistim, ki želijo nadaljevati študij po končani srednji šoli.

Tako so mnogi bodoči gradbeni in ekonomski tehniki ostali brez sredstev za šolanje, nekateri bodo zaradi tega morali šolanje opustiti, vsem pa je splavala po vodi tudi s štipendijsko pogodbo obljubljen zaposlitev.

Zakaj je do tega prišlo vsi vemo. Gospodarska situacija sili v te ukrepe, mnogokrat lahkomišelnje, kratkotrajne in le administrativne narave. Vsekakor pa to ne vodi daleč. Vemo namreč, da bomo potrebo-

vati vedno več strokovno usposobljenih kadrov. To ni problem samo v Pionirju in gradbeništvu, ampak v vseh gospodarskih panogah in nas to administrativno planiranje ne bo pripeljalo nikamor. Danes pač govorimo, da tega kadra ne potrebujemo, jutri ga bomo spet iskali. Ali res ne znamo načrtovati za naprej, ali bo res čez leto ali več število brezposelnih zaradi takšnih ukrepov naraslo in bo predstavljalo še večje opreme za našo družbo? Verjetno tudi ukrep Pionirja ni dovolj premišljen. Še je čas za razmislek!

**Novi del zdravilišča v Šmarjeških Toplicah**

Dela na objektu Šmarješke Toplice — I faza, ki sestoji iz stanovanjskega in zdraviliškega dela ter pokritega bazena lepo napredujejo. Celotna delovna površina znaša okoli 7000 m<sup>2</sup>. V objektu bo 200 ležišč, od tega 50 stacioniranih. Projektant je Edo Mihevc, prof. dipl. ing. arh. s sodelavci.

Vir: glasilo PIONIR št. 5 in št. 6/82

## GIP VEGRAD, TITOVO VELËNJE

**Računalniško projektiranje Vemont konstrukcij**

Konec maja t. l. so v Vegradu organizirali strokovni posvet projektantov o projektiranju Vemont konstrukcij. Predstavljen je bil kompletni računalniški program za statični izračun objektov iz elementov konstrukcije Vemont. Program so prikazali sodelavci instituta IKPIR s fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani.

Program omogoča projektantu analizo objekta od temeljev do strehe za vse običajne obtežbe po naših predpisih. Upošteva tudi različne vplive vetra, potresa ter obtežbe zaradi žerjavov. Novost je dodatek, ki omogoča dimenzioniranje temeljev. V rezultatih se izpišejo potrebni statični dokazi, armatura, oblika in dimenzije stebrov ter temeljev. Možna je tudi dvoetažna oz. večnivojska konstrukcijska zasnova. V kratkem, ko bodo pričeli uporabljati še risalce — ploterje pa bo mogoče kompleten konstrukcijski projekt izdelati v nekaj minutah. Izdelani program je prvi te vrste pri nas.

**V Topolšici gradijo novo zdravilišče**

Podpisan je samoupravni sporazum o združevanju dela in sredstev za graditev novega zdravilišča ter hotelskega objekta v Topolšici. Kot izvajalec in sovlagatelj je podpisnik tudi GIP Vegrad.

Objekt bo imel okoli 10000 m<sup>2</sup> površin in bo zgrajen sodobno ter po mednarodnih normah. Pogodbeni rok gradnje je 16 mesecev.

**Proizvodne in skladiščne prostore so predali namenu**

V moziški občini so Vegradovci predali sodobne proizvodne in skladiščne prostore tozdu celjske Cinkarne Kemije iz Ljubije pri Mozirju. Predračunska vrednost te, za tamkajšnje prebivalce zelo pomembne naložbe je znašala okoli 60 milijonov dinarjev. Izvajalec je vsa dela opravil hitro in uspešno ter poskrbel tudi za lepo ureditev okolice.

**Vegradovi industrijski programi**

Vemont konstrukcije: K industrializaciji gradnje so v Vegradu pristopili leta 1974, ko so začeli s proizvodnjo armiranobetonskih konstrukcij Vemont, namenjenih za gradnjo industrijskih hal, skladišč, trgovskih hiš, družbenih objektov itd. Doslej so tako zgra-

dili že več kot 100 različnih objektov. Tovarno za izdelavo Vemont konstrukcij so postavili v Titovem Velenju, podobne pa še drugod po Jugoslaviji. Sedaj bodo zgradili še dve lastni tovarni, eno v Beogradu in drugo v SR BIH.

DOM 101: Drugi program, ki so ga skupaj z Gorenjem leta 1977 začeli razvijati, so prostorski elementi, s katerimi so v zadnjih letih uspešno gradili različne objekte kot so: vzgojno varstvene ustanove, poslovni objekti, aneksi idr. Trenutno gradijo prvo šolo, v načrtu pa imajo tudi stanovanjsko gradnjo. Zato bo treba kar najhitreje izdelati tudi vzorčno hišo.

Velak: to je program lihkih konstrukcij za izgradnjo kmetijskih in drugih objektov, katerega so razvili sami v letu 1979. Prednosti tega sistema so predvsem v izredno hitri izdelavi in montaži, možnosti prilagajanja dimenzij, trajnosti in stabilnosti, večnamenski uporabnosti in ekonomičnosti gradnje. Prvi Velak objekt je kurja farma v Šentjurju, največji, v velikosti 13 tisoč m<sup>2</sup> pa je farma v Hetinu. Lani so se povezali v poslovno skupnost Farmin, ki združuje okrog 20 delovnih organizacij za gradnjo in opremo tovrstnih objektov.

V GIP Vegrad bodo tudi v bodoče dopolnjevali in razvijali sisteme industrijske gradnje ter se prilagajali potrebam tržišča.

Na tujih trgih.

Gip Vegrad je na tujih trgih že od leta 1969. Doslej so gradili v obeh Nemčijah, v Iraku, Egiptu, Avstriji in Italiji. Da so si pridobili dela, so bili potrebni zelo veliki napor. Samo lani so posredovali kar za 13 milijard ponudb, uresničili pa le za 350 milijonov dinarjev. Trenutno delajo v ZRN, NDR, v Egiptu in v Avstriji. Na teh gradbiščih se bo število veogradovcev povečalo na 230. V pripravi imajo pogodbe za dela v Iraku, Egiptu in Libiji. Gre za gradnjo 308 stanovanj v Iraku preko Rudisa, resno pa se dogovarjajo tudi za gradnjo hotela. Pogovori teko še za prevzem precejšnjih del v ZRN in v Sovjetski zvezi.

Vir: GLASILO, št. 6/82

## GP STAVBAR, MARIBOR

### 35 let gradnje GP Stavbar in usmeritve v prihodnje

GP Stavbar ima vse potrebne strokovnjake ter je opremljeno s sodobno težko in lahko gradbeno mehanizacijo za izvajanje še tako zahtevnih gradbenih del. V 15 letih gradnje najrazličnejših objektov so dosegli številne delovne uspehe, kot npr.: Pedagoška akademija Maribor, Športni hotel Areh na Pohorju, stanovanjsko poslovna zgradba Jemčev vrt, Visoka ekonomska komercialna šola, Skladiščno transportni trgovinski center, Motel v Podlehniku, Študentski in dijaški domovi. Hoteli v Rabcu, stanovanjska naselja S-23, S-31 in Nova vas v Mariboru, druge stanovanjske in gospodarske stavbe, zgradbe v Podravini, poslovna zgradba TIMA, Zdravstveni dom Maribor itd. Še bi lahko naštevali, a seznam bi bil predolg.

Stavbar je uspel tudi v tujini. Zgradili so več velikih zgradb v ZR Nemčiji in Avstriji, sodelovali pri gradnji olimpijskega hotela v Moskvi, gradijo v Iraku in Libiji. Zgradili so 20 nadstropno banko Wüstenrot v Ludwigsburgu, 7 stanovanjskih stolpnice v Nürnbergu, naselje družinskih hiš v Idsteinu, skladiščno dvorano 11000 m<sup>2</sup> in poslovno zgradbo v Leobnu, proizvodno dvorano s 16000 m<sup>2</sup> v Lebringu, deželno poklicno šolo v Mitterdorfu, sodelovali so pri gradnji frankfurtskega letališča, pri gradnji znamenite BMW-jeve stolpnice in muzeja v Münchnu itd.

Sami tudi projektirajo, saj so doslej izdelali tehnično dokumentacijo za več kot 240 stanovanjskih, 250 industrijskih, 210 zgradb negospodarskega področ-

ja ter tehnično dokumentacijo za preko 160 zazidalnih načrtov, ureditve zemljišč in okolja ipd.

Čeprav Stavbar zadnja leta odločilno posega na področje investicijskih gradenj z novimi izvedbenimi rešitvami in na področje gradnje stavb družbenega standarda, vidi v stanovanjski graditvi vedno svojo veliko tehnološko, poslovno in tudi družbeno nalogo. Pri največjem povojnem podvigu, pri gradnji novega mestnega območja Maribor-jug, bo moral do leta 1985 zgraditi skoraj 1000 stanovanj vsako leto. V to bo treba vložiti ogromno dela in znanja. Njihove dolgoletne izkušnje na tujem pa jim bodo skupaj z drugimi izvajalci investicijskih del še kako dragocene pri delu v inozemstvu. Pri investicijskih gradnjah zmogljivosti usmerjajo predvsem v razvoj industrijskih stavb. V sodelovanju s SGP Gorica, SGP Pionir in GIP Ingrad ter v okviru sozda GIPOSS že danes nudijo investitorjem več sistemov industrijskih montažnih dvoran.

Vedno in povsod pa bo v ospredju vseh njihovih prizadevanj človek — kot delavec — občan in kot samoupravni nosilec razvoja naše socialistične skupnosti.

Vir: JUBILEJNI ALMANAH, maj 1982

## SGP STAVBENIK, KOPER

### Prvi plavajoči pomoli

Razvite turistične dežele so zgradile vrsto marin s po več tisoč privezi ob vse večjem uvajanju plavajočih pomolov. Tudi v SGP Stavbenik so se odločili, da pripravijo proizvodnjo plavajočih armiranobetonskih pomolov, saj so se že doslej vključevali z njihovimi montažnimi elementi v izgradnjo nekaterih marin.

Intenzivne priprave z izdelavo spremljajoče dokumentacije so stekle sredi leta 1981. Trenutno so v fazi začetne proizvodnje plavajočih pomolov in drugih sestavnih prefabriciranih elementov. Zmogljivosti te proizvodnje imajo za letošnjo sezono skoraj popolnjene. S proizvodnjo plavajočih pomolov pa še ni zaključena ponudba izgradnje in opremljanje marin ter lučic. Z uresnitvijo tega programa se nameravajo v še večjem obsegu vključevati v izgradnjo te turistične infrastrukture, za katero imajo vse pogoje.

### Zgradili so 10.000 stanovanj

Graditev stanovanj je v prvizvodnih programih Stavbenika udeležena z znatnim deležem. Zgradili so vrsto stanovanjskih sosesk kot npr.:

— Ljubljana: B6 ob Celovski cesti, bloki TERM ob Glavarjevi ulici, PŠ4 (Bumerang) in PŠ1 v Šentvidu, DG Štepanjsko naselje, soseska BS7 za Bežigradom, NS4, 5 Fužine, Draveljska gmajna in druge.

— Koper: bloki ob Veluščkovi ulici, bloki na Gramšijevem nabrežju, Smedela 6, Prisoje, Stara Smedela in mnoge druge.

— Izola: zazidava ob ul. Oktobrske revolucije in ob Vodovodni ulici in v zadnjem času soseska Livade, kompleks blokov za borce, bloki ob Košovi ulici.

V piranski občini so bila stanovanja zgrajena predvsem v soseski Lucija I.

Tako so v 35 letih zgradili skoraj 10000 stanovanj. Zato je povsem razumljivo, da bodo tudi v bodoče prizadevanja usmerjena k še večji učinkovitosti graditve stanovanj, tako na tehnološkem, kot na organizacijskem področju.

Vir: GLASILO, št. 2—3 in št. 4/82

Bogdan Melihar

## Preiskave armiranobetonske prekladne konstrukcije mostu po ojačitvi z lepljenjem armature

### 1. Uvod

Ojačitev nosilne konstrukcije je problem, ki se pogosto pojavi v gradbeni praksi. Na izbor metode za rešitev tega problema vplivajo osnovne lastnosti konstrukcije: namembnost, zahtevana nosilnost, vrsta materiala, stanje konstrukcije in stopnja razvoja tehnologije, ki jo izvajalec lahko uporabi.

Povečanje nosilnosti armiranobetonskih konstrukcij, v katerih ni zadostne količine armature, je bilo dosegljivo z različnimi ukrepi. Pogosto so bile uporabljene metode, ki so temeljile na prednapetju konstrukcije ali dodajanju armature s pomočjo varjenja. Uvajanje epoksidnih smol v gradbeno prakso je omogočilo razvoj novih metod ojačitev in sanacij objektov. Leta 1979 je bila v Sloveniji prvič uporabljena metoda ojačitve z lepljenjem dodatne armature na ustrezno pripravljeno betonsko površino konstrukcije cestnega mostu. Izvedba ojačitve je rezultat sodelovanja GIP GRADIS in ZRMK Ljubljana, ki je tudi opravil vse potrebne preiskave.

### 2. Osnovne značilnosti konstrukcije

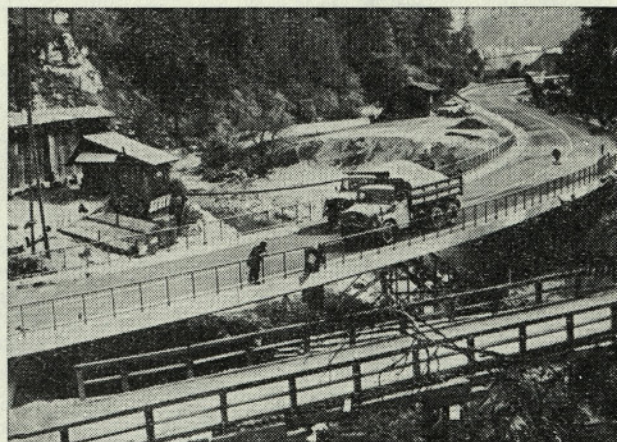
Konstrukcija obravnavanega cestnega mostu sestoji iz polne armiranobetonske plošče debeline 55 cm, katera poteka kontinuirano prek treh polj razpetine 2,5 m, 15,0 m in 12,5 m. Most je zgrajen v krivini s polmerom 90 m in je poševen. Kot med osjo podpor in cestišča znaša  $45^\circ$ . Razmerje med širino plošče in krajšo razpetino je 1:1,5 kar pomeni, da je plošča razmeroma široka v primerjavi z razpetino.

Objekt je zgrajen iz betona MB 20 in mehke armature ČO 200 (Č 24/36). Podporno konstrukcijo tvorijo stenasti armiranobetonski oporniki z neopremskimi ležišči. Most je temeljen v trdni apnenčevi podlagi.

### 3. Obremenilna preizkušnja neojačene konstrukcije

Pri obremenilni preizkušnji neojačene konstrukcije sta bila uporabljena tovornjaka, ki sta povzročila nekoliko nižjo obremenitev konstrukcije od projektirane. Z analizo deformacijskega obnašanja mostne plošče je bilo ugotovljeno, da se je ta obnašala neelastično. Največje deformacije in preostale deformacije so bile izmerjene v enem od krajnih polj. Preostale deformacije tega polja so znašale približno 39 % deformacij pod preizkusno obtežbo. Na sliki 5 so prikazane velikosti izmerjenih upogibov pri poskusni obtežbi in po raztežitvi.

V območju ekstremnih obremenitev (v poljih in nad vmesnima podporama) so v plošči nastale razpoke. V času obtežitve s preizkusno obtežbo je maksimalna širina razpok znašala 0,55 mm, po odstranitvi te obtežbe pa 0,46 mm. Širina razpok



Slika 1. Obremenilna preizkušnja neojačene konstrukcije mostu

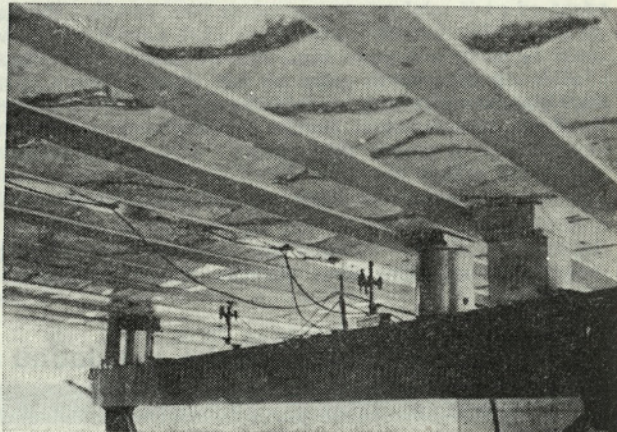
je bistveno preseгла meje, katere so dopustne pri klasičnih armiranobetonskih konstrukcijah. Zaradi velikega obsega in širine razpok se je zmanjšala togost konstrukcije in so zato velikosti izmerjenih upogibov presegle pričakovane vrednosti. Vzrok za nastanek razpok in premajhno togost konstrukcije je bila neustrezna količina armature plošče za prevzem predvidenih obremenitev. Na osnovi analize rezultatov obremenilne preizkušnje je bilo sklenjeno, da se izvrši ojačitev prekladne konstrukcije mostu z dodajanjem armature.

#### 4. Osnove za analizo rezultatov obremenilnih preizkušenj

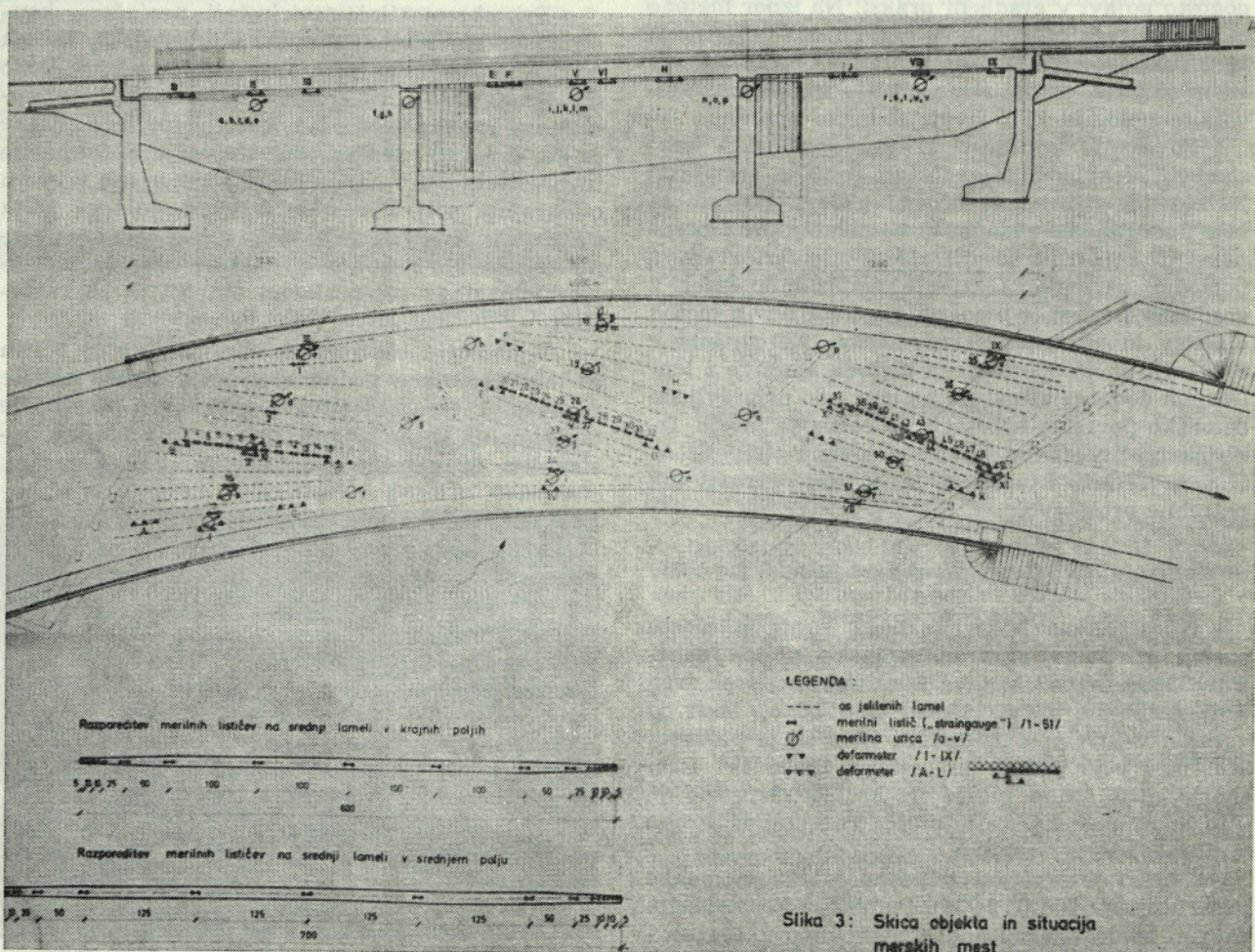
Pri snovanju ojačitve je bilo potrebno upoštevati, da v času izvajanja del ni možno povsem ukiniti obratovanja mostu. V projektu ojačitve zaradi tega ni bila predvidena gradnja dodatne armature nad vmesnima podporama, upošteval pa se je princip adaptacije momentov. Glede na tehnološke sposobnosti izvajalca, oceno ekonomičnosti posega in funkcionalnosti rešitve, je bila izbrana metoda ojačitve z lepljenjem dodatne armature na spodnjo površino plošče. Vzporedno z izvedbo ojačitve so bile opravljene številne laboratorijske in terenske raziskave, s katerimi so bile preverjene

lastnosti materialov in postopek ojačitve. Lastnosti ojačene konstrukcije so bile preiskane z obremenilno preizkušnjo, v času obratovanja mostu pa se bodo vršile občasne preiskave vpliva prometne obtežbe na ojačitev.

Analiza obnašanja konstrukcije je bila narejena z uporabo dveh računskih modelov. Prvi je bil sestavljen s pomočjo tabel podanih v literaturi za izračun poševnih plošč (C. Schleicher, B. Wege-



Slika 2. Del spodnje površine ojačene konstrukcije v času priprave na obremenilno preizkušnjo



Slika 3: Skica objekta in situacija merskih mest



ner: »Kontinualne kose ploče« GK Beograd 1969). Drugi model je bil pripravljen za obdelavo s pomočjo računalniškega programa FLASH (»Program zur linear — elastischen Berechnung von Schalen, Platten, Scheiben und Stabtragwerken«, K. Walder, D. Green, ETH Zürich). S prvim modelom so bile analizirane vse obremenilne preizkušnje, z drugim pa samo obremenilna preizkušnja ojačenega mostu. Izdelava projekta ojačitve je temeljila na drugem modelu.

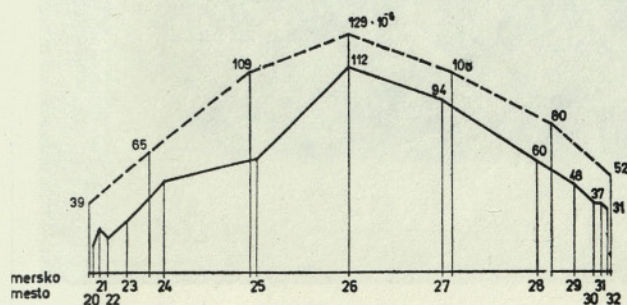
Zaradi omejitev tabel v omenjeni literaturi, pri prvem modelu ni možno upoštevati koncentriranih obtežb, točkovnih podpor in izračunati vrednosti deformacij v poljubnih točkah. Za analizo rezultatov obremenilnih preizkušenj je bolj primeren drugi model, s katerim je možno upoštevati različne posebnosti obtežbe in geometrije konstrukcije ter določiti vrednost deformacij v poljubnih točkah konstrukcije.

Togost plošče, ki je bila upoštevana v drugem modelu konstrukcije, je bila izračunana z upoštevanjem razpokanosti preseka in celotne količine osnovne in dodatne armature. Razpokanost preseka je bila določena v povprečju za območje posameznega polja in vmesne podpore na osnovi meritve višine in širine razpok. Predpostavljeno je bilo, da se z injektiranjem razpok ni dosegla monolitnost betonskega preseka, ampak samo zaščita pred korozijo.

Rezultati preiskav so pokazali, da se je z drugim modelom možno analitično zelo približati k dejanskemu obnašanju konstrukcije.

## 5. Preiskave ojačene konstrukcije

Z obremenilno preizkušnjo ojačene konstrukcije so bile raziskane njene lastnosti in efekt ojačitve. Preizkusna obtežba je bila približno enaka obtežbi pri preizkušnji neojačene konstrukcije, obseg meritev pa bistveno večji. Merjeni so bili upogibi, specifične deformacije na lamelah in relativni po-



### LEGENDA :

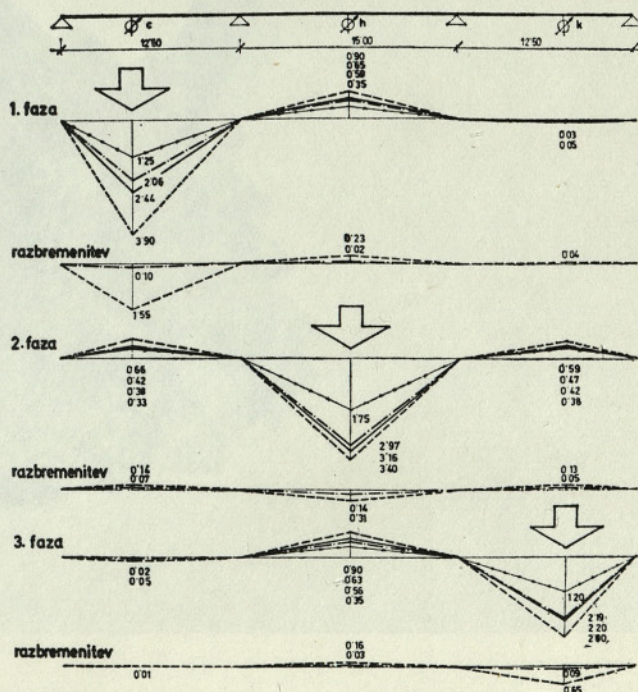
———— izmerjene vrednosti  
 - - - - - izračunane vrednosti

Slika 4. Primerjava izmerjenih in izračunanih vrednosti specifičnih deformacij v srednjem polju ojačene konstrukcije

miki koncev lamel in betonske površine pri odstranitvi dodatnih podpor ter obtežiti in raztežiti s poskusno obtežbo. Razpored merskih mest je prikazan na slikah št. 2 in 3.

S preiskavo je bilo ugotovljeno, da se je z ojačitvijo doseglo pričakovano povečanje nosilnosti plošče. Sodelovanje dodatne armature (lamel) z armiranobetonsko ploščo so dokazale izmerjene vrednosti specifičnih deformacij lamel in relativnih pomikov na koncih lamel. Razlika med izmerjenimi in izračunanimi vrednostmi specifičnih deformacij na sredinah lamel je znašala približno 10 %. Relativni pomiki koncev lamel so bili neznamni. Lamele so se deformirale skupaj z osnovno armiranobetonsko ploščo in tako delovale kot enotna konstrukcija. To sodelovanje je bilo registrirano tudi pri odstranitvi dodatnih podpor v poljih. Glede na velikost izmerjenih vrednosti specifičnih deformacij je bilo ugotovljeno, da so lamele sodelovale že pri prevzemu obremenitve z delom lastne teže konstrukcije.

Deformabilnost plošče se je zmanjšala v primerjavi s stanjem pred ojačitvijo zaradi prispevka lamel k togosti konstrukcije. Velikosti izmerjenih in izračunanih pomikov so se razlikovale približno za 10 % podobno kot pri specifičnih deformacijah. Ojačena konstrukcija se je obnašala dokaj elastično, saj delež preostalih upogibov ni presegel 6 % upogibov pod obtežbo. Med preizkušnjo se niso pojavile nove razpoke. Preiskave so dokazale us-



### LEGENDA :

———— računске vrednosti	———— izmerjene vrednosti
- - - - - neojačena, nerazpokana konstrukcija (po Schleicherju)	- - - - - neojačena, razpokana konstrukcija
———— razpokana, ojačena konstrukcija (program FLASH)	- - - - - ojačena konstrukcija

Slika 5. Primerjava upogibov in preostalih upogibov konstrukcije

pešnost posega s katerim je bilo doseženo pričakovano zvišanje nosilnosti, zmanjšanje deformabilnosti in uporabnost premostitvene konstrukcije za predvidene obtežbe. Trajnost efekta ojačitve bo možno ugotoviti na osnovi analize rezultatov periodičnih preiskav konstrukcije v času njene uporabe.

Pri reševanju problema ojačitve je ponovno prišla do izraza zastarelost veljavnih predpisov za obtežbe cestnih mostov. Sodobne prometne razmere na naših cestah povzročajo občutno večje obtežbe, kot jih predpisujejo še vedno veljavni »Privremeni tehnički propisi za opterečenje cestovnih mostova« (PTP 5 z dne 4. 5. 1949). V projektantski praksi se pogosto uporabljajo obtežne sheme, ki so podane v tuji zakonodaji. Pri projektiranju obravnavane ojačitve je bila upoštevana obtežbena shema po zahodnonemških predpisih (DIN 1972) za vozilo SLW 45. Na tak način se je, zaradi nosilnosti rezerv v konstrukciji, možno izogniti potrebam po dodatnih ojačitvah zaradi občasnih, nepredvidenih obremenitev.

## 6. Zaključek

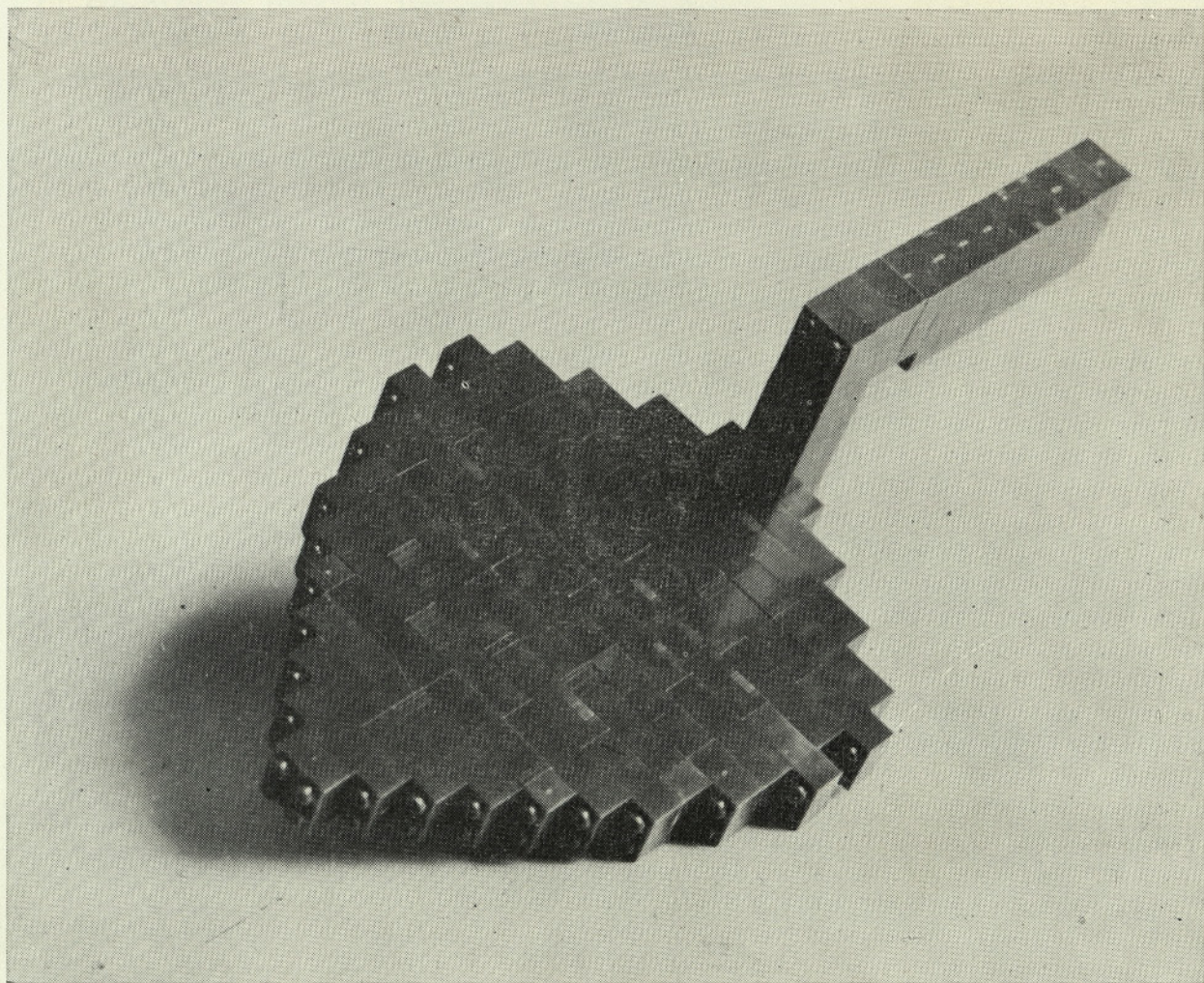
Analiza rezultatov obremenilne preizkušnje ojačene konstrukcije mostu, je dala podatke o

prednostih in lastnostih v Sloveniji prvič uporabljene metode ojačitve klasične armiranobetonske konstrukcije. Metoda temelji na dodajanju armature v obliki jeklenih lamel, katere se z epoksidnimi lepili lepijo na obstoječo konstrukcijo. Pri realizaciji ojačitve je bil uporabljen sodoben način rešitve problema. Pri projektiranju ojačitve in analizi rezultatov preiskav je bil uporabljen ustrezen računalniški program, pri obtežni shemi so bile upoštevane realne obtežbe naših cest, uporabljeni so bili novi materiali in nova tehnologija gradbenih del.

Rezultati preiskav in njihova analiza so dokazali upravičenost izbora metode, pravilnost projekta ojačitve, ustreznost kvalitete izvedbe in uporabljenih materialov. S tem je bila dokazana tudi tehnološka usposobljenost izvajalcev za rešitev tvrstnih problemov. Nadaljnje periodične preiskave v obratovalni dobi mostu, bodo pokazale trajnost efekta ojačitve in s tem prispevale k popolnejšemu spoznavanju obravnavane metode ojačitve.

Avtorja: **Roko Zarnić, dipl. ing. gradb. in Stane Terčelj, dipl. ing. gradb.**

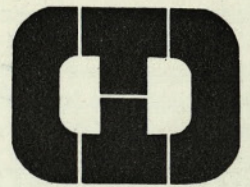
Azbest i cement,  
staklo i kamen -  
jednom rečju sve što vam  
je potrebno za gradnju!



**Strom**

V/O »STROIMATERIALINTORG« (STROM)  
SSSR, 107113 Moskva, Sokoljničeski val, dom 50, korp. 2  
Telefon: 269-05-54, 269-05-55 Telex: 411887, 411889

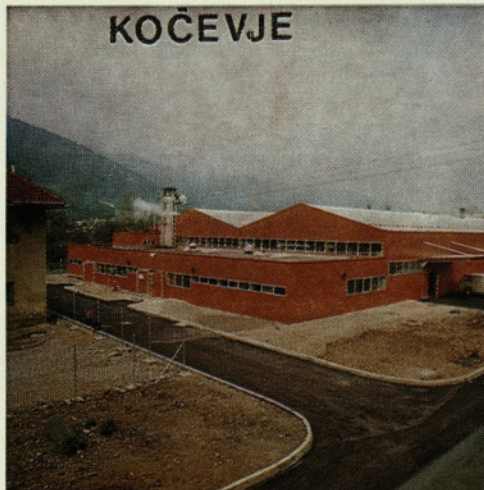
trebanjska  
industrija  
montažnih objektov  
trebnje



**trimo**

- TRIMO — TREBANJSKA INDUSTRIJA MONTAŽNIH OBJEKTOV PROIZVAJA ELEMENTE ZA TIPSKE IN IZVENTIPSE JEKLENE KONSTRUKCIJE, STREŠNE IN FASADNE »SENDVIČ« PLOŠČE, PLOŠČE ZA PREDELNE STENE IN PROFILIRANO PLOČEVINO KOT ELEMENT MEDETAŽNIH KONSTRUKCIJ.
- TRIMO — PROJEKTIRA, IZDELUJE, MONTIRA, NA ŽELJO PREVZAME INŽENIRING
- TRIMO — GRADI OBJEKTE DOMA IN V TUJINI: INDUSTRIJSKO-PROIZVODNE HALE, SKLADIŠČA, GARAŽE, SERVISI IN TEHNIČNE DELAVNICE, ŠPORTNE IN REKREACIJSKE OBJEKTE, OBJEKTE ZA KMETIJSTVO, RAZSTAVIŠČNE DVORANE, TRGOVINSKE OBJEKTE, UPRAVNE ZGRADBE, BIVALNE PROSTORE, KONTEJNERJE.

IZVAŽAMO IN MONTIRAMO V: NDR, ŠVICO, VIETNAM, IRAK, LIBIJO, SOVJETSKO ZVEZO, MALI, ANGOLO.



TRIMO TREBANJSKA INDUSTRIJA MONTAŽNIH OBJEKTOV  
N. SOL. O. 68210 TREBNJE, PRIJATLJEVA 12.  
TELEFON: (068) 44 321, 44 560  
TELEX: 35735 YU TRIMO