

# GRADBENI VESTNIK

## 11-12

GE GRADIS MARIBOR  
UNIVERZA V MARIBORU — INŠTITUT ZA GRADBENIŠTVO



### **Program pripravljanih seminarjev za strokovne izpite gradbene stroke v letu 1984**

1. seminar: 16.—20. januar 1984
2. seminar: 20.—24. februar 1984
3. seminar: 19.—28. marec 1984
4. seminar: 9.—13. april 1984
5. seminar: 21.—25. maj 1984
6. seminar: 17.—21. september 1984
7. seminar: 22.—26. oktober 1984
8. seminar: 19.—23. november 1984
9. seminar: 17.—21. december 1984

### **Izpitni roki za strokovne izpite gradbene stroke za leto 1984**

Zap. št.	Prijave do	Klavzurna naloga	Ustni del
I-G/84	23. 12. 1983	14. 1. 1984	24.—26. 1. 1984
II-G/84	13. 1. 1984	4. 2. 1984	14.—16. 2. 1984
III-G/84	10. 2. 1984	3. 3. 1984	13.—15. 3. 1984
IV-G/84	23. 3. 1984	7. 4. 1984	17.—19. 4. 1984
V-G/84	20. 4. 1984	5. 5. 1984	15.—17. 5. 1984
VI-G/84	18. 5. 1984	2. 6. 1984	12.—14. 6. 1984
VII-G/84	7. 9. 1984	22. 9. 1984	9.—11. 10. 1984
VIII-G/84	5. 10. 1984	20. 10. 1984	6.—8. 11. 1984
IX-G/84	26. 10. 1984	10. 11. 1984	4.—6. 12. 1984



# GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE  
ŠT. 11—12 • LETNIK 32 • 1983 • YU ISSN 0017-2774

## VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave Articles, studies, proceedings	Adolf Derganc:	
	POSVETOVANJE O SANACIJI ZGRADB . . . . .	221
	dr. Branko Bedenik:	
	MODEL BETONA S TETRAEDRSKIMI ELEMENTI . . . . .	223
Iz gradbene zakonodaje	dr. Stefan Faith:	
	PRISPEVEK K RAČUNANJU TANKOSTENSKIH ŠKATLASTIH PROFILOV . . . . .	226
	Peter Dobrila:	
	JEKLENE SPONE IN VIJAČNI ŽIČNIKI . . . . .	232
Vesti in informacije News and informations	dr. Branko Bedenik:	
	OBNAŠANJE BETONA POD DOLGOTRAJNIM VPLIVOM TRIAK- SIALNIH NAPETOSTI IN VISOKIH TEMPERATUR . . . . .	234
	CONCRETE UNDER TRIAXIAL STRESSES TEMPERATURE CHANGE	
	Branko Rosina:	
Informacije zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana Proceedings of the Institute for material and structures research Ljubljana	PREDLOG ZA IZDAJO ZAKONA O GRADITVI OBJEKTOV . . . . .	246
	USTANOVLJENO JE DRUŠTVO ZA POTRESNO INŽENIRSTVO SLOVENIJE . . . . .	220
	20 LET GRADBENEGA CENTRA SLOVENIJE . . . . .	249
	SLAVKU KUKOVCU OB 70 LETNICI . . . . .	250
	V SLOVO NACETU PERKU . . . . .	251
	INŠTITUT ZA EKONOMSKA RAZISKOVANJA POROČA . . . . .	252
	SANACIJA ZVOČNE IZOLACIJE LOČILNIH STEN Savo Volovšek . . . . .	253

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV

Lektor: ALENKA RAIČ

Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIC

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

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 221 537. 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, Splošnega združenja gradbeništva in IGM Slovenije in Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana.

## Obvestilo

Obveščamo vsa društva, člane društev in naročnike Gradbenega vestnika, da znaša po sklepu skupščine ZDGITS z dne 8. aprila 1983 naročnina na Gradbeni vestnik letnik 1984 350,00 din. Članarina, ki jo društva odvajajo Zvezi za vsakega svojega člana, pa znaša v tem mandatnem obdobju 50,00 din.

Prosimo društva in individualne naročnike, da pri plačevanju članarine in naročnine na Gradbeni vestnik upoštevajo sklep skupščine.

Individualni naročniki naj naročnino nakažejo na žiro račun št. 50101-678-47602.

**Zveza društev  
gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije  
Ljubljana, Erjavčeva 15**

## Ustanovljeno je društvo za potresno inženirstvo Slovenije

**Na razpolago je 25 računalniških programov iz področja seizmologije in potresnega inženirstva**

Z odločbo mestnega sekretariata za notranje zadeve v Ljubljani z dne 21. 11. 1983 je bilo v register društev vpisano Društvo za potresno inženirstvo s sedežem v Ljubljani in z delovanjem na območju SR Slovenije. S tem je bilo tudi formalno ustanovljeno Slovensko društvo za potresno inženirstvo s statusom pravne osebe. Ustanovna skupščina društva je bila že 4. 5. 1983 v prostorih FAGG, Jamova 2, kjer je sedež društva tudi sedaj. Na skupščini je bil izvoljen izvršni odbor, ki se je konstituiral v naslednji sestavi: predsednik dr. P. Fajfar, podpredsednik mag. M. Tomašević, tajnik M. Fišinger; člani: S. Bubnov, dr. J. Lapajne, mag. J. Reflak, V. Ribarič, B. Zadnik. V odbor samoupravne kontrole so bili izvoljeni: F. Čačovič predsednik, mag. J. Duhovnik in B. Kogovšek.

Z ustanovitvijo slovenskega društva za potresno inženirstvo so izpolnjeni pogoji za ustanovitev Zveze društev za potresno inženirstvo Jugoslavije, ker so poprej že bila ustanovljena društva za potresno gradbeninarstvo Hrvatske s sedežem v Zagrebu in Društvo za zemljotresno inženjerstvo Bosne in Hercegovine s sedežem v Banja Luki. Po propozicijah Socialistične zveze delovnega ljudstva Jugoslavije je za ustanovitev strokovnega društva z delovanjem na območju Jugoslavije potreben obstoj treh ustreznih republiških oziroma pokrajinskih društev. Vsa tri ustanovljena društva so že predlagala, da se ustanovi Zveza društev za potresno inženirstvo za območje Jugoslavije s sedežem v Ljubljani. Postopek za ustanovitev in registracijo te zveze je sedaj že v teku. S tem se bo nadaljevalo delo Jugoslovanskega društva za seizmično gradbeništvo, katerega status bi bil tako usklajen z ustavo in z zakoni o društvih, ker bo deloval na delegatskem principu.

Aktivnost na področju seizmičnega gradbeništva v SFRJ, v zadnjem času ni prenehala kljub začasnim ustavitvi delovanja Jugoslovanskega društva za seizmično gradbeništvo iz formalno-pravnih razlogov. Strokovna

dejavnost se je nadaljevala v okviru republiških društev in posameznih institucij v republikah. Tako je sedaj zveza društev (v ustanavljanju) iz sredstev Jugoslovanskega društva nabavila v ZDA 25 računalniških programov, ki so na razpolago vsem potencialnim uporabnikom. Programi so nabavljeni od National Information Service for Earthquakes Engineering, Berkeley, California. Vsebujejo fortranki program za CDC računalnike na magnetnem traku, listing, priročnik za nekatere programe, tudi preizkusne primere z vhodnimi in izhodnimi podatki.

Potencialni interesenti morajo sami nabaviti magnetni trak, na katerega bodo program kopirali.

Tukaj navajamo naslove nekaterih programov:

- TAB 77 — Tridimenzionalna analiza konstrukcijskih sistemov (1977)
- RCCOLA — Računi železobetonskih stebrov (1977)
- QUAD 4 — Seizmični odziv nosilnih tal (1973)
- MASH — Nelinearna analiza vertikalnega širjenja transverzalnih valov v horizontalno ležečih plasteh (1978)
- DAMAGE — Ugotavljanje odpornosti obstoječih stavb pri naravnih neizgodah (1980)
- EQRISK — Ocena lokacij s stališča potresne ogroženosti (1976)
- APOLLO — Analiza možnosti likvifancije tal (1978)
- ADAP — Statični in dinamični računi ločnih pregrad (1973).

Podrobnejše informacije o uporabi teh in drugih programov daje Društvo za potresno inženirstvo Slovenije — IKPIR — FAGG, Jamova 2.

Isti naslov sprejema prijave za članstvo v društvu.

**Sergej Bubnov**

## Posvetovanje o sanaciji zgradb

ADOLF DERGANČ

Mariborsko društvo gradbenih inženirjev in tehnikov je 15., 16. in 17. septembra 1983 organiziralo posvetovanje o sanaciji zgradb. Posvetovanje je bilo v Mariboru na Visoki tehniški šoli, ki z društvom tudi sicer aktivno sodeluje. Soorganizatorja posvetovanja sta bili še Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Jugoslavije in Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, pokroviteljstvo nad posvetovanjem pa je prevzelo Splošno združenje gradbeništva in industrije gradbenega materiala pri Gospodarski zbornici Jugoslavije in skupščina mesta Maribor.

Posvetovanja se je udeležilo 300 gradbenih strokovnjakov in gostov iz vse Jugoslavije, predavatelji pa so z 52 referati obdelali naslednja področja:

1. sanacijo starih zgradb in mestnih jeder,
2. sanacijo novejših zgradb,
3. sanacijo zaradi potresov in
4. splošna načela sanacij zgradb in njihovih delov.

Referenti so bili strokovnjaki z raznih področij gradbeništva in drugih smeri, ki s svojo dejavnostjo na ta ali oni način sodelujejo pri sanacijah na področjih, navedenih od 1 do 4. Poleg domačih strokovnjakov, ki sodelujejo teoretično in praktično pri sanacijskih procesih v vseh republikah in avtonomnih pokrajinah, sta se kot predavatelja udeležila posvetovanja tudi avstrijska strokovnjaka iz Gradca. S svojima prispevkoma sta osvetlila sanacijska prizadevanja v Avstriji in Nemčiji ter nakazala, kako tam rešujejo stare objekte pred propadanjem.

Posvetovanje je odprla predsednica organizacijskega odbora Milena Skorobrijin, dipl. inž. gradb., ki je v svojem pozdravnem govoru nakazala potrebo, da se v splošnih stabilizacijskih pogojih vse več usmerjamo k vzdrževanju in revitalizaciji obstoječih zgradb. Posvetovanje naj osvetli ekonomske in druge učinke, ki jih prinašajo sanacije obstoječe gradbene dediščine in metode, ki na najbolj ekonomičen način zagotavljajo najboljše rezultate. Referati obravnavajo pri posameznih objektih (stanovanjskih, javnih in gospodarskih, pri mostovih in drugih) tehnološke metode povečanja stabilnosti, varnosti, izolacije pred vlago, uskladitev funkcionalnosti objektov po načelih gradbene fizike in zdravljenje objektov od nastalih okužb.

Predsednik mariborskega društva gradbenih inženirjev in tehnikov Janez Bojc, dipl. inž. gradb., je v svojem nagovoru udeležencem posvetovanja nakazal razloge pristopa k obnovi zgradb,

ki so ekonomske in kulturne narave ter jih je strnil v:

- očuvanje kulturne dediščine,
- obnavljanje družbenega premoženja,
- zmanjševanje potrošnje in
- čuvanje okolja.

Ker gre za informiranje o postopkih sanacij na že izvršenih primerih, je vrednost zbranih referatov in interdisciplinarnost obravnave tematike toliko bližja potrebam današnjega časa.

Predstavniki skupščine mesta Maribor Rajko Kramberger je poudaril stališče, da je skrajni čas, da se zavemo vrednosti in pomena prostora in njegove porabe. Pri tem igra pomembno vlogo obnova in smotrna izraba starih zgradb.

Rektor mariborske univerze dr. Dali Džonlagić je poudaril, da smo doslej delali veliko krivico svoji kulturni dediščini ter s tem zanemarjali veliko bogastvo. Čas je za popravni izpit, opravili pa ga bomo s sanacijo objektov in s tem rešili kulturno dediščino, ki je tudi del evropskega kulturnega bogastva.

Po uvodnih pozdravih se je v dveh dneh intenzivnega dela posvetovanja zvrstilo 52 referatov, ki so z vseh strani osvetili naše dosedanje dosežke na področju reševanja razpadajočih objektov. Strokovnjaki z vseh področij gradbenih smeri, arhitekti, konstruktorji, gradbeni izvajalci, fiziki, kemiki ter proizvajalci gradbenih in zaščitnih materialov so skupaj z umetnostnimi zgodovinarji in drugimi posredovali iz svojih bogatih izkušenj v besedi in sliki posamezne primere in metode uspešnih sanacij širom po Jugoslaviji.

Poročevalci na posvetovanju so bili iz delovnih organizacij gradbeništva, inštitutov, zavodov in fakultet. Sodelovali so med drugimi zavodi za spomeniško varstvo, Gradbeni inštitut Zagreb, ZRMK Ljubljana, IMS Beograd, Geoexpert Zagreb, gradbene fakultete vseh naših univerz in številni drugi. Iz zamejstva sta sodelovala strokovnjaka iz inštituta za urbanizem tehniške fakultete iz Gradca ter predsednik mednarodne konference mest.

Organizatorjem posvetovanja je uspelo zbrati pred posvetovanjem vse referate ter jih objaviti v dveh obsežnih zbornikih na 660 straneh. Materiali so na primer strokovni višini, podani pa so dovolj izčrpno, tako da lahko rabijo kot delovni pripomoček v praksi. Kvaliteta zbranega in objavljenega materiala je razvidna že iz dejstva, da je bilo 400 natisnjenih izvodov zbornika v dveh dneh razprodanih ter bo treba oskrbeti nov ponatis materialov.

Vzporedno s posvetovanjem je bil za udeležence organiziran ogled Maribora in njegovih naporov

za revitalizacijo starega mestnega predela. Na razstavi v prostorih VTS so bili na vpogled ustrezni dokumenti in načrti ter prikazani nekateri zaščitni materiali, ki se uporabljajo pri sanacijah.

Tretji dan posvetovanja je bila ob ogledu mesta Gradec v sosednji Avstriji prikazana vrsta uspešnih sanacij, ki jih izvajajo naši sosede po načelu: s kratkimi koraki do lepšega mesta.

Na posvetovanju je komisija za sklepe predložila udeležencem zaključke in sklepe, ki so bili soglasno sprejeti. Zaključna listina se glasi: Na iniciativo DGIT Maribor je bilo v organizaciji SGIT Jugoslavije, ZDGIT Slovenije in DGIT Maribor posvetovanje o sanaciji zgradb. Pokrovitelja posvetovanja sta bila Splošno združenje gradbeništva in industrije gradbenega materiala Gospodarske zbornice Jugoslavije in skupščina mesta Maribor.

Na posvetovanju je bilo podanih 52 referatov iz naslednjih področij: zakonodaja o sanacijah objektov, sanacija starih urbanih središč, obnova mostov, popravilo novejših objektov, sanacija objektov poškodovanih po potresu.

Na posvetu je bilo 300 udeležencev. Udeleženci so bili enotni v oceni, da strokovna posvetovanja na taki ravni uspešno prispevajo k izmenjavi izkušenj, kar je še posebej potrebno na tem zelo kompleksnem in občutljivem področju gradbeništva.

Sprejeti zaključki posvetovanja so naslednji:

1. Predpisi, ki urejajo gradnjo objektov, so prilagojeni novogradnjam in ne obravnavajo sanacij. Zato je nujno izdelati dodatne predpise. Dokler teh ni, je smiselno dopustiti odstopanja, ki jih pogojuje narava sanacij.

2. Zavodi za spomeniško varstvo imajo popisane in kategorizirane objekte kulturne vrednosti. Njihova sanacija ne napreduje tako, kot je želele. Zagotoviti je treba zadostna finančna sredstva in izdelati plan sanacij v skladu z razpoložljivimi sredstvi, sanacije pa izvajati v skladu s strokovnimi, kulturnimi in tehnološkimi kriteriji.

3. Pri potresnih sanacijah objektov, ki niso spomeniško zaščiteni, so postopki že dokaj sistematizirani. Izdelati je treba standarde za metodologijo popisa poškodb po načelih, prikazanih v referatih posvetovanja. Enotna jugoslovanska metodologija bo omogočila primerljivost sanacijskih predlogov in stroškov.

4. Nekaterih objektov ni mogoče obravnavati šablonsko. Zanje so potrebne posebne študije in njim prilagojeni tehnološki postopki. To velja zlasti za konstrukcije temeljev in izboljšanje temeljnih tal.

5. Upravljalca objekta mora v rednih časovnih obdobjih objekt pregledati, ga redno vzdrževati in o tem poročati določenemu organu. Uzakoniti je treba nadzor nad stanjem objektov in odgovornost zanje.

6. Standardov za uporabo materialov za sanacije nimamo. Nujno jih je sprejeti, zlasti še za nove materiale, kot so smole in podobno. Njihova uporaba pogosto iz tehničnih in drugih razlogov ni upravičena.

7. Uporaba bivalnega prostora ne sme biti naključna in prepuščena finančni možnosti posameznikov in skupin. Nujni so objektivni kriteriji za uporabo bivalnega prostora.

8. V cilju racionalizacije in boljše kakovosti sanacijskih del je nujno uskladiti delo gradbenih inštitutov, univerz in drugih ter njihova prizadevanja na tem področju smiselno usklajevati.

9. Potrebno je ustanoviti sekcije za sanacije, v njih pa povezati konservatorje, arhitekte, gradbenike in vse, ki sodelujejo pri sanacijah.

10. Prakso posvetovanj o sanacijah je treba nadaljevati v primernih časovnih presledkih.

11. Predpisati je treba kriterije za predhodne preiskave objektov, ki jih je treba sanirati, ter na osnovi preiskav izdelati projekt, usklajen z ekonomskimi, tehničnimi in družbenimi načeli.

12. Za sanacijo objektov je potrebno dodatno strokovno znanje. V učne programe strokovnih šol je treba na vseh stopnjah vnesti kot učno snov tehnologijo in druge osnove sanacije zgradb.

13. Za točnejše določanje potresne nevarnosti je nujno izdelati novo seizmično karto Jugoslavije na osnovi probabilitetnega pristopa z upoštevanjem verjetne povratne dobe potresov različne intenzitete za posamezna področja.

14. Za določene objekte na seizmičnih področjih je nujno ugotoviti njihovo seizmično odpornost in po potrebi s preventivno zaščito povečati njihovo seizmično odpornost. Seizmično odpornost je treba ugotoviti po principu podobnosti z dinamično obremenilno preiskušnjo na stavbah, ki so namenjene rušenju.

15. Zaradi znatnega števila poškodb in potrebnih popravil na novih objektih, ki so posledica nezadovoljivih projektov, predlagajo udeleženci posvetovanja ponovno uzakonitev revizijskih komisij v vseh republikah.

Ob koncu posvetovanja je ocenil posvetovanje znani jugoslovanski gradbeni strokovnjak in tudi v tujini ugleden znanstvenik prof. dipl. inž. gradb. Sergej Bubnov z naslednjimi besedami: »Z zaključki dvodnevnega posvetovanja se strinjamo, bilo je zelo koristno. Vse priznanje organizatorjem! Imeli smo priložnost seznaniti se s konkretnimi sanacijami objektov, kar je po mojem najbolj konkretno in koristno posvetovanje v zadnjem času.«

Posvetovanje so z zanimanjem spremljali novinarji Dela, mariborskega Večera ter Radia in TV Maribor. S potekom posvetovanja in zaključki so prek svojih medijev seznanjali široko javnost.

## Model betona s tetraedriskimi elementi\*

UDK 666.97:620.17

### 1.0. UVOD

Pri rešitvi kateregakoli problema, elastičnega ali plastičnega, moramo zadovoljiti določene pogoje, ki se nanašajo na ravnotežje kakega elementa in na pogoj kontinuitete materiala. Porazdelitve napetosti in deformacij morajo biti takšne, da na robovih ustrezajo predpisanim zunanjam silam in deformacijam.

Na kratko so ti pogoji naslednji:

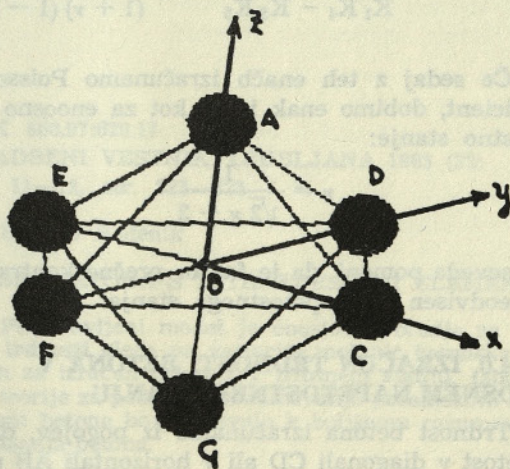
- ravnotežne enačbe morajo biti povsod zadovoljene;
- deformacije morajo biti kompatibilne z zahtevami materialov;
- elastično napetostno-deformacijsko razmerje mora biti zadovoljeno (Hookov zakon);
- integracija napetosti in deformacij mora dati komponente sil, ki so v ravnotežju z zunanjimi obremenitvami (sile, pomiki).

Točna rešitev tridimenzionalnega problema nas sooča z mnogimi težavami in često moramo delati kompromise in se zadovoljiti s poenostavljeno rešitvijo. V glavnem so težave vedno z interpretacijo oz. formulacijo problema, kako neki fizikalen problem prevedemo v matematično obliko.

### 2.0. SPLOŠNA REŠITEV PROBLEMA

Začnimo z modeliranjem betona kot tetraedalen okvir, kjer si konstrukcije okvira predstavljamo z:

- agregatom (kamen) in s
- cementno malto.



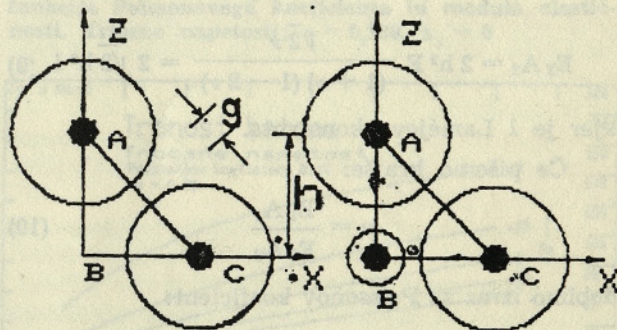
Slika 1. Osnovni model tetraedra

Avtor: Dr. Branko Bedenik, dipl. inž. gradb., VTŠ Maribor, Smetanova 17, Maribor

\* Opisano delo je bilo izvršeno na Imperial College of Science and Technology, London, England v okviru doktorske disertacije: »Concrete under triaxial stresses and temperature change«, London, 1983.

Dr. BRANKO BEDENIK

Agregat naj bo idealna krogla, ki je centrirana v zunanjih točkah okvira (sl. 1), torej v točkah A, C, D, E, F in G. Cementna malta naj izpolni vso praznino med krogli tako, da dobimo trden blok. Ta model bomo imenovali »enostaven model«, če pa dodamo v točki B še notranjo kroglo, dobimo »model« (sl. 2).



Slika 2. Definicija »enostavnega modela« in »modela«

Iz osnovne geometrije dobimo razmerje polmera krogle glede na višino modela  $h$  in razdaljo med krogli  $g$ :

$$R_s = \frac{\sqrt{2}h - g}{2} \quad (1)$$

ali z oznako:

$$k = \frac{g}{h} \quad (2)$$

tudi končno relacijo

$$R_s = \frac{h}{2} (\sqrt{2} - k) \quad (3)$$

kjer je  $k$  seveda funkcija mešanice betona in je ovrednotena kot:

$$k = \sqrt{2} - 1,720^3 \sqrt[3]{V_a} \quad (4)$$

kjer je

$$V_a = \frac{V_s}{V_p} = 0,446 - 0,555 \quad (5)$$

torej razmerje prostornine najdebelejšega kamna proti celotni prostornini betona.

Razmerje modula elastičnosti kamna ( $E_s$ ) in malte ( $E_m$ ) bomo označili z  $n$ :

$$n = \frac{E_s}{E_m} \quad (6)$$

in iz razmerja enakosti deformacij v diagonalah dobimo izraze za  $E_1$  in  $E_2$ , to je ekvivalentni modul elastičnosti v vertikali in v diagonalah:

$$E_1 = E_m \frac{2n}{\sqrt{2} + 0,586n + k(n-1)} \quad (7)$$

$$E_2 = E_m \frac{\sqrt{2}n}{\sqrt{2} + k(n-1)}$$

Iz napetostno deformacijskih pogojev na okviru z vključitvijo ravnotežnih enačb dobimo izraze za togosti posameznih palic:

$$E_1 A_1 = 2h^2 E \frac{1-3\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} = 2h^2 \lambda \frac{1-3\nu}{\nu} \quad (8)$$

$$E_2 A_2 = 2h^2 E \frac{\sqrt{2}\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} = 2\sqrt{2}h^2 \lambda \quad (9)$$

kjer je  $\lambda$  Laméjeva konstanta.

Če pišemo krajše:

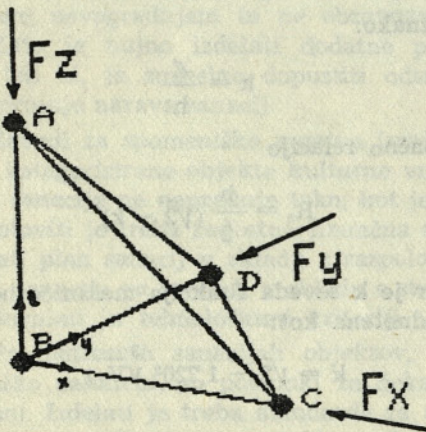
$$\kappa = \frac{E_1 A_1}{E_2 A_2} \quad (10)$$

dobimo izraz za Poissonov koeficient:

$$\nu = \frac{1}{\sqrt{2}\kappa + 3} \quad (11)$$

### 3.0. UVEDBA TRIAKSIALNIH NAPETOSTI

Razmerja sil (oz. napetosti) v, x in y smeri bomo po spodnji sliki (3) definirali kot:



Slika 3. Definicija triaksialnih napetosti

$$k_x = \frac{F_x}{F_z} \quad (12)$$

$$k_y = \frac{F_y}{F_z}$$

Iz ravnotežnih pogojev z metodo superpozicije dobimo sile v posameznih palicah okvira. Tako je npr. sila v diagonali CD:

$$F_{DC} = \varepsilon E_2 A_2 \left[ \frac{1-\nu}{2} (k_x + k_y) - \nu \right] \quad (13)$$

Poglejmo, kdaj bo sila v diagonali nič (torej se bo tlak spremenil v nategl). Očitno je, da mora biti izraz v oglatem oklepaju nič in dobimo:

$$k_x + k_y = \frac{2\nu}{1-\nu} \quad (14)$$

Iz enačbe (14) vidimo, da je pri hidrostatskem pritisku Poissonov koeficient 0,50 in zato  $k_x + k_y = 2$ , potrjuje pravilnost enačb.

Ravnotežne enačbe v točkah A in C so sedaj:

$$\frac{F_z}{\varepsilon} = E_1 A_1 K_1 + \sqrt{2} E_2 A_2 K_2 \quad (15)$$

$$k_x \cdot \frac{F_z}{\varepsilon} = E_1 A_1 K_3 + \sqrt{2} E_2 A_2 K_4$$

kjer so konstante

$$K_1 = 1 - \nu(k_x + k_y)$$

$$K_2 = (1 - \nu) + \frac{1-3\nu}{2}(k_x + k_y)$$

$$K_3 = k_x - \nu(1 + k_y) \quad (16)$$

$$K_4 = \frac{1-\nu}{2}(1 + 2k_x + k_y) - \nu(1 + k_y)$$

Enačbe (8) in (9) dobijo sedaj novo obliko:

$$\varepsilon E_2 A_2 = F_z \cdot \frac{k_x K_1 - K_3}{\sqrt{2}(K_1 K_4 - K_2 K_3)} =$$

$$= F_z \frac{2\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} \quad (17)$$

$$\varepsilon E_1 A_1 = F_z \cdot \frac{K_4 - k_x K_2}{K_1 K_4 - K_2 K_3} = F_z \frac{1-3\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} \quad (18)$$

Če sedaj z teh enačb izračunamo Poissonov koeficient, dobimo enak izraz kot za enoosno napetostno stanje:

$$\nu = \frac{1}{\sqrt{2}\kappa + 3} \quad (11)$$

kar seveda pomeni, da je faktor prečne kontrakcije neodvisen od napetostnega stanja.

### 4.0. IZRAČUN TRDNOSTI BETONA V TRIOSNEM NAPETOSTNEM STANJU

Trdnost betona izračunamo iz pogojev, da je napetost v diagonali CD ali v horizontali AB povzročila deformacijo, ki je predpisana kot pretežna deformacija.

Končna deformacija je lahko npr. predpisana v linearni obliki:

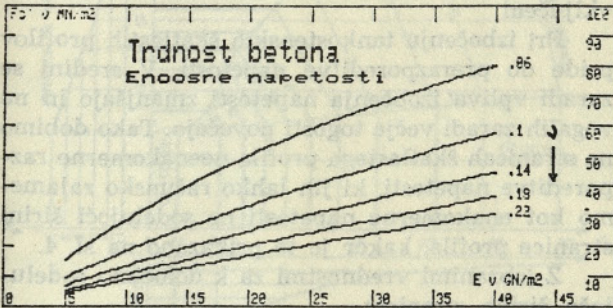
$$\varepsilon_{tL} = \left( 2 - \frac{f'_c}{100} \right) \cdot 10^{-4} \quad (19)$$



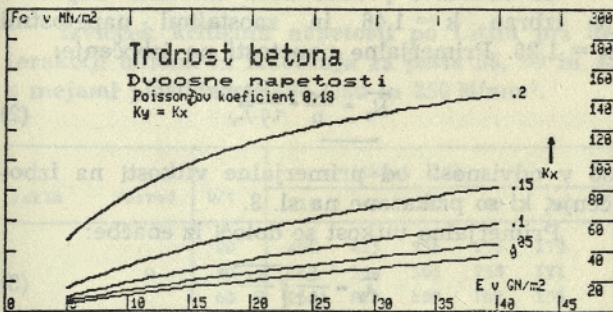
kjer je  $f'_c$  marka betona. Enačba (12) se dobro prilega merjenim rezultatom pri višjih trdnostih in je nekoliko prenizka pri slabih trdnostih.

Če npr. iščemo maksimalno deformacijo diagonalne CD, dobimo naslednje trdnost betona:

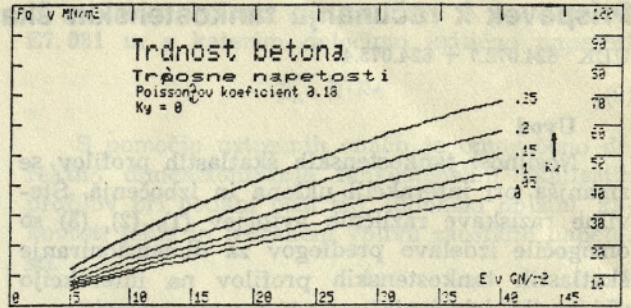
$$f'_c = \frac{200 E}{E - 1000 K_5}$$



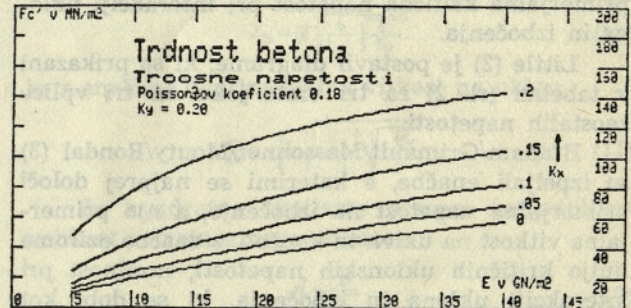
Slika 4. Trdnost betona po tetraedriskem modelu kot funkcija Poissonovega koeficienta in modula elastičnosti. Enosne napetosti



Slika 5. Trdnost betona po tetraedriskem modelu kot funkcija Poissonovega koeficienta in modula elastičnosti. Biaksialne napetosti pri  $\nu = 0,180$



Slika 6. Trdnost betona po tetraedriskem modelu kot funkcija Poissonovega koeficienta in modula elastičnosti. Triosne napetosti;  $\nu = 0,180, k_y = 0$



Slika 7. Trdnost betona po tetraedriskem modelu kot funkcija Poissonovega koeficienta in modula elastičnosti. Triosne napetosti;  $\nu = 0,180, k_y = 0$

kjer je E modul elastičnosti in konstanta  $K_5$

$$K_5 = \nu - \frac{1 - \nu}{2}(k_x + k_y) \quad (21)$$

Z variacijo  $k_x$  in  $k_y$  bomo za različne module elastičnosti ovrednotili trdnost betona, kar je prikazano v slikah (4), (5), (6) in (7).

UDK 666.97:620.17

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1983 (32)  
Št.: 11—12, str. 223—225

dr. Branko Bedenik

MODEL BETONA S TETRAEDRSKIMI ELEMENTI

Predstavljeni model je enostavno orodje za izračun trdnosti glede na variacije mešanic betonske mase in za izračun trdnosti v triosnem stanju. Izboljšanje teorije za podrobno razumevanje posameznih komponent betona bo prispevalo k boljšemu razumevanju obnašanja betona.

UDC 666.97:620.17

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1983 (32)  
No.: 11—12, p. p. 223—225

dr. Branko Bedenik

SUMMARY

A general relations between cement mortar and aggregate and stress and strain behaviour implemented in an original tetrahedral frame is presented in this paper.

Tetrahedral frame theory is an easy method for the ultimate strength calculations by the variation of a concrete mix parameters.

A refinement of the theory to a detail understanding of the constituent materials should contribute to a better knowledge of a concrete behaviour.

## Prispevek k računanju tankostenskih škatlastih profilov

UDK 624.072.7 + 624.075.4

Dr. ŠTEFAN FAITH

### Uvod

Nosilnost tankostenskih škatlastih profilov se zmanjša pri interakciji uklona in izbočenja. Številne raziskave različnih avtorjev (1), (2), (3) so omogočile izdelavo predlogov za dimenzioniranje škatlastih tankostenskih profilov na interakcijo uklona in izbočenja.

V DAST Ri 012 je postavljen interakcijski diagram (sl. 1), na katerem se z ločenim izračunom primerjalnih vitkosti na uklon in izbočenje določa primerjalna kritična napetost pri interakciji uklona in izbočenja.

Little (2) je postavil diagrame, ki so prikazani v tabelah (sl. 2) za tri vrste jekel in tri vplive zaostalih napetosti.

Braham/Grimault/Massonnet/Mouty/Rondal (3) so izpeljali enačbe, s katerimi se najprej določi primerjalna napetost na izbočenje, z njo primerjalna vitkost na uklon in končno, z enačbo oziroma linijo kritičnih uklonskih napetosti, nosilnost pri interakciji uklona in izbočenja, ki se dobi kot produkt koeficienta uklona, napetosti na izbočenje in prečnega prereza profila.

Na podlagi dosedanjih izsledkov in izdelanih predlogov za dimenzioniranje je izdelan postopek za direktno dimenzioniranje škatlastih palic pri podani osni sili, uklonski dolžini, kakovosti jekla in izbranim vplivom zaostalih napetosti. Kot v (3) se določi uklonska vitkost s pomočjo primerjalne kritične napetosti na izbočenje. Z množenjem sile na izbočenje s koeficientom uklona se dobi nosilnost škatlaste palice pri interakciji uklona in izbočenja. Za določanje primerjalne napetosti na izbočenje sta prikazani krivulji, ki upoštevata vpliv zaostalih napetosti.

V nadaljevanju bo prikazan predlagani postopek, ki ga bomo na računskih primerih primerjali z drugimi navedenimi postopki.

### Vpliv izbočenja na nosilnost

Vpliv izbočenja na nosilnost je zajet z dvema koeficientoma, ob upoštevanju predloga za dimenzioniranje Littla, Massonneta in dr. ter po DAST Ri 012 kakor tudi preizkusov Moxhama na ploščah in ostalih avtorjev na kratkih škatlastih palicah (1).

Na sl. 3 sta izbrani krivulji primerjani s krivuljami iz preizkusov in predlogov ostalih avtorjev.

Za škatlasti profil brez zaostalih napetosti se krivulja začne pri primerjalni vitkosti na izbočenje  $\lambda_v = 0,768$  in poteka skupaj s krivuljo po Masson-

netu in dr. Spodnja krivulja, ki zajema vpliv zaostalih napetosti, se začne pri  $\lambda_v = 0,663$ , in poteka ob spodnjih vrednostih iz preizkusov Moxhama (1). Z obema krivuljama so profili brez napetosti in z zaostalimi napetostmi zadovoljivo vključeni.

Pri izbočenju tankostenskih škatlastih profilov pride do prerazporeditve napetosti. V sredini se zaradi vpliva izbočenja napetosti zmanjšajo in na vogalih zaradi večje togosti povečajo. Tako dobimo na straneh škatlastega profila neenakomerne razporeditve napetosti, ki jih lahko računsko zajamemo kot enakomerne napetosti na sodelujoči širini stranice profila, kakor je to prikazano na sl. 4.

Z izbranimi vrednostmi za  $k$  določimo sodelujočo širino stranice:

$$b_c = k \cdot t \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_v}} \quad (1)$$

Za škatlaste profile brez zaostalih napetosti je izbran  $k = 1,46$  in zaostalih napetostmi  $k = 1,26$ . Primerjalne napetosti na izbočenje:

$$\bar{N}_v = \frac{b_c}{b} = \frac{k}{1,9 \cdot \lambda_v} \quad (2)$$

so v odvisnosti od primerjalne vitkosti na izbočenje, ki so prikazane na sl. 3.

Primerjalna vitkost se določi iz enačbe:

$$\bar{\lambda}_v = \frac{b}{1,9 \cdot t} \sqrt{\frac{\sigma_v}{E}} \quad (3)$$

kjer so  $b$  širina,  $t$  debelina stanice in  $\sigma_v$  napetosti na meji plastičnosti.

Sodelujoči prerez je za različne širine in debeline stranic škatlastega prereza:

$$A_m = 2 (b_{e1} \cdot t_1 + b_{e2} \cdot t_2) \quad (4)$$

ter kritična sila zaradi izbočenja pa:

$$N_B = A_m \cdot \sigma_v \quad (5)$$

Določanje stabilnosti na uklon izvedemo ob upoštevanju primerjalne napetosti na izbočenje

$$\lambda_B = \pi \sqrt{\frac{E \cdot A}{N_B}} \quad (6)$$

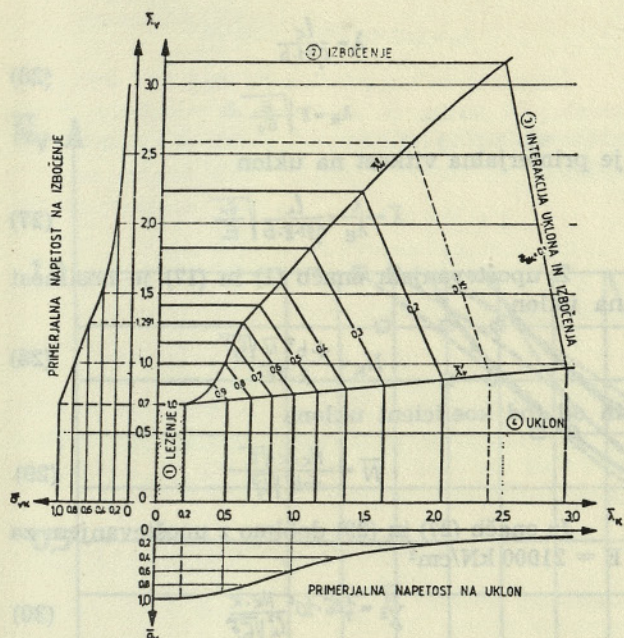
### Stabilnost na uklon

Z vitkostjo palice in primerjalno vitkostjo na izbočenje po enačbi (6) določimo primerjalno vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \lambda / \lambda_B \quad (7)$$

Koeficient redukcije za izračun kritičnih napetosti na uklon izračunamo po enačbi iz (3)

$$\bar{N} = \frac{1 + 0,206(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2}{2\bar{\lambda}^2} - \frac{1}{2\bar{\lambda}^2} \sqrt{[1 + 0,206(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]^2 - 4\bar{\lambda}^2} \quad (8)$$



Slika 1

Izvleček kritičnih napetosti po Littlu pri interakciji uklona in izbočenja za jekla 55, 50 in 43 z mejami plastičnosti 450, 350 in 250 N/mm<sup>2</sup>.

Jeklo	Razred	b/t	vitkost l/i				
			10	40	60	80	100
55	O	20	450	413	356	258	179
		40	362	339	303	238	171
		60	254	222	189	162	136
		80	204	181	156	131	106
	P	20	450	395	343	254	177
		40	328	308	279	226	167
		60	239	209	179	148	127
		80	195	174	151	126	103
	Q	20	450	373	313	242	173
		40	297	280	256	213	162
		60	223	196	169	139	112
		80	185	165	144	121	100
50	O	20	350	324	292	232	169
		40	310	292	266	219	164
		60	174	156	136	115	96
		80	164	148	129	110	92
	P	20	350	305	277	225	166
		40	283	267	245	207	159
		60	164	148	129	110	92
		80	153	138	121	104	88
	Q	20	256	243	225	194	153
		40	153	138	121	104	88
		60	153	138	121	104	88
		80	153	138	121	104	88
43	O	20	250	233	216	188	150
		40	237	225	209	183	148
		60	138	126	111	97	89
		80	138	126	111	97	89
	P	20	250	218	199	176	144
		40	221	211	197	174	143
		60	127	117	103	90	77
		80	127	117	103	90	77
	Q	20	250	218	186	151	125
		40	202	179	160	145	125
		60	116	107	95	83	71
		80	116	107	95	83	71

Slika 2

ki ga lahko dobimo tudi iz linije A po JUS. U. E7.081 in s katerim določimo kritično napetost

$$N_k = \bar{N} \cdot N_B \tag{9}$$

S pomočjo ustreznih enačb je omogočeno direktno dimenzioniranje tankostenskih škatlastih profilov pri podani osni sili, uklonski dolžini, kakovosti jekla in izbranem vplivu zaostalih napetosti.

**Dimenzioniranje škatlastih palic na interakcijo uklona z izbočenjem**

Z enačbama (1) in (6) je primerjalna vitkost na izbočenje

$$\lambda_B = \pi \sqrt{\frac{b}{k \cdot t} \sqrt{\frac{E}{6v}}} \tag{10}$$

in z enačbo (7) primerjalna vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{k \cdot t}{b} \sqrt{\frac{E}{6v}}} \tag{11}$$

Za kvadratne škatlaste prereze je približna velikost vztrajnostnega polmera

$$i = \frac{b}{\sqrt{6}} \tag{12}$$

ki ne odstopa za več kot 12% od navedene vrednosti tudi pri odnosu stranic 1:3.

Z vitkostjo

$$\lambda = \frac{l_k}{0,41 \cdot b} \tag{13}$$

dobimo iz enačbe (11) debelino stranice

$$t = \left( \frac{\lambda \cdot \pi}{l_k} \right)^2 \frac{0,168 \cdot b^3}{k} \sqrt{\frac{E}{6v}} \tag{14}$$

Na drugi strani je z enačbo (9) za nosilnost palice

$$N_k = \bar{N} \cdot A_m \cdot \sigma_v \tag{15}$$

s sodelujočim prerezom škatlastega profila

$$A_m = 4 \cdot b_e \cdot t \tag{16}$$

in sodelujočo širino stranice

$$b_e = k \cdot t \sqrt{\frac{E}{6v}} \tag{17}$$

potrebna debelina stranice

$$t = \sqrt{\frac{N_k}{4 \cdot k \cdot \bar{N} \sqrt{E6v}}} \tag{18}$$

Potrebni prerez stranice določimo s pomočjo enačbe (14) in (18) ob upoštevanju modula elastičnosti  $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

$$b \cdot t = 0,0231 \sqrt{\frac{N_k (l_k)^2}{\bar{N} \lambda}} \frac{1}{k \sqrt{6v}} \tag{19}$$

V zgornji enačbi je  $N_k$  ponderirana osna sila,  $l_k$  uklonska dolžina,  $\bar{\lambda}$  primerjalna vitkost na uklon,  $\bar{N}$  koeficient redukcije za določanje kritičnih nape-

tosti po liniji A iz JUS U.17.081 in k koeficient za upoštevanje zaostalih napetosti.

Najmanjšo vrednost za  $b \cdot t$  dobimo, ko je produkt  $\bar{N} \cdot \bar{\lambda}$  največji, kar velja za  $\bar{\lambda} = 1,0$  in  $\bar{N} = 0,675$ . Tako je

$$b \cdot t = 0,003 \sqrt[3]{\frac{(N_k \cdot l_k)^2}{k \cdot \sqrt{\sigma_v}}} \quad (20)$$

minimalni prerez stranice.

Potrebna debelina stranice je iz enačbe (18) z  $\bar{N} = 0,675$  in  $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

$$t = 0,0506 \sqrt{\frac{N_k}{k \cdot \sqrt{\sigma_v}}} \quad (21)$$

Z enačbama (20) in (21) določimo potrebno širino stranice za minimalni prerez

$$b = 0,0596 \sqrt[6]{N_k \cdot l_k^4 \cdot k \cdot \sqrt{\sigma_v}} \quad (22)$$

Pri podani širini škatlastega prereza ni več odločujoča maksimalna vrednost  $\bar{N} \cdot \bar{\lambda}$  za določanje najugodnejšega prereza; njihove vrednosti dobimo z izvajanjem iz enačb (14) in (18)

$$b = \sqrt[6]{\frac{N_k \cdot k \cdot l_k^4 \cdot \sqrt{\sigma_v}}{\bar{N} \cdot \bar{\lambda}^4 \cdot \pi^4 \cdot 0,111 \cdot E \cdot E}} \quad (23)$$

iz katere dobimo, da je produkt

$$\bar{N} \cdot \bar{\lambda}^4 = 3,03 \cdot 10^{-8} \frac{N_k \cdot l_k^4 \cdot k \cdot \sqrt{\sigma_v}}{b^6} \quad (24)$$

upoštevajoč modul elastičnosti  $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$ .

Za lažji izračun so nekatere vrednosti  $\bar{N} \cdot \bar{\lambda}^4$  podane v tabeli 1.

$\bar{\lambda}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$\bar{N}$	1,0	1,0	0,978	0,953	0,923	0,885
$\bar{N} \cdot \bar{\lambda}^4$	0,0	0,002	0,008	0,024	0,058	0,115
$\bar{\lambda}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
$\bar{N}$	0,845	0,796	0,739	0,675	0,606	0,54
$\bar{N} \cdot \bar{\lambda}^4$	0,203	0,326	0,485	0,675	0,887	1,12

Natančnejše vrednosti za  $\bar{N}$  in  $\bar{\lambda}$  določimo iz tabele za linijo A po JUS U.E.7.081.

Debelino stene določimo iz enačbe (18)

$$t = \sqrt{\frac{N_k}{4k \cdot \bar{N} \cdot \sqrt{E \cdot \sigma_v}}} = 0,0415 \sqrt{\frac{N_k}{k \cdot \bar{N} \cdot \sqrt{\sigma_v}}} \quad (25)$$

V vseh enačbah so količine podane v kN in cm. Za druge enote lahko osnovne enačbe preračunamo.

Veljavnost enačb je v področju  $b > b_e$ . Če postane  $b_e > b$ , se minimalni prerez določi po naslednjih enačbah.

### Dimenzioniranje škatlastih palic na uklon

Kadar je  $b_e > b$ , se račun za dimenzioniranje prereza ponovi. Izvedene bodo enačbe, ki omogočajo direktno dimenzioniranje. Izhajamo iz enačb za vitkost in nosilnost na uklon.

$$\lambda = \frac{l_k}{0,41 \cdot b} \quad (26)$$

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_v}}$$

je primerjalna vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{l_k}{0,41 \cdot \pi \cdot b} \sqrt{\frac{\sigma_v}{E}} \quad (27)$$

Z upoštevanjem enačb (1) in (17) je nosilnost na uklon

$$N_k = \frac{4 \cdot b^2 \cdot \bar{N} \cdot \sqrt{\sigma_v}^3}{k \cdot \sqrt{E}} \quad (28)$$

in od tod koeficient uklona

$$\bar{N} = \frac{N_k \cdot k \cdot \sqrt{E}}{4 \cdot b^2 \cdot \sqrt{\sigma_v}^3} \quad (29)$$

Iz enačb (27) in (29) dobimo z upoštevanjem za  $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

$$\frac{\bar{N}}{\bar{\lambda}^2} = 1,26 \cdot 10^6 \frac{N_k \cdot k}{l_k^2 \cdot \sqrt{\sigma_v}^5} \quad (30)$$

in

$$b = \frac{l_k \cdot \sqrt{\sigma_v}}{186,7 \cdot \bar{\lambda}} \quad (31)$$

Tako dobimo najmanjši potrebni prerez za škatlaste nosilce, ki niso podvrženi predčasnemu izbočenju. V tabeli 2 so podane vrednosti za  $\bar{\lambda}$  v odnosu  $\bar{N}/\bar{\lambda}^2$ , s katerimi je olajšano iz vrednotenje. Natančne vrednosti za  $\bar{\lambda}$  lahko izračunamo iz tabele A po JUS U.E.7.081.

Debelino stene določimo iz enačbe

$$t = \frac{b}{k} \sqrt{\frac{\sigma_v}{E}} \quad (32)$$

Računski postopek za določanje prereza škatlastih palic na uklon ali na interakcijo uklona in izbočenja bo prikazan na primerih.

$\bar{\lambda}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\bar{N}/\bar{\lambda}^2$	=	100	25	10,87	5,96	3,69	2,46	1,72	1,24
$\bar{\lambda}$	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
$\bar{N}/\bar{\lambda}^2$	0,91	0,675	0,5	0,375	0,284	0,218	0,169	0,133	0,106
$\bar{\lambda}$	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3			
$\bar{N}/\bar{\lambda}^2$	0,085	0,07	0,057	0,047	0,039	0,033			

Tabela 2

### 1. Primer

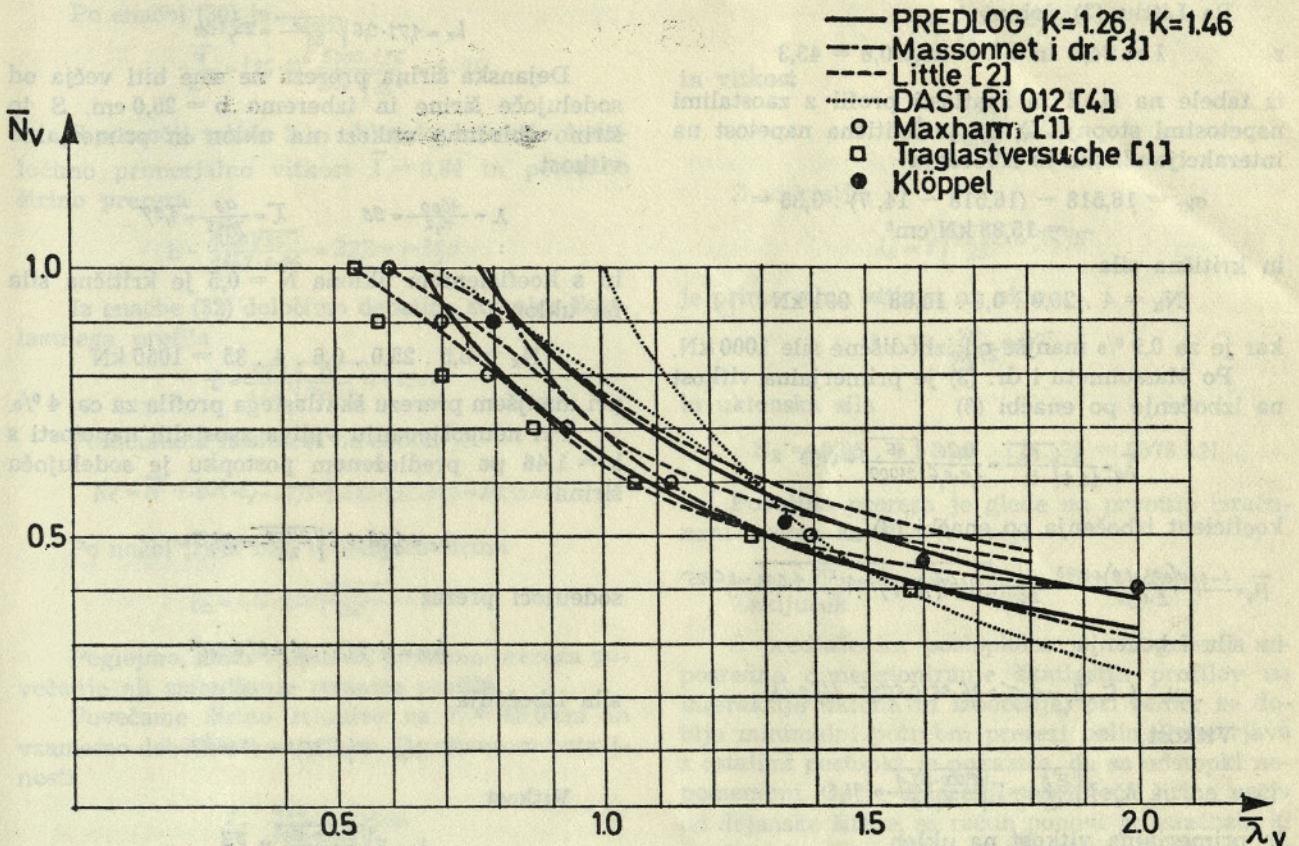
Podani so: Osnova sila, pomnožena s koeficientom ponderacije  $N_k = 1000 \text{ kN}$ , uklonska dolžina palice  $l_k = 1000 \text{ cm}$ , meja plastičnosti

$$\sigma_v = 35 \text{ kN/cm}^2 \text{ in } k = 1,26$$

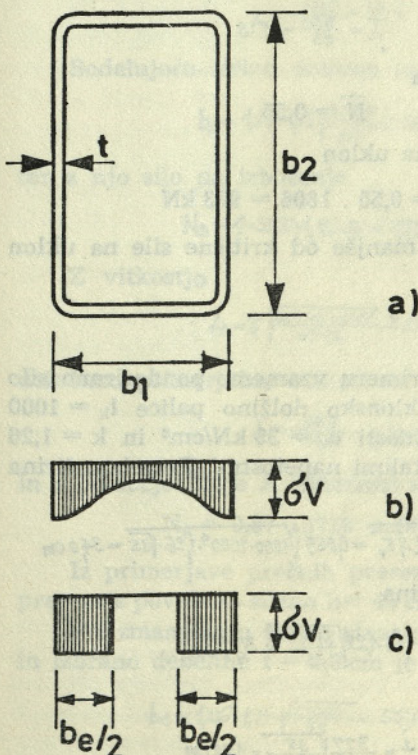
za škatlasti profil z zaostalimi napetostmi.

Iz enačbe (22) določimo širino stranice škatlastega profila

$$b = 0,059 \sqrt[6]{N_k \cdot l_k^4 \cdot k \cdot \sqrt{\sigma_v}} = 0,059 \sqrt[6]{1000 \cdot 1000^4 \cdot 1,26 \cdot \sqrt{35}} = 26,0 \text{ cm}$$



Slika 3



in njeno debelino po enačbi (21).

$$t = 0,0506 \sqrt{\frac{N_k}{K \cdot \sqrt{\sigma_v}}} = 0,0506 \sqrt{\frac{1000}{1,26 \sqrt{35}}} = 0,586 \text{ cm} \approx 0,6 \text{ cm}$$

S tem je zaključeno dimenzioniranje in se lahko izbere ustrezeni profil.

Izračun preverimo z dimenzijami škatlastega profila  $b = 26,0 \text{ cm}$  in  $t = 0,6 \text{ cm}$  po enačbi (1) do (9).

$$b_e = K \cdot t \cdot \sqrt{\frac{E}{\sigma_v}} = 1,26 \cdot 0,6 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 18,52 \text{ cm} < 26,0$$

$$A_m = 4 \cdot b_e \cdot t = 4 \cdot 18,52 \cdot 0,6 = 44,44 \text{ cm}^2$$

$$N_p = A_m \cdot \sigma_v = 44,44 \cdot 35,0 = 1555,5 \text{ kN}$$

$$\lambda_B = \pi \sqrt{\frac{E \cdot A}{N_p}} = \pi \sqrt{\frac{21000 \cdot 624}{1555,5}} = 91,18$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i} = \frac{1000 \cdot \sqrt{6}}{26} = 94,2 \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_B} = \frac{94,2}{91,18} = 1,03$$

iz tabele A po JUS U.17.081

$$\bar{N} = 0,654$$

$$N_k = 0,654 \cdot 1555,5 = 1017 \text{ kN}$$

kar je za 1,7% večje od izhodiščne vrednosti  $N_k = 1000 \text{ kN}$ .

Rezultat tega izračuna primerjamo z drugimi navedenimi postopki.

Slika 4. Tankostenski škatlasti profil: a) dimenzije prereza, b) razporeditev napetosti po prerezu, c) so-delujoča širina stranice

Po Littlu (2) dobimo

$$z \quad \lambda = 94,2 \text{ in } b/t = 26,0/0,6 = 43,3$$

iz tabele na sl. 2 za škatlasti profil z zaostalimi napetostmi stopnje Q, da je kritična napetost na interakcijo uklona in izbočenja

$$\sigma_{kr} = 16,518 - (16,518 - 14,7) \cdot 0,33 = 15,88 \text{ kN/cm}^2$$

in kritična sila

$$N_k = 4 \cdot 26,0 \cdot 0,6 \cdot 15,88 = 991 \text{ kN}$$

kar je za 0,9 % manjše od izhodiščne sile 1000 kN.

Po Massonnetu i dr. (3) je primerjalna vitkost na izbočenje po enačbi (3)

$$\bar{\lambda}_v = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\delta v}{E}} = \frac{26,0}{0,6} \sqrt{\frac{35}{21000}} = 0,93$$

koeficient izbočenja po enačbi (8)

$$\bar{N}_v = \frac{1 - 0,67(0,93 - 0,8) + 0,93}{2 \cdot 0,93} - \frac{1}{2 \cdot 0,93} \sqrt{[1 + 0,67(0,93 - 0,8) + 0,93]^2 - 4 \cdot 0,93} = 0,6725$$

in sila izbočenja

$$N_v = A \cdot \delta_v \cdot \bar{N}_v = 4 \cdot 26,0 \cdot 0,6 \cdot 35 \cdot 0,6725 = 1469 \text{ kN}$$

Vitkost

$$\lambda_v = \pi \sqrt{\frac{EA}{N_v}} = \pi \sqrt{\frac{21000 \cdot 62,4}{1469}} = 93,8$$

in primerjalna vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \lambda / \lambda_v = 94,2 / 93,8 = 1,0$$

ter uklonska sila

$$N_k = \bar{N} \cdot N_v = 0,675 \cdot 1469 = 992 \text{ kN}$$

ki je za 0,8 % manjša od izhodiščne sile.

Po DAST Ri 012 je primerjalna vitkost na izbočenje

$$\bar{\lambda}_v = \sqrt{\frac{\delta v}{\delta v_{ki}}} = \sqrt{\frac{35}{40,47}} = 0,93$$

Vitkost na uklon

$$\lambda_k = \frac{l_k}{t} = 94,2$$

in primerjalna vitkost na uklon

$$\bar{\lambda}_k = \frac{\lambda_k}{\lambda_E} = \frac{94,2}{76,95} = 1,224$$

Na sl. 1 določimo koeficient za izračun kritične sile na interakcijo uklona in izbočenja

$$\bar{c}_{bk} = 0,43$$

in z njim kritično silo na interakcijo uklona in izbočenja

$$N_k = 4 \cdot 26,0 \cdot 0,6 \cdot 35 \cdot 0,43 = 939 \text{ kN}$$

kar je manjše za 6,1 % od izhodiščne sile, ker je v DAST Ri 012 uporabljena za uklon linija B.

Po JUS U.E7.081 je sodelujoča širina večja (v njem ni zajet vpliv zaostalih napetosti)

$$b_e = 1,71 \cdot 0,6 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 25,1 \text{ cm}$$

Dejanska širina prereza ne sme biti večja od sodelujoče širine in izberemo  $b = 25,0 \text{ cm}$ . S to širino določimo vitkost na uklon in primerjalno vitkost

$$\lambda = \frac{1000}{10,2} = 98 \quad \bar{\lambda} = \frac{98}{76,95} = 1,27$$

in s koeficientom uklona  $\bar{N} = 0,5$  je kritična sila na uklon

$$N_k = 0,5 \cdot 25,0 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 35 = 1050 \text{ kN}$$

pri manjšem prerezu škatlastega profila za ca. 4 %.

Pri neupoštevanju vpliva zaostalih napetosti s  $k = 1,46$  po predloženem postopku je sodelujoča širina

$$b_e = 1,46 \cdot 0,6 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 21,5 \text{ cm}$$

sodelujoči prerez

$$A_M = 4 \cdot 21,5 \cdot 0,6 = 51,6 \text{ cm}^2$$

sila izbočenja

$$N_B = 51,6 \cdot 35,0 = 1806 \text{ kN}$$

Vitkost

$$\lambda_B = \pi \sqrt{\frac{21000 \cdot 60}{1806}} = 83$$

Primerjalna vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \frac{98}{83} = 1,18$$

koeficient uklona

$$\bar{N} = 0,55$$

in kritična sila na uklon

$$N_k = 0,55 \cdot 1806 = 993 \text{ kN}$$

kar je za 5,7 % manjše od kritične sile na uklon po JUS.

## 2. Primer

V drugem primeru vzamemo ponderirano silo  $N_k = 5000 \text{ kN}$ , uklonsko dolžino palice  $l_k = 1000 \text{ cm}$ , mejo plastičnosti  $\sigma_v = 35 \text{ kN/cm}^2$  in  $k = 1,26$  za profile z zaostalimi napetostmi. Potrebna širina je

$$b = 0,059 \sqrt{N_k \cdot l_k^4 \cdot k \cdot \sqrt{\delta v}} = 0,059 \sqrt{1000 \cdot 1000^4 \cdot 1,26 \cdot \sqrt{35}} = 34,0 \text{ cm}$$

in sodelujoča širina

$$b_e = 1,26 \cdot 1,22 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 37,7 \text{ cm}$$

in debelina

$$t = \frac{37,7}{1,26} \sqrt{\frac{35}{21000}} = 1,22 \text{ cm}$$

Ker je  $b_e > b$ , ponovimo račun samo za uklon brez upoštevanja vpliva izbočenja.

Po enačbi (30) je

$$\frac{\bar{N}}{\lambda^2} = 1,26 \cdot 10^6 \frac{5000 \cdot 1,26}{1000^2 \sqrt{35^5}} = 1,095$$

S pomočjo tabele 2 in uklonske krivulje A določimo primerjalno vitkost  $\bar{\lambda} = 0,84$  in potrebno širino prereza

$$b = \frac{1000 \sqrt{35}}{186,7 \cdot 0,84} = 377 \text{ cm} \approx 38,0$$

Iz enačbe (32) določimo debelino stranice škatlastnega profila

$$t = \frac{377}{1,26} \sqrt{\frac{35}{21000}} = 1,22 \text{ cm}$$

Poračunana nosilnost na uklon je

$$N_k = \bar{N} \cdot 4 \cdot b \cdot t \cdot \sigma_v = 0,775 \cdot 4 \cdot 38,0 \cdot 1,22 \cdot 35,0 = 5030 \text{ kN}$$

Po načbi (1) bi bila sodelujoča širina

$$b_c = 1,26 \cdot 1,22 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 377 \text{ cm}$$

Poglejmo, kako vpliva na površino prereza povečanje ali zmanjšanje stranice profila.

Povečamo širino stranice na  $b = 45,0$  cm in vzamemo debelino  $t = 1,15$  cm. S polmerom vztrajnosti

$$i = \frac{45,0}{\sqrt{6}} = 18,37 \text{ cm}$$

in uklonsko dolžino 1000 cm je vitkost

$$\lambda = \frac{1000}{18,37} = 54,4$$

Sodelujočo širino dobimo iz izraza

$$b_c = 1,26 \cdot 1,15 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 357,5 \text{ cm}$$

ter z njo silo na izbočenje

$$N_b = 4 \cdot 357,5 \cdot 1,15 \cdot 35 = 5716 \text{ kN}$$

Z vitkostjo

$$\lambda_b = \pi \sqrt{\frac{21000 \cdot 207}{5716}} = 86,6$$

določimo primerjalno vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \frac{54,4}{86,6} = 0,63$$

in s pomočjo linije A uklonsko silo

$$N_k = 0,87 \cdot 5716 = 4973 \text{ kN}$$

Iz primerjave prečnih prerezov vidimo, da je prereza s povečano širino  $b = 45$  cm za 13,5 % večji.

Pri zmanjšanju širine stranice na  $b = 31,0$  cm in izbrano debelino  $t = 1,8$  cm je sodelujoča širina

$$b_c = 1,26 \cdot 1,8 \sqrt{\frac{21000}{35}} = 55,6 > 31,0$$

kar je večje od dejanske širine stranice in računamo palico na uklon brez upoštevanja vpliva izbočenja. Vztrajnostni polmer je

$$i = \frac{31,0}{\sqrt{6}} = 12,66 \text{ cm}$$

in vitkost

$$\lambda = \frac{1000}{12,66} = 79$$

Z vitkostjo

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{21000}{35}} = 76,95$$

je primerjalna vitkost na uklon

$$\bar{\lambda} = \frac{79}{76,95} = 1,03$$

in uklonska sila

$$N_k = 0,65 \cdot 4 \cdot 31,0 \cdot 1,8 \cdot 35 = 5078 \text{ kN}$$

Površina prereza je glede na prvotno izračunani prerez za 22,4 % večja.

### Zaključek

S predloženim postopkom je omogočeno neposredno dimenzioniranje škatlastih profilov na interakcijo uklona in izbočenja, pri čemer se dobijo minimalni potrebni prerezi palic. Primerjava z ostalimi postopki je pokazala, da so odstopki nepomembni. Če je določena sodelujoča širina večja od dejanske širine, se račun ponovi po enačbah, ki upoštevajo samo uklon. Vsak odstopok od dimenzij, dobljenih po predloženem postopku, zahteva večje prereze, kar je pokazano na primeru. Iz primerjave z JUS U.E7.081 sledi, da so uklonske sile, določene brez vpliva zaostalih napetosti, manjše od izračunanih po JUS za 5,5 % in pri upoštevanju vpliva zaostalih napetosti za 12,4 %, kar ni nepomembno.

Predloženi postopek je izdelan na podlagi dosežanih eksperimentalnih rezultatov in drugih predlogov za dimenzioniranje škatlastih profilov na interakcijo uklona in izbočenja. Z morebitnimi novimi podatki se lahko vpliv zaostalih napetosti določi z novimi koeficienti  $k$ . Lahko se uvedejo tudi dodatni koeficienti  $k$ , ki lahko zajamejo tudi različne vplive zaostalih napetosti glede na njihovo velikost, kot je to razvidno iz postopka po Littlu.

### Literatura

1. J. Scheer, M. Böhm: Auswertung von Traglastversuchen an gedrückten Kastenstützen mit dünnwandigen, unausgesteiften Platten aus Stahl, IABSE Proceedings P-13/78.
2. G. H. Little: The strength of square steel box columns design curves and their theoretical basis. The Structural Engineer (Volume 57 A) February 1978.
3. M. Braham, Y. P. Grimault, Ch. Massonnet, J. Mouty, J. Rondal: Das Knickverhalten dünnwandiger Hohlprofile, Acier 1/1980.
4. Beulsicherheitsnachweis für Platten, DAST -- Richtlinie 012.
5. JUS U.E7.081.

## Jeklene spone in vijačni žičniki — priključni elementi v lesenih konstrukcijah

UDK 694 + 691.88

PETER DOBRILA

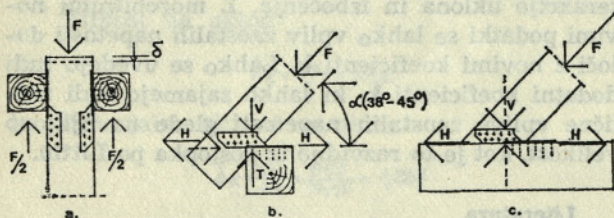
### 1.0. Uvod

Uporaba jeklenih spon kot priključnih elementov v lesenih konstrukcijah je po svetu v rabi že precej let. MARLES iz Maribora je v sodelovanju s kooperanti izdelal nekaj vrst jeklenih pocinkanih spon, ki jih projektanti in izvajalci lesenih konstrukcij, bodisi klasičnih bodisi modernih iz lepljenega lameliranega lesa, lahko s pridom uporabijo pri stikovanju lesenih elementov oz. sidranju lesenih soh v beton.

V Laboratoriju za preiskavo materiala in konstrukcij VTŠ v Mariboru — smo izvršili preiskave stikov, lesenih elementov, povezanih med seboj s temi sponami. Kot vezno sredstvo so bili uporabljeni vijačni (paletni) žičniki 38/50. Zanje smo tudi izmerili izravnne nosilnosti ter strižne nosilnosti vzporedno in pravokotno na vlakna lesa.

Prav tako so bile izvedene statične analize doprtnih nosilnosti posameznih spon in žičnikov ter na podlagi preizkusa in statične analize določeni faktorji varnosti. Te smo določevali po dveh kriterijih:

Prvič smo faktorje varnosti določili kot razmerje med silo, pri kateri je začel popuščati les, ter dopustno silo, izračunano v statičnem računu. Drugič pa smo faktorje varnosti določili kot razmerje med porušno silo in dopustno silo, izračunano v statičnem računu. V tem primeru so dosegli pomiki vrednosti od 8—29 mm — odvisno od vrste spona in kakovosti lesa. Preiskave so bile izvršene tako, da smo eliminirali trenje med lesenimi elementi (sl. 1a), kar pa ne ustreza dejanskim priključkom, ki bodo izvedeni (sl. 1b in c). Zato bodo tudi pomiki pri izvršenem stiku manjši kakor pri preizkusnem vzorcu.



Slika 1

Preiskave so pokazale, da je vselej popustil les, nikoli pa jeklena spona.

Le nekaterim najbolj obremenjenim žičnikom je včasih odtrgalo glavico.

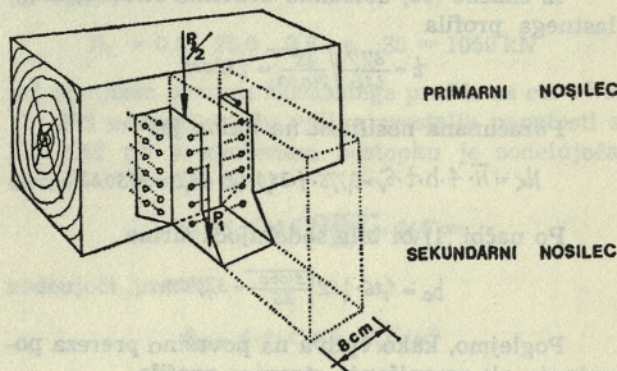
Les, ki ga je dobavil MARLES, je bil smrekov, gostoto lesa smo analizirali s številom branik na 1 cm, vlažnost pa izmerili. Spona so iz jekla, s

Avtor: Peter Dobrila, dipl. inž. gradb., VTŠ Maribor, Smetanova 17, Maribor

porušno natezno trdnostjo od 250—375 MPa. Natezno trdnost smo določili samo za sidra GV 05 in GV 06.

### 2.0. Vrste in uporaba jeklenih spon

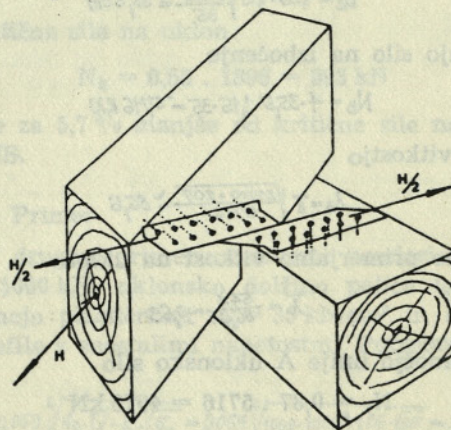
#### 2.1. Spona



Slika 2 a

Spona s krili je uporabna za priključke sekundarnih nosilcev na primarne, ko se želimo izogniti velikim konstruktivnim višinam. Prevzema prečno silo sekundarnega nosilca ter jo prenese na primarnega, kjer so žičniki obremenjeni z nategom in strigom. S tem da spodnjo ploščo prerežemo, je možno priključiti sekundarne nosilce poljubnih širin.

#### 2.2. Spona GV 01

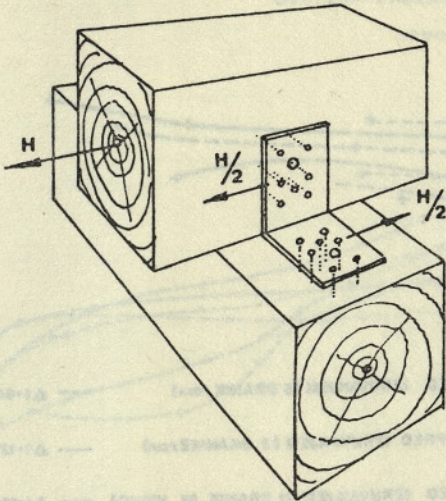


Slika 2 b

Spona GV 01 lahko uporabljamo pri priključkih opiračev na poveznike oz. špirovcev na lege sl. 2b). Vertikalno komponentno reakcijo prevzame ravnina med špirovci in kapno lego ( $c \times b_{sp}$ ) z radialnimi pritiski. Horizontalno komponento obtežbe pa žičniki oziroma sponi. Priključek je simetričen (dve sponi), pribit z  $2 \times 20 = 40$  žičniki 38/50 (dimenzije špirovcev 16/18 kapne lege 14/12).



### 2.3. Kotne spone GV 04



Slika 2c

Kotne spone GV 04 so namenjene za prključke ortogonalnih elementov, kot kaže slika 2 c. Dopusna horizontalna sila je izračunana za simetričen priključek — 2 kotnika za eno vozlišče. To omenjamo zato, ker uporablja Marles te spone tudi za priključke palic 5,0 cm, kjer je možno uporabiti samo en kotnik za vozlišče. Statična analiza in trgalni preizkus za enostranski priključek bosta izvedena naknadno.

### 2.4. Stremenasta spona GV 05 in GV 06

Namenjena je za sidranje lesenih »soh« (v sklopu montažnih sten) v zidno armiranobetonsko vez. Stremeni se razlikujeta le po širini — streme GV 06 je široko 40 mm, GV 05 pa 60 mm. Statična analiza je bila izvršena na predpostavki, da žičniki v prvi ravnini prevzamejo večji del sile  $V$ , kakor žičniki v naslednjih ravninah. Pri tem smo upoštevali:

podajnost lesa pod žičniki s koeficientom  $c = \frac{L}{E_{,} A_1}$  kjer je  $L$  razmak med žičniki,  $E_{,}$  modul elastičnosti lesa vzporedno z vlakni,  $A_1$  pa kontaktna površina med lesom in žičniki. Razlike med silami, ki se pojavijo v žičnikih v različnih vrstah, bodo tem večje, čim manjši bo koeficient  $\beta$ , ki podaja razmerje  $\frac{A}{A_1}$  pri čemer je  $A$  prerez tegnejene palice.

### 3.0. Žičniki 38/50

Vijačni žičniki so iz hladno vlečenega jekla, saj znaša njihova natezna tdnost ca. 950 MPa, ki je dosežena pri sili 10,5 kN.

Ta vrednost za projektanta nima nikakršnega pomena, ker začne les popuščati pri silah ca. 2,0 kN, popolnoma pa je žičnik izruvalo pri silah 3,0—4,0 kN. Zato je bila glavna naloga določiti izvlečne sile, saj naši predpisi tega ne določajo, podane so samo dopustne izvlečne sile gladkih žičnikov. Prav

tako smo določili strižne nosilnosti vijačnih žičnikov, vzporedno in pravokotno k vlaknom lesa.

### 3.1. Izrurna nosilnost in faktorji varnosti

Zanimale so nas predvsem tri količine:

- Začetek popuščanja lesa;
- Vrednost sile pri pomiku 0,2 mm;
- Vrednost sile, ko žičnik izvlečemo.

Diagramsko so te vrednosti podane v sl. 3 za štiri vzorce. Začetek popuščanja smo ugotovili pri sili ca. 2150 N. Pomiki so znašali od 0,004 do 0,07 mm. Po tem trenutku so pomiki »hitro« naraščali in je bil dosežen pomik 0,2 mm pri sili ca. 2500 N. V območju popuščanja smo tudi analizirali pomike pri »konstantni« sili v časovnem intervalu 60 do 120 sek, kar ponazarja črtkana črta. Do izvleka (porušitve) je prišlo pri sili 3000 do 4800 N, kar kaže na veliko heterogenost posameznih vzorcev lesa, predvsem gostote (števila branik/cm). Čas, ki je minil od zakovanja žičnika do preiskave, je tudi bistven pri nosilnosti, saj je znašala porušna sila 4 kN pri vzorcu, ki je bil zabit 4 dni pred izvlekom.

Faktor varnosti smo določili kot razmerje med dopustno silo in silo, ko začne popuščati les.

Literatura omenja, da so dopustne izvlečne sile lesnih vijakov 2- do 3-krat večje kot pri gladkih žičnikih. Zato sem v statični analizi privzel kot dopustno izvlečno nosilnost vijačnega žičnika, 2,5 kratno vrednost ustreznega gladkega žičnika, ki znaša za žičnik  $\phi$  3,8 mm 50 N/cm. Sidrna dolžina žičnika 38/50 je ca. 4,8 cm. Tako znaša dopustna izrurna nosilnost vijačnega žičnika 38/50:

$$N_{dop} = 2,5 \times 50 \times 4,8 = 600 \text{ N}$$

Faktor varnosti glede na popuščanje lesa:

$$v_1 = \frac{2150}{600} = 3,58$$

Faktor varnosti glede na minimalno porušno silo:

$$v = \frac{3000}{600} = 5,0$$

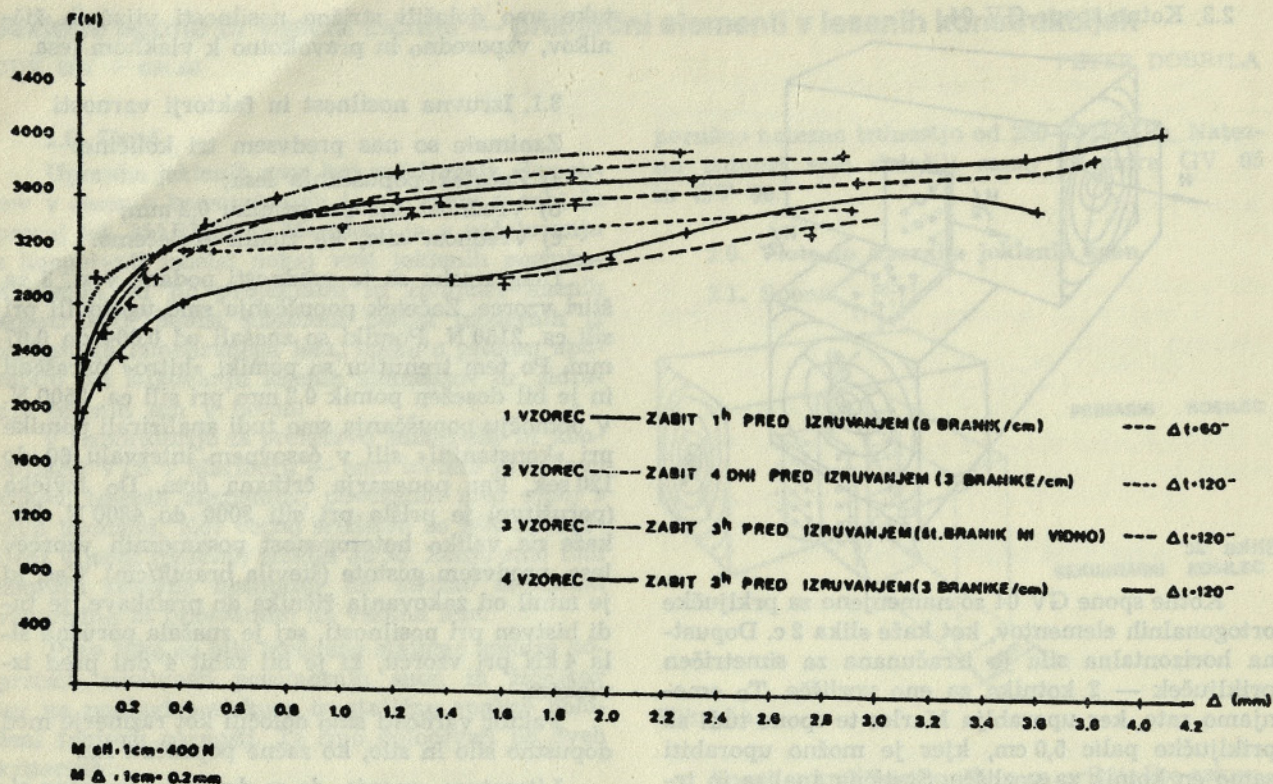
3.2. Strižna nosilnost žičnikov vzporedno z vlakni lesa in faktor varnosti

Preiskali smo 10 vzorcev. Les je bil suh — vlažnost 10—20 %, število branik pa 4—9 br./cm. Podobno kakor pri nateznih preiskavah smo tudi pri strižnih preiskavah ugotavljali velikosti sile  $F$ :

- V trenutku popuščanja lesa;
- Pri pomikih 1,5 mm;
- Pri porušitvi.

Ad a

Začetek popuščanja smo ugotovili pri silah 1,6 do 2,5 kN. Če zanemarimo pomike velikostnega re-



Slika 3

da 0,006 mm, znaša sila popuščanja lesa približno 2,0 kN.

Ad. b

Pomiki 1,5 mm so nastali pri silah 2,4 kN (5 branik/cm) do 3,1 kN (9 branik/cm).

Ad. c

Porušne sile so se pojavile pri vrednostih 4,2 do 5,0 kN, ustrejni pomiki pa so znašali 8,5 do 12,8 mm. Vse te vrednosti ponazarja grafikon na sl. 4.

Če znaša dopustna strižna sila enega žičnika 38/50, izračunana po enačbi:

$$S_{\text{dop}} = 1,25 \frac{500 d^2}{1 + d} = 660 \text{ N}$$

je faktor varnosti glede na porušno silo:

$$v_{\text{maks}} = \frac{4200}{660} = 6,35$$

Minimalni faktor varnosti glede na začetek popuščanja lesa:

$$v_{\text{mio}} = \frac{2000}{660} = 3,03$$

Varnost glede na »dopustni pomik« 1,5 mm;

$$v = \frac{2400}{660} = 3,64$$

3.3. Strižne nosilnosti vijačnih žičnikov 38/50 pravokotno k vlaknom lesa in faktorji varnosti

Preiskali smo 12 vzorcev, les je bil suh, vlažnost 15—18%, število branik pa 4—7 br./cm.

a) Vrednost sile v trenutku popuščanja lesa:

Če zanemarimo deformacije velikostnega reda 0,005 mm, je znašala sila na en žičnik od 2 do 2,5 kN.

b) Vrednost sile pri deformacijah 1,5 mm:

Pomiki 1,5 mm so se pojavili pri silah 2,6 do 3,2 kN za žičnike, ki so bili zabiti 0,5 do 3 ure pred preiskavo. Za dva vzorca, kjer je bila preiskava izvršena 3 dni po zakovanju, so znašale te sile celo 4,1 kN.

c) Porušne sile:

Porušitev je nastala pri silah 4,8 do 6,4 kN. Ustrejni pomiki pa so znašali od 8,4 do 13 mm.

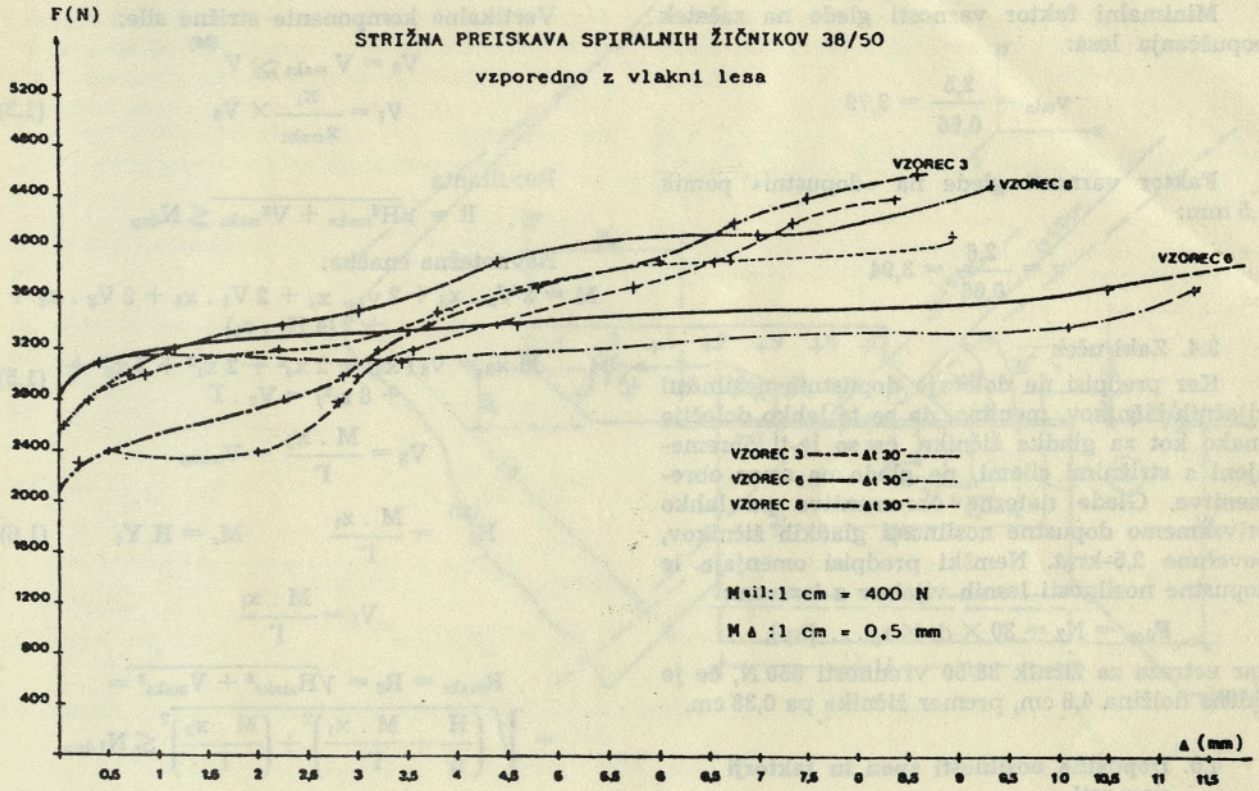
Diagram na sliki 5 ponazarja odnos med silami in pomiki za tri vzorce.

$$S_{\text{dop}} = 660 \text{ N}$$

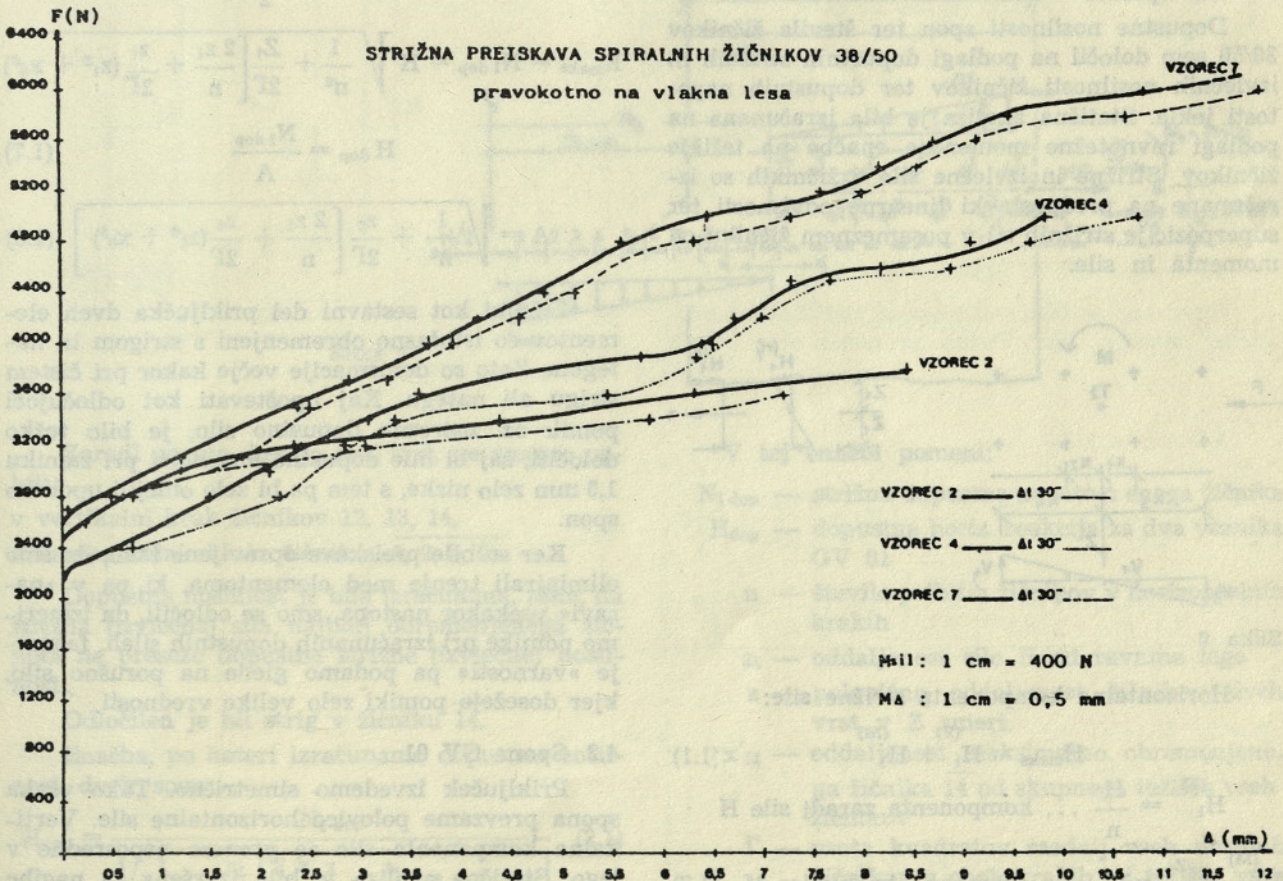
Faktor varnosti glede na porušitev je:

$$v_{\text{maks}} = \frac{F_{\text{por.}}}{S_{\text{dop}}} = \frac{5,2}{0,66} = 7,87$$

Odločujočo porušno silo smo vzeli za vzorec, zabiti 3 dni pred preiskavo.



Slika 4



Slika 5

Minimalni faktor varnosti glede na začetek popuščanja lesa:

$$v_{\min} = \frac{2,5}{0,66} = 3,79$$

Faktor varnosti glede na »dopustni« pomik 1,5 mm:

$$v = \frac{2,6}{0,66} = 3,94$$

3.4. Zaključek

Ker predpisi ne določajo dopustnih nosilnosti vijalnih žičnikov, menimo, da se te lahko določijo enako kot za gladke žičnike, če so le-ti obremenjeni s strižnimi silami, ne glede na smer obremenitve. Glede natezne obremenitve pa lahko privzamemo dopustne nosilnosti gladkih žičnikov, povečane 2,5-krat. Nemški predpisi omenjajo le dopustne nosilnosti lesnih vijakov z izrazom:

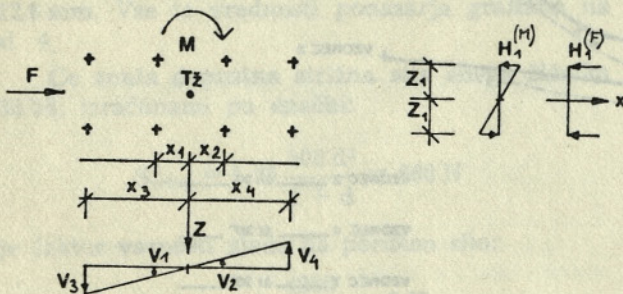
$$F_{\text{dop}} = N_z = 30 \times d_s \times s_g \dots [\text{kp}],$$

kar ustreza za žičnik 38/50 vrednosti 550 N, če je sidrna dolžina 4,8 cm, premer žičnika pa 0,38 cm.

4.0. Dopustne nosilnosti spon in faktorji varnosti

4.1. Splošno

Dopustne nosilnosti spon ter števila žičnikov 38/50 sem določil na podlagi dopustnih strižnih in izvlečnih nosilnosti žičnikov ter dopustnih napestosti jekla. Statična analiza je bila izračunana na podlagi ravnotežne momentne enačbe na težišče žičnikov. Strižne in izvlečne sile v žičnikih so izračunane na predpostavki linearne odvisnosti ter superpozicije strižnih sil v posameznem žičniku od momenta in sile.



Slika 6

Horizontalna komponenta strižne sile:

$$H_{\text{maks}} = H_1^{(F)} + H_1^{(M)} \quad (1.1)$$

$$H_1^{(F)} = \frac{H}{n} \dots \text{komponenta zaradi sile } H$$

$$H_1^{(M)} = \frac{z_1}{x_3} \times V_3 \dots \text{komponenta dvojice } M \quad (1.2)$$

Vertikalne komponente strižne sile:

$$V_3 = V_{\text{maks}} \cong V^{(M)}$$

$$V_i = \frac{x_j}{x_{\text{maks}}} \times V_3 \quad (1.3)$$

Rezultanta

$$R = \sqrt{H_{\text{maks}}^2 + V_{\text{maks}}^2} \leq N_{\text{dop}}$$

Ravnotežna enačba:

$$M = 2 V_3 \cdot x_3 + 2 V_4 \cdot x_4 + 2 V_1 \cdot x_1 + 2 V_2 \cdot x_2 + 2 (4 H_1 \cdot z_1)$$

$$M x_3 = V_3 (x_3^2 + 2 x_4^2 + 2 x_1^2 + 2 x_2^2 + 8 z_1^2) = V_3 \cdot \Gamma \quad (1.5)$$

$$V_3 = \frac{M \cdot x_3}{\Gamma} = V_{\text{maks}}$$

$$H_1^{(M)} = \frac{M \cdot z_1}{\Gamma} \quad M_z = H Y_t \quad (1.6)$$

$$V_i = \frac{M \cdot x_i}{\Gamma}$$

$$R_{\text{maks}} = R_3 = \sqrt{H_{\text{maks}}^2 + V_{\text{maks}}^2} = \sqrt{\left(\frac{H}{n} + \frac{M \cdot x_1}{\Gamma}\right)^2 + \left(\frac{M \cdot x_3}{\Gamma}\right)^2} \leq N_{1 \text{ dop}}$$

$$M_y \cong M = \frac{H}{2} \cdot z_t$$

$$R_{\text{maks}} = N_{1 \text{ dop}} = H \sqrt{\frac{1}{n^2} + \frac{z_t}{2\Gamma} \left[ \frac{2 z_1}{n} + \frac{z_t}{2\Gamma} (z_1^2 + x_3^2) \right]}$$

$$H_{\text{dop}} = \frac{N_{1 \text{ dop}}}{A} \quad (1.7)$$

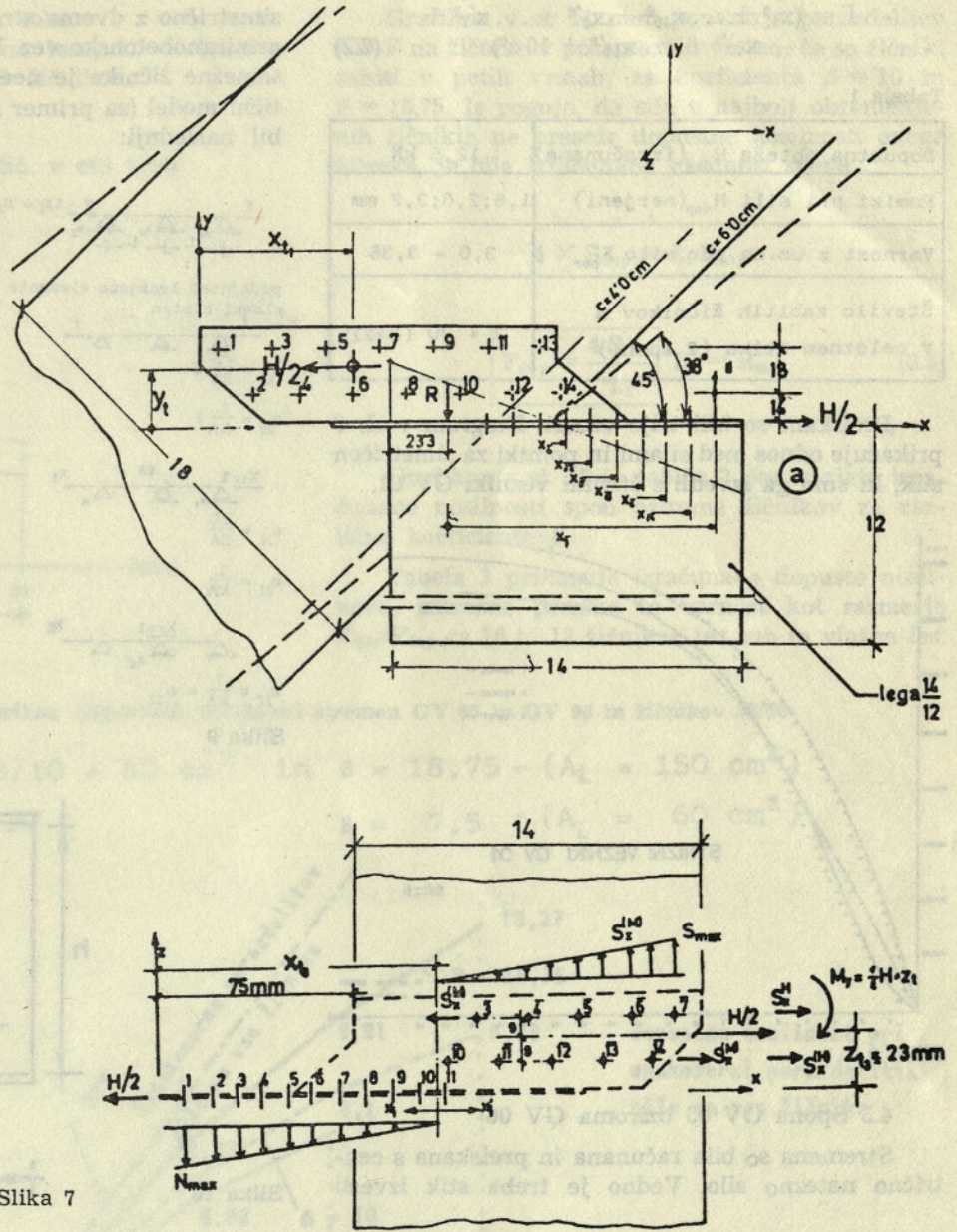
$$A = \sqrt{\frac{1}{n^2} + \frac{z_t}{2\Gamma} \left[ \frac{2 z_1}{n} + \frac{z_t}{2\Gamma} (z_1^2 + x_3^2) \right]} \quad (1.8)$$

Žičniki kot sestavni del priključka dveh elementov so istočasno obremenjeni s strigom in nategom. Zato so deformacije večje kakor pri čistem strigu ali nategu. Kaj upoštevati kot odločujoči pomik oz. ustrezno dopustno silo, je bilo težko določiti, saj bi bile dopustne nosilnosti pri zamiku 1,5 mm zelo nizke, s tem pa bi zelo omejili uporabo spon.

Ker so bile preiskave opravljene tako, da smo eliminirali trenje med elementoma, ki pa v »navari« vsekakor nastopa, smo se odločili, da izmerimo pomike pri izračunanih dopustnih silah, faktorje »varnosti« pa podamo glede na porušno silo, kjer dosežejo pomiki zelo velike vrednosti.

4.2. Spona GV 01

Priključek izvedemo simetrično. Tako vsaka spona prevzame polovico horizontalne sile. Vertikalna komponenta sile se prenese neposredno v lego. Statična analiza je bila izvršena za nagibe špirovcev 38°—45°.



Slika 7

Zaradi pogoja, ker je  $e < 15d$ , ne smemo za-

biti:  
v vertikalni krak žičnikov 12, 13, 14,  
v horizontalni krak žičnikov 1, 2, 8, 9.

Dopustna nosilnost je bila izračunana, tako, da strižna (izvlečna) sila najbolj obremenjenega žičnika ne preseže dopustne strižne (izvlečne) nosilnosti.

Odločilen je bil strig v žičniku 14.

Enačba, po kateri izračunamo dopustno nosilnost dveh spon:

$$H_{dop} = \frac{N_{1 dop}}{\sqrt{\frac{1}{n^e} + \frac{z_t}{\Gamma} \left[ \frac{2 \times z}{n} + \frac{z_t}{\Gamma} (z^e + x_{14}^2) \right]}} \quad (2.1)$$

V tej enačbi pomeni:

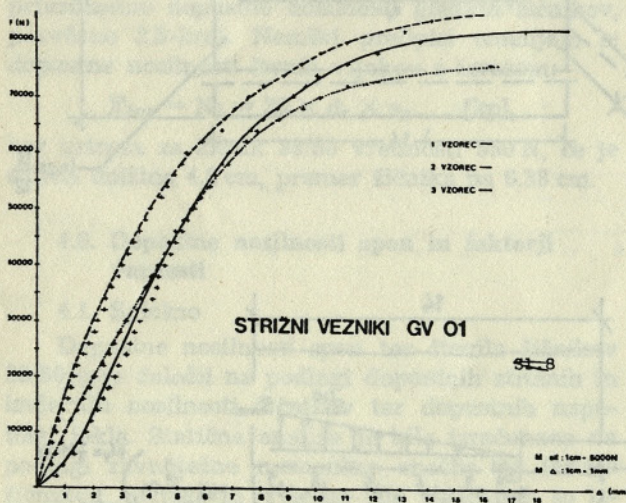
- $N_{1 dop}$  — strižna dopustna napetost enega žičnika
- $H_{dop}$  — dopustna horiz. reakcija za dva veznika GV 01
- $n$  — število prabitih žičnikov v horizontalnih krakih
- $z_t$  — oddaljenost sile H od ravnine lege
- $z$  — polovična oddaljenost žičnikov dveh vrst v Z smeri
- $x'_{14}$  — oddaljenost maksimalno obremenjenega žičnika 14 od skupnega težišča vseh žičnikov
- $\Gamma$  — vsota kvadratov razdalj vseh nosilnih žičnikov v obeh krakih od težišča vseh nosilnih žičnikov

$$\Gamma = (x_1^2 + \dots x_{10}^2 + x_3^2 + \dots x_7^2 + x_{10}^2 + \dots x_{14}^2 + 10 z^2) \quad (2.2)$$

Tabela 1

Dopustna obteža $H_{dop}$ (izračunana)	12,5 kN
Pomiki pri sili $H_{dop}$ (merjeni)	1,6; 2,6; 3,2 mm
Varnost z oz.na por.silo $F_{por}$	3,0 - 3,36
Število zabitih žičnikov $n$ v celotnem stiku (2 sponi)	2 x 20 (2x21)

Preiskani so bili trije vzorci. Diagram v sl. 8 prikazuje odnos med silami in pomiki za simetričen stik, ki smo ga izvedli s štirimi vezniki GV 01.



Slika 8

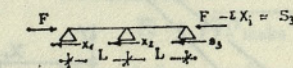
4.3 Spona GV 05 oziroma GV 06

Stremena  $s_0$  bila računana in preiskana s centrično natezno silo. Vedno je treba stik izvesti

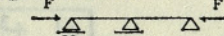
Elastic. enačbe

$$\begin{cases} \left(\frac{2L}{EA} + 2\frac{L}{EA_1}\right)X_1 + \left(\frac{L}{EA} + \frac{L}{EA_1}\right)X_2 = \left(\frac{2L}{EA} + C\right)F \\ \left(\frac{L}{EA} + \frac{L}{EA_1}\right)X_1 + \left(\frac{L}{EA} + \frac{2L}{EA_1}\right)X_2 = \left(\frac{L}{EA} + C\right)F \end{cases}$$

simetrično z dvema stremenoma, ki jih sidramo v armiranobetonsko vez. Porazdelitev obtežbe na posamezne žičnike je neenakomerna. Predviden statični model (za primer za žičnike v treh vrstah) je bil naslednji:

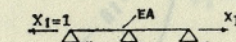


podajnost lesenega elementa glavní sistem



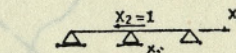
$$a_{10} = \frac{2L}{EA} F$$

$$a_{20} = \frac{L}{EA} F$$



$$a_{11} = \frac{2L}{EA}$$

$$a_{21} = \frac{L}{EA}$$



$$a_{22} = \frac{L}{EA} = a_{12}$$

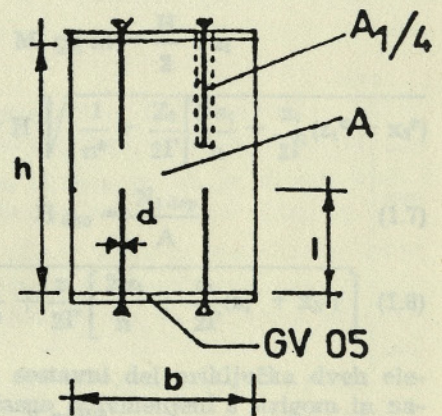
Podajnost lesa pod žičniki

$$a'_{10} = cF = a'_{20} \quad c = \frac{L}{EA_1}$$

$$a'_{11} = 2c \quad a'_{21} = c$$

$$a'_{12} = 2c \quad a'_{22} = c$$

Slika 9



Slika 10

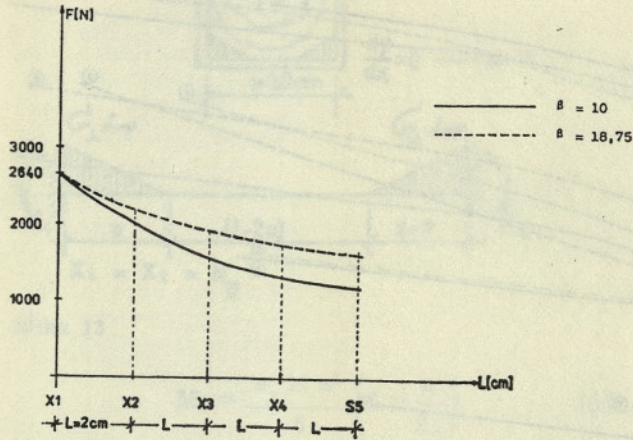
$$\begin{cases} (2 + 2\beta) X_1 + (1 + \beta) X_2 = (2 + \beta) F \\ (1 + \beta) X_1 + (1 + 2\beta) X_2 = (1 + \beta) F \end{cases} \quad \beta = \frac{L}{E, A_1} \cdot \frac{E, A_1}{L} = \frac{A}{A_1} \quad (3.3)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2 + 2\beta) & (1 + \beta) \\ (1 + \beta) & (1 + 2\beta) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} (2 + \beta) \\ (1 + \beta) \end{bmatrix} F = \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \end{bmatrix} F$$

$A = b \times h$  ... prerez sohe  
 $A_1 = 4 d \times 1$  ... površina lesa, ki se lokalno  
 poda pod žičnikom

Diagramski prikaz

$n = 20$  žičnikov  $\rightarrow 2 \times 2$  žič. v eni vrsti



Slika 11

Grafikon v sl. 11 nam ponazarja porazdelitev sile  $F$  na žičnike v posameznih vrstah, če so žičniki zabiti v petih vrstah, za koeficienta  $\beta = 10$  in  $\beta = 18,75$ . Iz pogoja, da sila v najbolj obremenjenih žičnikih ne preseže dopustne nosilnosti enega žičnika, je bila izračunana nosilnost sponne.

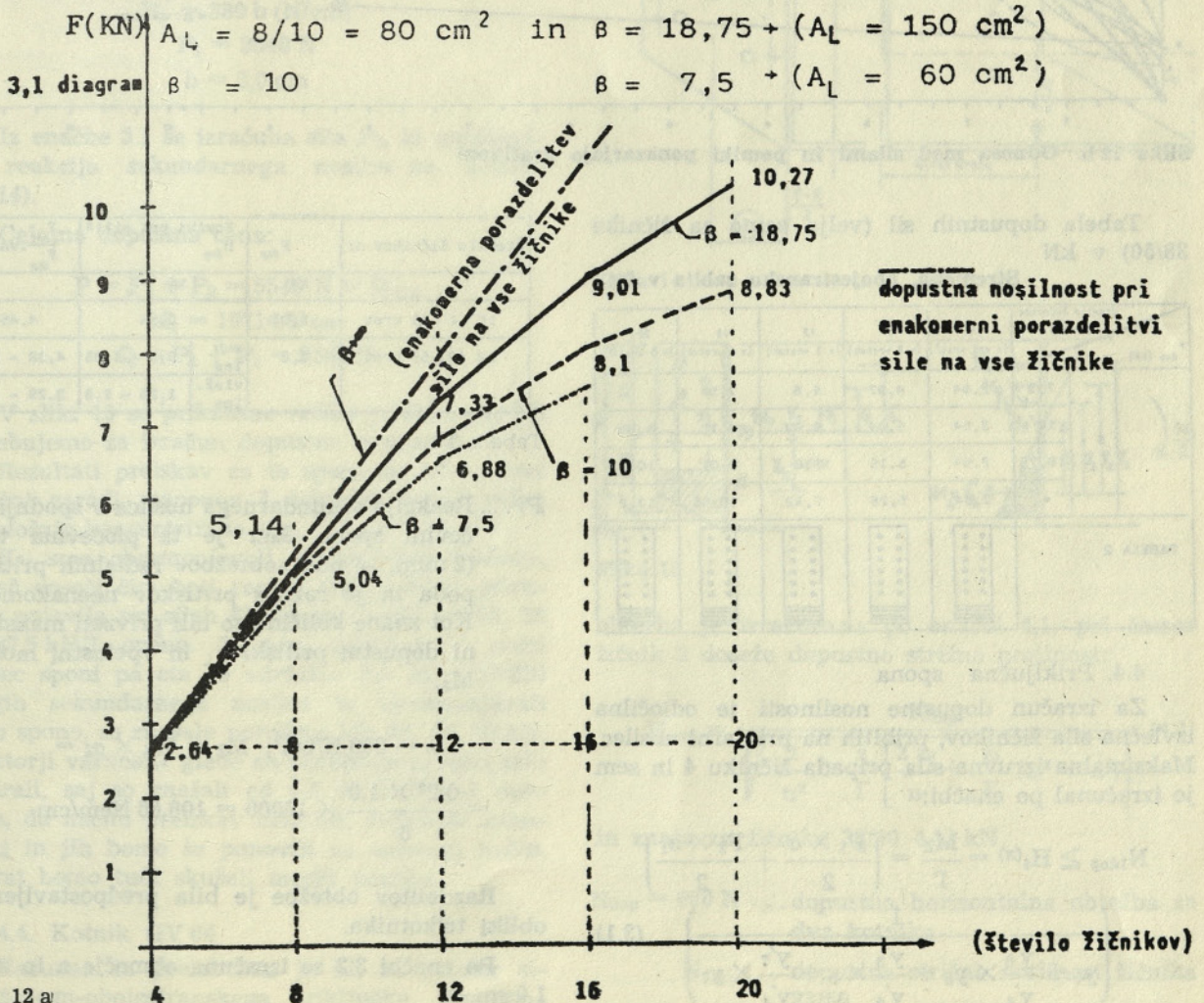
$$4 \times S_{dop} = k_1 F_{dop}$$

$$F_{dop} = \frac{4 S_{dop}}{k_1} R_1 = R_{max} \quad (3.5)$$

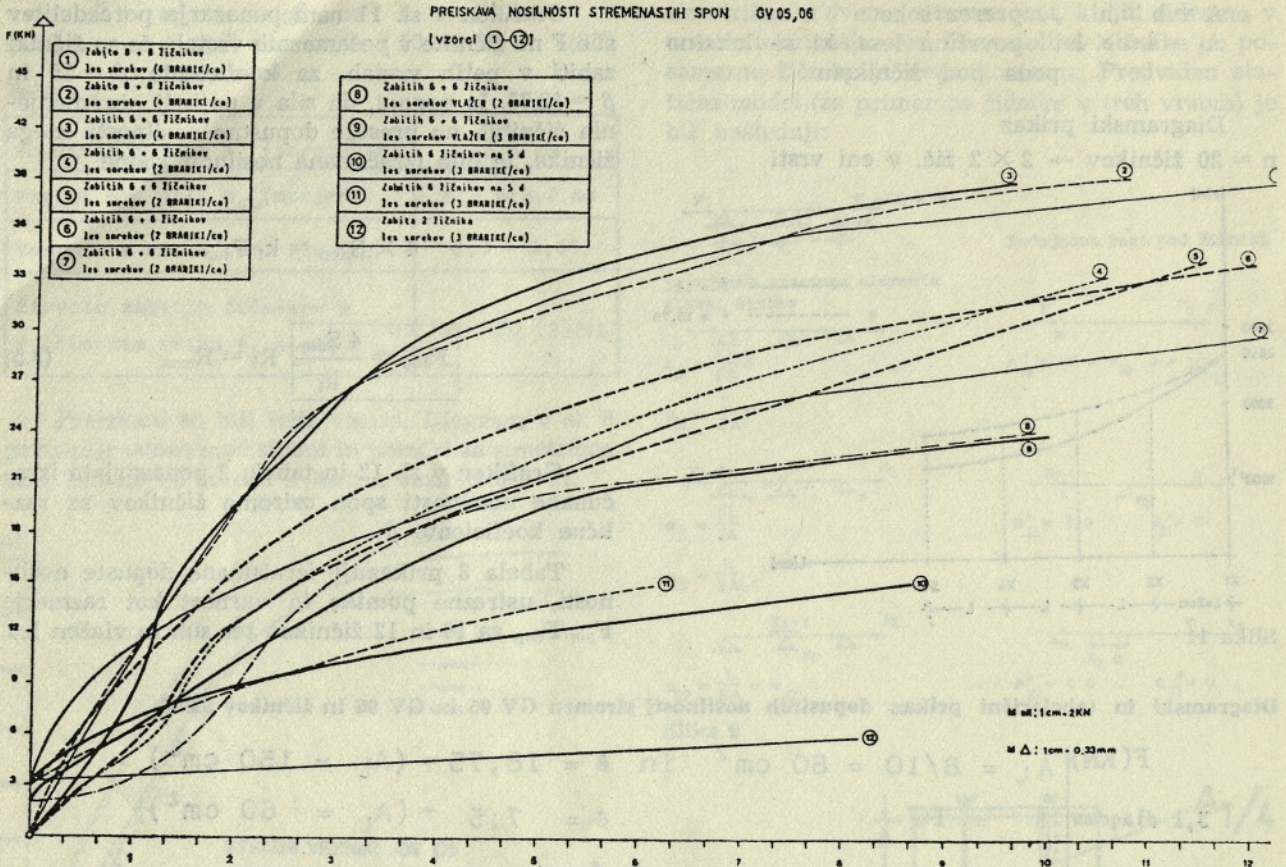
Grafikon v sl. 12 in tabela 2 ponazarjata izračunane nosilnosti spon oziroma žičnikov za različne koeficiente  $\beta$ .

Tabela 3 prikazuje izračunane dopuste nosilnosti, ustrezne pomike in varnost kot razmerje  $F_{por}/F_{dop}$  za 16 in 12 žičnikov ter suh in vlažen les.

Diagramski in tabelarni prikaz dopustnih nosilnosti stremen GV 05 in GV 06 in žičnikov 38/50



Slika 12 a



Slika 12 b. Odnosa med silami in pomiki ponazarjajo grafikoni

Tabela dopustnih sil (velja samo za žičnike 38/50) v kN

Stremena, obojestransko zabita v les

F <sub>dop</sub> (kN)	Število žičnikov (vrste)				
	4 (v eni vrsti)	8 (v 2 vrstah)	12 (v 3 vrstah)	16 (v 4 vrstah)	20 (v 5 vrstah)
B =	7,5	2,64	4,97	6,6	7,59
	10	2,64	5,04	6,88	8,1
	18,75	2,64	5,15	7,3	9,01
	-	2,64	5,28	7,92	10,56

TABELA 2

#### 4.4. Priključna spona

Za izračun dopustne nosilnosti je odločilna izvlečna sila žičnikov, pribitih na primarni nosilec. Maksimalna izvorna sila pripada žičniku 4 in sem jo izračunal po enačbi:

$$N_{1dop} \geq H_4(x) = \frac{M_Z}{\Gamma} = \left( \frac{P_1 \times c}{2} + \frac{P_2 \times a_1}{2} \right) \left( y_4 + \frac{y'_8}{y'_4} \times y_8 + \frac{y'_3}{y'_4} \times y_3 + \frac{y'_7}{y'_4} \times y_7 \right) \quad (3.1)$$

Število žičnikov n:	F <sub>dop</sub> kN	Pomiki pri sili <sup>d</sup> H <sub>dop</sub> mm	$\frac{F_{dop}}{F_{dop}}$ :varnost
16 (2 × 8) vrst	9,01	0,84	4,45
12 (2 × 6) vrst	7,3	suh les	0,3 - 1,35
		vlaž. les	1,25 - 2,8

Tabela 3

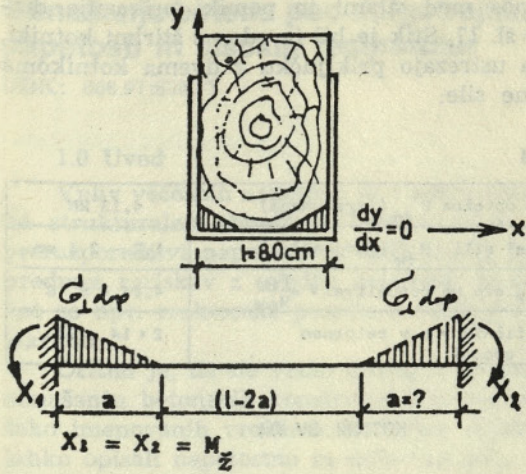
P<sub>1</sub>... Reakcija sekundarnega nosilca v spodnji pločevini spona. Ker je ta pločevina tanka (2 mm), se pod »obtežbo« radialnih pritiskov poda in je raznos pritiskov neenakomeren. Kot znane količine so bili privzeti maksimalni dopustni pritiski  $\sigma_1$  in vpetostni moment M<sub>Z</sub>.

$$\sigma = 200 \text{ N/cm}^2; M_Z = W_Z \times \sigma_z = \frac{0,2^2 \times 1,0}{6} \times 16000 = 106,66 \text{ Ncm/cm}$$

Razdelitev obtežbe je bila predpostavljena v obliki trikotnika.

Po enačbi 3.2 se izračuna območje a in znaša 1,9 cm.





Slika 13

$$M_z = \frac{\sigma_1 \times a^2}{6} \left( 1 - \frac{a}{2l} \right) \quad (3.2)$$

V vzdolžni smeri sekundarnega nosilca je raznos pritiskov predpostavljen enakomerno:

$$P_1' = 380 \text{ b (N/cm)}$$

$$P_1 = 3040 \text{ N}$$

$$b = 8,0 \text{ cm}$$

Iz enačbe 3.1 se izračuna sila  $P_2$ , ki predstavlja reakcijo sekundarnega nosilca na žičnike (sl. 14).

Celotna dopustna cena:

$$P = P_1 + P_2 = 5540 \text{ N} = Q_{\text{dop}}$$

$$M_z = 19714 \text{ N cm}$$

$$Q = P_1 + P_2 = 5540 \text{ N}$$

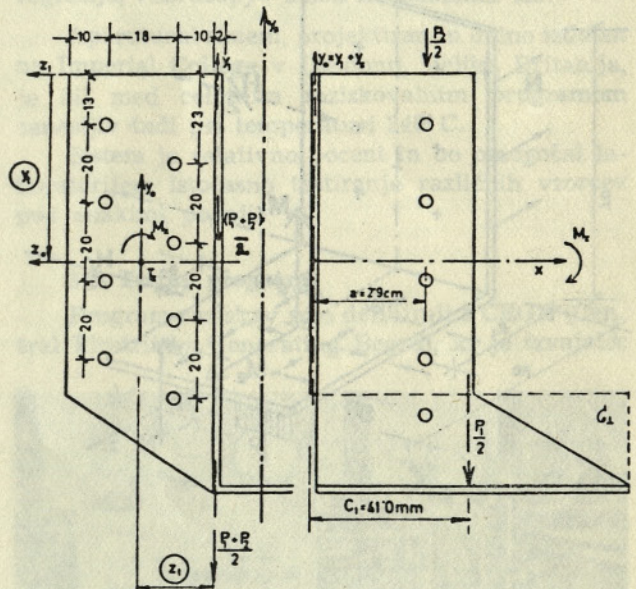
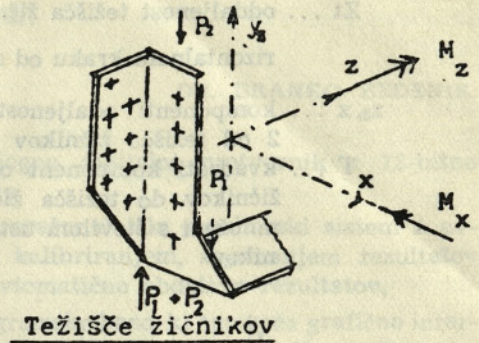
V sliki 15 so prikazane ročice  $y_i$  in  $y_i'$ , ki jih potrebujemo za izračun dopustne nosilnosti.

Rezultati preiskav za to spono so bili precej različni zaradi razponov 1 sekundarnega nosilca in položaja koncentrirane sile.

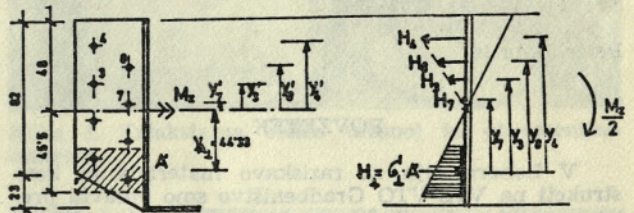
Ko smo obremenjevali »sekundarni nosilec«, misleč doseči čim bolj realno stanje, se je porušitev pojavila pri silah 80, 50 in 75 kN oz. 40, 25 in 37,5 kN/1 spono. V tem primeru je počil nosilec sponi pa sta še »držali«. Ko smo izločili upogib sekundarnega nosilca in obremenjevali samo spono, so znašale porušene sile 68, 54, 62 kN. »Faktorji varnosti« glede na porušitve so tako zelo variirali, saj so znašali od 4,5 do 12,3 kar opozarja, da načini preiskav niso bili najboljše simulirani in jih bomo še ponovili na ustrezni način. Tokrat bomo tudi skušali meriti pomike.

#### 4.4. Kotnik GV 04

Računan in preizkušan je bil za primer simetričnega-obojestranskega priključka. Dopustna



Slika 14



Slika 15

obtežba je izračunana po enačbi 4.1, pri čemer žičnik 2 doseže dopustno strižno nosilnost:

$$H_{\text{dop}} = \frac{N_{\text{dop}}}{\sqrt{\frac{1}{n^2} + \frac{z}{\Gamma} \left[ \frac{2z_2}{n} + \frac{z_t}{\Gamma} (z_2^2 + x^2) \right]}} \quad (4.1)$$

in znaša za žičnike 38/50 4.13 kN.

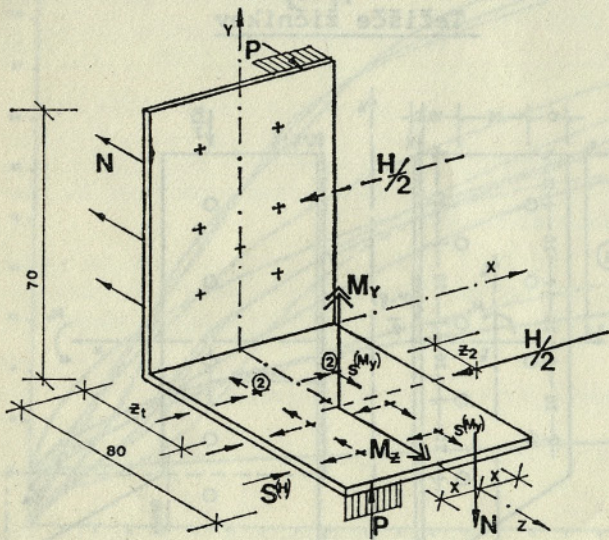
$N_{\text{dop}} = 660 \text{ N}$  ... dopustna horizontalna obtežba za dva kotnika

$N_{\text{dop}}$  ... dopustna strižna nosilnost žičnika 33/50

Zt ... oddaljenost težišča žičnikov v horizontalnem kraku od sile  $\frac{H}{2}$

$z_2, x$  ... komponenti oddaljenosti žičnikov 2 od težišča žičnikov

$\Gamma$  ... kvadrati komponent oddaljenosti žičnikov do težišča žičnikov, pomnoženi s številom ustreznih žičnikov



Slika 17

UDK 694 + 691.88  
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1983 (32)  
Št.: 11—12, str. 232—242

Peter Dobriča

#### POVZETEK

V Laboratoriju za raziskavo materiala in konstrukcij na VTŠ-VTO Gradbeništvo smo opravili preizkuse stikov lesnih konstrukcij z vijačnimi žičniki (38/50 mm).

Teoretično in praktično smo obdelali:

1. Nosilnost vijačnih žičnikov 38/50;
  - a) na izruvanje
  - b) na strig pravokotno in vzporedno z vlakni lesa.
2. Spono s krili za priključke sekundarnih nosilcev na primarne.
3. Spono GV 01 za priključke špirovcev na lege.
4. Kotnik GV 04 za priključke ortogonalnih elementov.
5. Stremenasto spono GV 05 in GV 06 za sidranje lesenih soh v zidno armiranobetonsko vez.

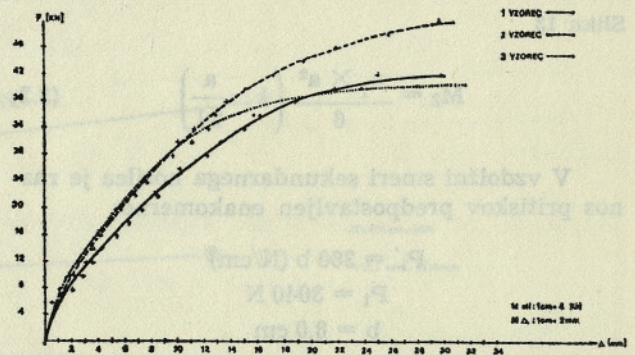
Raziskali smo veliko vzorcev za vsako vezno sredstvo; članek podaja rezultate v tabelah in grafikonih.

Odnos med silami in pomiki prikazuje diagram v sl. 17. Stik je bil izveden s štirimi kotniki, tako da ustrezajo priključku z dvema kotnikoma polovične sile.

Tabela 4

Dopustna obtežba $H_{dop}$ (izračunana)	4,13 kN
Pomiki pri sili $H_{dop}$ (merjeni)	1,2 - 2,1 mm
Varnost glede na porušitve: $V = \frac{F_{por}}{H_{dop}}$	4,84 - 5,18
Število žičnikov $n$ v celotnem stiku (2 sponi)	$2 \times 14 = 28$

#### KOTNIKI GV 04



Slika 16

UDC 694 + 691.88  
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1983 (32)  
No.: 11—12, p. p.: 232—242

Peter Dobriča

#### SUMMARY

In the laboratories for »Raziskavo materialov in konstrukcij, VTŠ, VTO Gradbeništvo« at the University of Maribor, the following tests have been carried out:

1. A resistance of twisted nail on pull out forces and shear perpendicular and parallel to timber fibres.
2. A binding plate between primary and secondary beams.
3. A binding plate GV 01 for trussed rafter fixing.
4. An end plate nailing for the orthogonal elements connection.
5. Floor joists GV 05 and GV 06 for the reinforced concrete connection.

The presented article is a conclusion from the test results.

## Obnašanje betona pod dolgotrajnim vplivom triaksialnih napetosti in visokih temperatur

UDK: 666.97:620.17

DR. BRANKO BEDENIK

### 1.0 Uvod

Vpliv večosnih napetosti in visokih temperatur na strukturalno obnašanje betona, ki se kaže v prerazporeditvi napetosti in deformacij, je postal predmet raziskav z uvedbo masivnih konstrukcij, kot so npr. reaktorske posode v nuklearnih elektrarnah.

Očitno je, da ne vemo dovolj o dolgotrajnem obnašanju betonskih konstrukcijskih elementov v tako imenovanih vročih točkah (hot spots), da bi lahko opisali napetostno in deformacijsko obnašanje zaradi vpliva temperaturnega gradienta.

Problem je možno rešiti na več načinov:

— Idealno bi morala napetostna in deformacijska analiza dvofaznega materiala z interakcijo agregata in cementne malte voditi k modelu, ki bi bil uporaben s poznanimi karakteristikami vsakega od obeh materialov zase.

Razvili smo teoretični model tetraedralnega okvira, ki pokriva principe interakcije.

— Tetraedralni element kot končni element v numerični analizi kaže obetajoče rezultate in nadaljnje raziskave na tem področju bi lahko vodile k modelom, ki bi realneje opisovale obnašanje betona.

— Drugi način, ki je bil izvršen v okviru raziskave, je konstrukcija triaksialne celice, ki se ogreva in instrumentira. Rezultati testov na cilindričnih betonskih vzorcih tvorijo bazo podatkov za numerično analizo in za izpeljavo osnovnih enačb.

### 2.0 Aparaturni sistem

Avtor je v okviru raziskovalne naloge razvil aparaturni sistem, ki omogoča testiranje cilindričnih betonskih vzorcev dimenzij  $15 \times 30$  cm pod vplivom osnih napetosti do  $40 \text{ MN/m}^2$ , radialnih napetosti do  $20 \text{ MN/m}^2$  in temperature do  $350^\circ \text{C}$ .

Aparaturni sistem sestoji iz naslednjih elementov (slika 1 in 2):

- triaksialna celica,
- hidravlični obremenilni sistem za osne in ločeno za radialne pritiske s kompenzatorji spremembe prostornine fluida,
- termični obremenilni sistem,
- analogni merilni sistem za merjenje osnih in radialnih deformacij: temperature v vzorcu in fluidu ter osnih in radialnih pritiskov,

Avtor: dr. Branko Bedenik, dipl. inž. gradb., VTŠ Maribor, Smetanova 17, Maribor

\* Izvleček iz končnega poročila za Angleško raziskovalno skupnost — SCIENCE RESEARCH COUNCIL Ref. GR(B)4071-4 and Ref. GR(A)54014. Investigators dr. C. B. BESANT, prof. A. L. L. BAKER, Mr. B. S. BEDENIK

— analogno digitalni pretvornik z 12-bitno natančnostjo,

— mikroracionalniški monitorski sistem z avtomatičnim kalibriranjem, zajemanjem rezultatov testov in avtomatično obdelavo rezultatov,

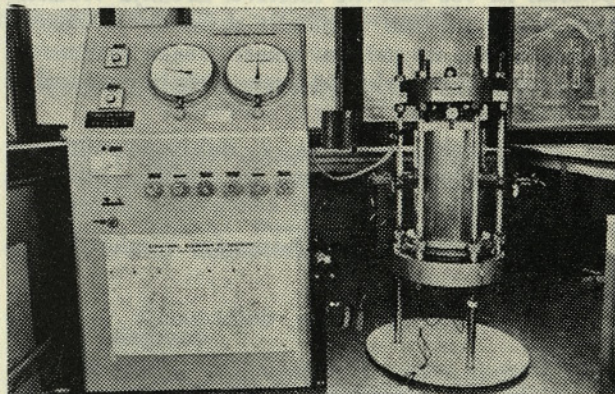
— programsko bazo, ki omogoča grafično interpretacijo rezultatov, numerično analizo, nelinearno regresijo, »hardcopy« izhod na tiskalnik idr.

Aparaturni sistem, projektiran in delno izdelan na Imperial College v Londonu, Velika Britanija, je bil med celotnim raziskovalnim programom zanesljiv tudi pri temperaturi  $340^\circ \text{C}$ .

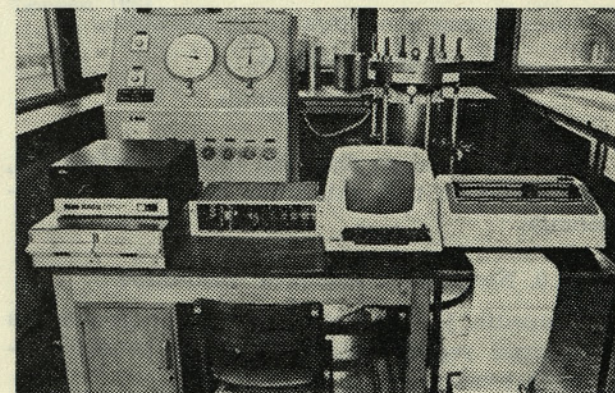
Sistem je relativno poceni in bo omogočal laboratorijem istočasno testiranje različnih vzorcev pod enakimi pogoji.

### 3.0 Testni program

Program raziskav smo definirali s CEGB (Central Electricity Generating Board), ki je izvajalec



Slika 1. Triaksialna celica (desno) in obremenilna konzola



Slika 2. Celoten aparaturni sistem. Triaksialna celica (zadaj desno), obremenilna konzola (zadaj levo), mikroracionalnik in diski (spredaj levo), A/D pretvornik (sredina levo), monitor (sredina desno) in tiskalnik

in upravljalca vseh atomskih central v Veliki Britaniji.

Testni vzorci so bili dostavljeni od CEBG od treh različnih zajetij betona iste projektirane kakovosti. Skupaj smo testirali 21 vzorcev, vsak vzorec je bil testiran v času 10 dni, en test je bil dolgotrajen (3 mesece).

Osnovni pritiski so varirali v območju 10 do 40 MN/m<sup>2</sup>, radialni pritiski med 2—5 MN/m<sup>2</sup> pri temperaturah od 20—340° C. Vzorci so bili dostavljeni v bakrenih plaščih, tako da ni prišlo do izgube vode iz betona.

Starost betona v času testiranja je bila od 2—3 leta. Modul elastičnosti smo določali po razbremenilni krivulji in je kljub temu variriral od vzorca do vzorca.

#### 4.0. Interpretacija rezultatov

Vsi merjeni rezultati so bili avtomatično z mikroročunalnikom shranjeni na floppy diske s podatki: koda vzorca, datum in čas začetka in konca testa; osni pritisk ter radialni pritisk kod vhod prek testature; merjeni rezultati temperature, treh radialnih in treh osnih deformacij direktno prek A/D pretvornika. Začetni rezultati so referenčni podatki za vse časovne meritve. Srednja vrednost treh osnih in treh radialnih pomikov je končen pomik v osni in radialni smeri. Vsaka meritev je bila izvedena v zanki 100-krat, srednja vrednost je rezultat meritve.

Programska obdelava z mikroročunalnikom omogoča naslednje izračune in grafično interpretacijo:

- osne specifične deformacije v microstrains (10<sup>-6</sup>),
- radialne specifične deformacije v microstrains,
- modul elastičnosti v GN/m<sup>2</sup>,
- Poissonov koeficient,
- $\sigma$ - $\varepsilon$  diagram,
- časovno spreminjanje temperature,
- osni pritisk v MN/m<sup>2</sup>,
- radialni pritisk v MN/m<sup>2</sup>.

Vsi diagrami so diagrami totalnih deformacij, torej vsebujejo tudi aktivirano krčenje v času testiranja.

#### 5.0. Numerična obdelava rezultatov

Razvitih je bilo veliko število programov za nelinearno registriranje krivulj po metodi najmanjših kvadratov.

Glavni namen regresiranja testnih rezultatov je bil, da najdemo enostavno enačbo, ki bi opisovala splošno obnašanje betona pod različnimi pogoji.

Poenostavljena enačba je podana v naslednji obliki:

$$\varepsilon(t) = A \times t^C \quad (1)$$

kjer je:  $\varepsilon(t)$  časovno odvisna specifična deformacija

$$A = \frac{\sigma_{ef}}{E_0(1+C)} = \quad (2)$$

= začetna deformacija v času ( $t = t_0$ )

$t$  = čas v dnevih

Koeficient  $C$  sestoji iz treh vplivov: nivoja napetosti, ( $\sigma_{ef}$ ), vodocementnega faktorja ( $WC$ ) in temperature ( $T$ ):

$$C = C_S \times C_{WC} \times C_T \quad (3)$$

kjer so posamezni faktorji

$$C_S = \frac{1}{2 + 3 \frac{\sigma_{ef}}{f_c}} \quad (4)$$

$$C_T = \frac{\alpha_T T_C^2 + T_C}{T_C^2 + 1} \quad (5)$$

$$C_{WC} = e^{WC} \quad (6)$$

Efektivna napetost se izrazi z:

$$\sigma_{ef} = \sigma_a - \nu(\sigma_{r1} + \sigma_{r2}) \quad (7)$$

kjer je  $\sigma_a$  osna napetost,  $\sigma_{r1}$  in  $\sigma_{r2}$  pa radialni napetosti v pravokotnih smereh.

Koeficient  $f_c$  je marka betona,  $\alpha_T = 10^{-5}$  je temperaturni razteznostni koeficient betona.

Temperaturo podajamo v referenčni obliki glede na 90° C;

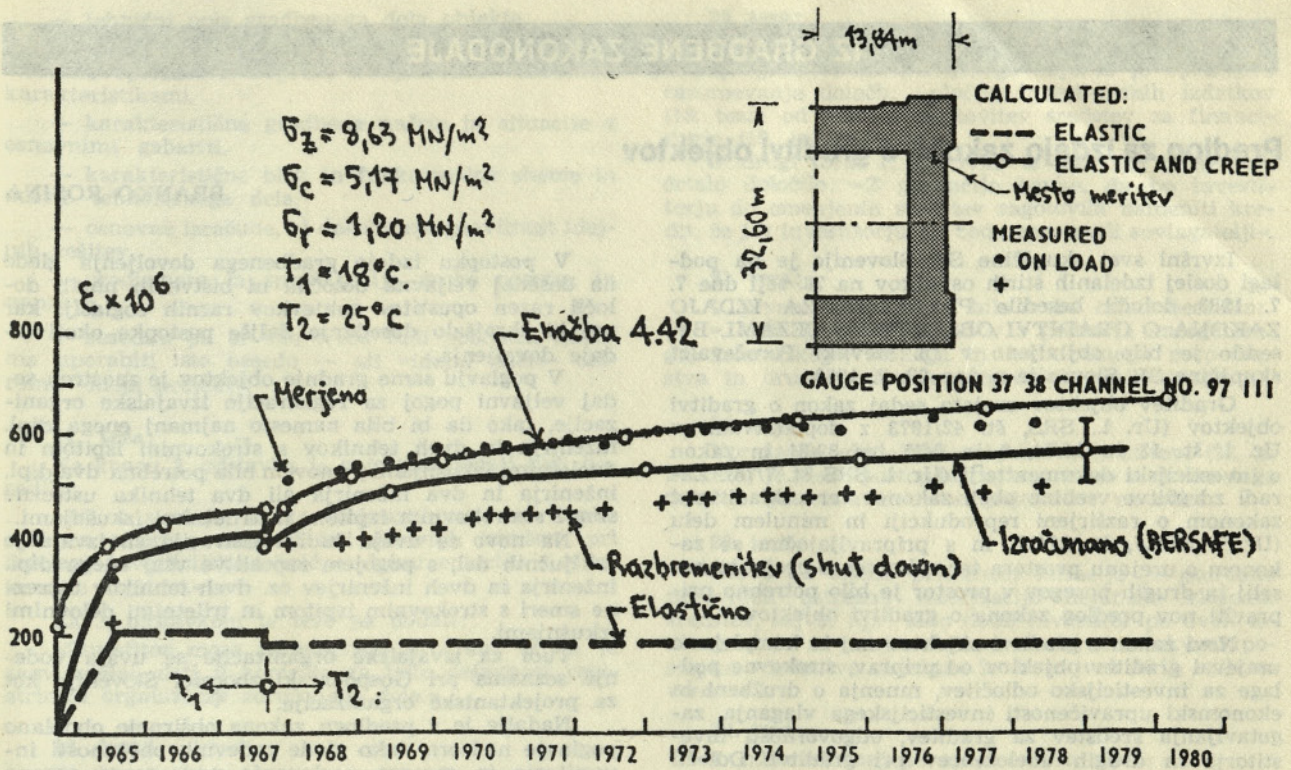
$$T_C = \frac{T}{90} \quad (8)$$

Začetni modul elastičnosti izračunamo glede na marko betona po enačbi:

$$E_0 = 3(1 - 2\nu) [11 + 0,0032 f_c^2] \quad (9)$$

Enačba (1) je poenostavljena enačba, ki pa je za prakso dovolj natančna. Podrobnejša razlaga je podana v (2).

Z uporabo enačbe smo ovrednotili rezultate meritev na prvi atomski centrali na svetu (Oldbury v Veliki Britaniji), kjer potekajo meritve že od 1965. leta dalje. Kot se iz slike (3) vidi, se enačba (1) oz. enačba 4.42 v (2) skoraj natančno ujema z merjenimi rezultati (krožci). Polna črta na sliki (2) je izračunana vrednost (leta 1972) s programom BERSAFE.



Slika 3. Ujemanje En. 4. 42 z rezultati meritev na atomski centrali OLDBURY v Veliki Britaniji.

6.0 Zaključek

Aparaturni sistem za testiranje betona pod vplivom triosnih napetosti pod visokimi temperaturami se je pokazal zanesljiv in se priporoča za nadaljnjo uporabo. Aparat je enostaven, ekonomičen in v glavnem izdelan iz komercialno dosegljivih komponent z izjemo membrane in radialnega merilnega sistema, ki so bili narejeni po naročilu.

Uporaba mikroračunalnika ima neprecenljivo vrednost tako pri testiranju kot pri izvednotitvi rezultatov.

Predlagane enačbe se dobro ujemajo z rezultati merjenj na stvarnih objektih pod zelo različnimi pogoji.

CONCRETE UNDER TRIAXIAL STRESSES AND TEMPERATURE CHANGE

The presented article is an excerpt from »The Final Report« for the SRC Great Britain, related to the project: »Structural Behaviour of Concrete under Long-term Triaxial Stresses at high Temperature«, reference SRC GR(B)4071-4.

7.0 Literatura

1. F DIBSI: The creep of concrete under triaxial stresses at high temperature. PhD Thesis, University of London 1978.
2. B BEDENIK: Concrete under triaxial stresses and temperature change. PhD Thesis, University of London 1983.

## IZ GRADBENE ZAKONODAJE

### Predlog za izdajo zakona o graditvi objektov

BRANKO ROSINA

Izvršni svet skupščine SR Slovenije je na podlagi doslej izdelanih štirih osnutkov na 78. seji dne 7. 7. 1983 določil besedilo PREDLOGA ZA IZDAJO ZAKONA O GRADITVI OBJEKTOV S TEZAMI. Besedilo je bilo objavljeno v 18. številki Poročevalca skupščine SR Slovenije z dne 28. 7. 1983.

Graditev objektov urejata sedaj zakon o graditvi objektov (Ur. l. SRS, št. 42/1973 z dopolnitvami v Ur. l. št. 13 in 14/74, 2 in 8/75 ter 39/81 in zakon o investicijski dokumentaciji (Ur. l. SRS št. 7/76). Zaradi združitve vsebine obeh zakonov ter uskladitve z zakonom o razširjeni reprodukciji in minulem delu (Ur. l. SFRJ, št. 21/82) in s pripravljajočim se zakonom o urejanju prostora ter zakonom o urejanju naselij in drugih posegov v prostor je bilo potrebno pripraviti nov predlog zakona o graditvi objektov.

Novi zakon o graditvi objektov naj bi kompleksno urejeval graditev objektov od priprav, strokovne podlage za investicijsko odločitev, mnenja o družbeni in ekonomski upravičenosti investicijskega vlaganja, zagotavljanja sredstev za graditev, odgovornosti investitorja in drugih udeležencev pri graditvi. Določil naj bi pogoj za registracijo projektantskih in izvajalskih organizacij ter opredeliti dejavnost svetovalnih in inženiring organizacij, in sicer tako, da bodo lahko prevzemale in opravljale za investitorja vsa dela v zvezi z graditvijo objekta.

Zakon naj še nadalje nalaga investitorjem, da zagotovijo sredstva za financiranje graditve objektov pred začetkom gradnje objekta ali dela objekta, ki je ekonomsko tehnična celota oziroma pred začetkom pripravljalnih del.

Zakon naj upošteva zahtevo po poenostavitvah vseh postopkov, posebno pa postopka za pridobitev gradbenega dovoljenja, in sicer tako, da mora investitor k zahtevi za izdajo gradbenega dovoljenja predložiti le pravnomočno lokacijsko dovoljenje, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja, z dokazi o zagotovljenih finančnih sredstvih in dokazom o pravici uporabe oziroma lastniški pravici na zemljišču.

Sam objavljeni predlog zakona o graditvi objektov vnaša glede na že uvodoma navedeno v to zakonodajo predvsem nove elemente glede priprave in odločitev za investicijska vlaganja predvsem v interesu povečane odgovornosti vseh subjektov investiranja. S tem bistveno razširja zadevna sedaj veljavna določila, sprejeta s spremembo zakona o graditvi objektov (Ur. l. SRS, št. 39/81).

Glede izdelave tehnične dokumentacije naj bi po predlogu zakona odpadel projekt za razpis in razčlenjuje vrste tehnične dokumentacije, načelno določa elemente prodajne cene projektov in določa odgovornost vodij projekta.

Poleg notranje kontrole tehnične dokumentacije s strani organizacije, ki jo je izdelala, pa se uvaja element odločitve investitorju, glede pregleda izdelane dokumentacije po drugi, za to usposobljeni in registrirani organizaciji.

Navaja se vodenje seznama registriranih projektantskih organizacij s podatki o delavcih in referencah pri Gospodarski zbornici Slovenije.

Avtor: Branko Rosina, viš. gradb. tehn., Koroška 65, Maribor

V postopku izdaje gradbenega dovoljenja glede na dosedaj veljavna določila ni bistvenih novih določil razen opustitev zahtevkov raznih soglasij, kar naj bi skrajšalo dosedanje daljše postopke okoli izdaje dovoljenja.

V poglavju same gradnje objektov je zpostren sedaj veljavni pogoj za registracijo izvajalske organizacije, tako da bi bila namesto najmanj enega dipl. inženirja in dveh tehnikov s strokovnim izpitom in dveletnimi izkušnjami po novem bila potrebna dva dipl. inženirja in dva inženirja ali dva tehnika ustrezne smeri s strokovnim izpitom in triletnimi izkušnjami.

Na novo se uvaja tudi registracija za izvajanje zaključnih del, s pogojem zaposlitve vsaj enega dipl. inženirja in dveh inženirjev oz. dveh tehnikov ustrezne smeri s strokovnim izpitom in triletnimi delovnimi izkušnjami.

Tudi za izvajalske organizacije se uvaja vodenje seznama pri Gospodarski zbornici Slovenije kot za projektantske organizacije.

Nadalje je v predlogu zakona obširneje obdelano poglavje nadzora, tako glede zadevnih obveznosti investitorja in samega poslovanja nadzornega organa pri opravljanju te dejavnosti.

Izdelane osnutke in končno besedilo ter zakon so obravnavala nekatera občinska društva gradbenih inženirjev in tehnikov v Sloveniji (Maribor, Celje, Novo mesto, Titovo Velenje). Na osnovi podanih pripomb s strani društev v okviru naših organizacij pa tudi komisija za regulativo Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov v Ljubljani. Prav tako pa je 6. 9. 1983 potekala tudi širša strokovna razprava, na kateri so sodelovali predstavniki OZD gradbeništva, Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Splošnega združenja gradbeništva in IGM Slovenije ter Republiškega komiteja za industrijo in gradbeništvo SR Slovenije. Dne 19. 10. 1983 so navedene teze za izdajo zakona obravnavali tudi gradbeni inšpektorji, ki delujejo na območju naše republike. Če povzamemo vse dosedanje pripombe, ki so bile dane ob navedenih obravnavah te problematike, gre predvsem za naslednje ugotovitve:

#### 9. teza

Vsebinska investicijskega programa je naravnana skoraj izključno na investicijske objekte s področja gospodarskih dejavnosti. Za graditev objektov s področja zdravstva, šolstva, kulture in podobno zato ta teza ne bo uporabna in bi kazalo, da se tudi za tako vrsto objektov določi primerna vsebina za investicijske programe.

#### 10. teza:

Na koncu teze? kjer je v okviru investicijskega programa predvidena izdelava idejnega projekta, bi bilo potrebno dodati, da so v tej tezi navedeni elementi: »Osnova za izdelavo lokacijske in tehnične dokumentacije«.

Ker v tezah zakona niso detajlno obdelani elementi prej navedenega idejnega projekta, pa je predlagano, da se v okviru te teze doda še novi odstavek, in to:

»Idejni projekti iz prejšnjega odstavka obsegajo odvisno od vrste tehnološke zahtevnosti in specifičnosti objekta:

- tehnični opis gradbenega dela objekta,
- tehnični opis tehnološkega dela z navedbo bistvene opreme in naprav, z njihovimi osnovnimi karakteristikami,
- karakteristične gradbene načrte in situacije z osnovnimi gabariti,
- karakteristične blok in funkcionalne sheme in načrte tehnološkega dela,
- osnovne izračune, ki dokazujejo pravilnost idejnih rešitev,
- predizmere in specifikacije grobe opreme in naprav«.

V besedilu pa bi bilo treba tudi poenotiti oziroma uporabiti isto besedo — ali »idejni načrt« oziroma »ideni projekt«.

#### 11. teza:

Na koncu 2. odstavka je potrebno dodati tudi besedilo:

»Ali s srednjo šolsko izobrazbo usrezne stroke oziroma smeri z desetimi leti delovnih izkušenj pri izdelavi investicijsko-tehnične dokumentacije s strokovnim izpitom.«

Za 3. odstavkom te teze pa dodati:

»Investitor mora investicijski program, ki ga je sam izdelal, dati v kontrolo za tako dejavnost registrirani organizaciji združenega dela.«

#### 12. teza:

V okviru svetovalne dejavnosti, ki se na novo uvaja, je potrebno preučiti vprašanje strokovnih izpitov. Po 39. čl. Zakona o delovnih razmerjih namreč ni mogoče strokovni izpit, opravljen po končani pripravniški dobi in v smislu 12. teze predloga zakona, istovetiti s strokovnim izpitom za svetovalno dejavnost. Zato je pri tej tezi tudi vprašljiv izraz »strokovni izpit«, katerega bi bilo treba nadomestiti z izrazom »posebni strokovni izpit«, in v krog opravljanja te dejavnosti pa tudi vključiti srednješolsko izobrazbo (tehnike), seveda z ustrežno prakso in izkušnjami, kot je to že navedeno pri 11. tezi.

V okviru navedbe del in opravil svetovalne dejavnosti pa bi bilo potrebno dodati tudi: »izdelavo obratovalnih navodil«.

#### 14. teza:

V drugem odstavku navedeno strokovno izobrazbo vodje projektov investicije je treba razširiti tudi na »srednješolsko izobrazbo.«

#### 15. teza:

Ugotovljeno je, da so kriteriji za prestrukturiranje gospodarstvačasni dokumenti, v okviru teh pa tudi družbeni dogovor o evidentiranju nameravanih investicij (Ur. l. SFRJ, št. 29/83) in je vprašljivo, ali je potrebno te kriterije omenjati v zakonu o graditvi objektov, ki je prav gotovo trajnejši.

#### 17. teza:

Glede načina ocenjevanja investicij je bila predlagana osvojitve variante k tretjemu odstavku s tem, da: »Način in metode ocenjevanja družbeno-ekonomskih upravičenosti in minimalne vrednosti investicijskih vlaganj predpiše Republiški komite za industrijo in gradbeništvo«.

#### 18. teza:

Ugotovljeno je, da je navedena določila potrebno uskladiti z zakonom o zagotavljanju plačil med uporabniki družbenih sredstev.

#### 20. teza:

V okviru dokazov zagotovitve sredstev za financiranje graditve investicijskega objekta je vprašljivo razumevanje določb: »plačilo investicijskih izdatkov (18. teza) od določb zagotovitev sredstev za financiranje (19. in 20. teza).«

V drugi točki 1. odstavka te teze naj bi se tudi črtalo določilo: »Z garancijo banke, da bo investitorju do omenjenih sredstev zagotovila nameniti kredit, če jih investitorju ne bodo zagotovili sovlagatelji.«

#### 21. teza:

V prvem odstavku bi bilo treba črtati besedilo: »... za graditev objektov s področja energetskega, železniškega, luškega in komunalnega gospodarstva in druga področja gospodarske infrastrukture.«

#### 24. teza:

Vprašanje »dodelitve« objekta v graditev (22. in 24. teza) je glede postopka nejasno in so v okviru tega določila potrebna dodatne pojasnilne navedbe.

#### 27. teza:

Glede na stalno prisotnost inflacije je potrebno predvideti ustrezno valorizacijo dejansko vloženi sredstev, saj bi npr. tako dobil investitor po dveh letih gradnje za svoja vložena sredstva v okviru postopka »dodelitve objekta« le še največ 40% njihove vrednosti.

#### 32. teza:

2. odstavek naj se spremeni in glasi:

»Ta določba velja tudi za primere, kadar so v stanovanjskih objektih grajeni poslovni prostori, če so predvideni z urbanističnimi načrti.«

#### 34. teza:

Stopnjo obdelave tehnične dokumentacije je treba dopolniti s: »projektom na razpis« kot 3. točko in glede na to korigirati navedeno 3. na 4. oz. 4. na 5. točko besedila.

#### 36. teza:

Na koncu teze bi bilo treba dodati: »Podrobnejša navodila o sestavnih delih tehnične dokumentacije izda pristojni republiški organ za gradbeništvo.«

#### 38. teza:

Potrebno je natančneje opredeliti projekt izvedenih del, ki naj obsega: »stanje objekta« in rabi uporabniku: »za pogon, vzdrževanje in obnavljanje objekta.«

#### 40. teza:

Dopolniti je treba zadnji odstavek z določbo o obveznostih projektantskih organizacij za letno oz. polletno sporočanje kadrovskih sprememb Gospodarski zbornici Slovenije; enako tudi v 69. tezi.

#### 41. teza:

Menimo, da je navedba vrste tehnične dokumentacije pomanjkljiva in nepopolna, zaradi česar bi jo bilo v zakonu dopolniti z načrti za ureditev okolja, hidrotehničnimi objekti, telekomunikacijami, žičnicami, vlečnicami itd., sicer pa ta teza ni bistvena in bi se lahko tudi črtala.

#### 42. teza:

Predlagano je, da se v okviru sodelovanja posameznih organizacij pri izdelavi tehnične dokumentacije navede samo:

»Preostali del se lahko poveri v izdelavo drugim organizacijam, ki so za to registrirane s predhodnim soglasjem naročnika — investitorja.«

**43. teza:**

Obravnavana cena izdelave projekta, naj bi temeljila na obsegu in zahtevnosti dela in bila odvisna od kakovosti ter uspešnosti projektne rešitve, kar naj bi se ugotavljalo med in po končani gradnji.

Predlagano je da se ta teza črta, ker je ta snov že obravnavana v zakonu o obligacijskih razmerjih.

**44. teza:**

V tej tezi manjka opredelitev: »odgovornosti odgovornega projektanta faze projekta«, zato je predlagano, da se k tej tezi doda še naslednje besedilo:

»V primeru, da investitor naroči za isti objekt izdelavo tehnične dokumentacije v več OZD, ali da izdelujejo del tehnične dokumentacije izvajalci in dobavitelji delov objekta, mora investitor nesporno določiti in pooblastiti odg. vodjo projekta, ki je odgovoren za kompleksnost in koordinacijo projekta za celotni objekt.«

**45. teza:**

V tej tezi bi bilo potrebno v prvem odstavku namesto besed: »nad deli« navesti besede: »pri gradnji objektov morajo...«. Za besedilom: »in gradbeništvo« pa dodati besede: »odgovorno z Gospodarsko zbornico Slovenije predpiše...«

**47. teza:**

Dodati je treba 5. točko z besedilom: »Ocena stroškov po enotnih opisih del mora biti izdelana kakovostno in tako popolno, da ne bo investitor doveden v zмотo zaradi slabo ocenjenih stroškov.«

**48. teza:**

Besedilo drugega odstavka naj bi se glasilo:

»Na tehnični dokumentaciji, in to v vsakem delu projekta, mora biti potrdilo, da je bila opravljena kontrola v smislu prvega odstavka te teze s posebno potrditvijo brezhibnosti kontrole opisa del in predizmer tako za gradbena, obrtniška in instalacijska dela.«

**49. teza:**

Ker je v predlogu navedeno, da delavci v TOZD odločijo, ali je potrebno in smotrno poveriti tehnično dokumentacijo v strokovni pregled drugi za to usposobljeni in registrirani organizaciji združenega dela, je predlagano, da je potrebno: »obvezno poveriti navedeno dokumentacijo v pregled za to usposobljeni in registrirani OZD«.

Tako stališče pa je tudi utemeljeno s sklepi sveta za gradbeništvo pri IS SFRJ (zapisnik z dne 22. 9. 1983) kot tudi v sklepu št. 15, simpozija o sanaciji objektov v Mariboru, 15. in 16. 9. 1983.

**50. teza:**

Predlaga se črtanje drugega odstavka te teze tako, da se 55. teza dopolni z novo točko, ki se naj glasi: »Pismeno izjavo, da je tehnično dokumentacijo izdelala delovna organizacija, ki je za tako vrsto dokumentacije registrirana in ima ustrezne reference na podobnih objektih.«

**55. teza:**

Pri 4. točki o dokazilu, da so zagotovljena finančna sredstva, naj bi se dodalo besedilo: »na osnovi projekta za izvedbo.«

**63. teza:**

V 1. odstavku te teze naj se za besedo »... dokumentacijo« navedene: »iz 38. teze v katero ažurno vnaša vse spremembe in dopolnitve.«

**70. teza:**

V to tezo ali pa v prehodne določbe naj se vključi odstavek z vsebino:

»Odgovorni vodja del je za določene vrste objektov lahko tudi tehnik ustrezne stroke oziroma smeri z opravljenim strokovnim izpitom, če je že v najmanj petnastletni praksi uspešno vodil gradnjo večjih objektov ter ima pooblastilo izvajalske organizacije za vodenje del.«

**3. odstavek oblikovane teze naj se glasi:**

»Odgovorni vodja za izvajanje posameznih faz gradnje objektov je lahko delavec s srednjo strokovno izobrazbo, katero je pridobil z osvojenim nadaljevalnim ali štiriletnim programom ustrezne stroke oziroma smeri, z najmanj triletnimi delovnimi izkušnjami pri gradnji objektov in opravljenim strokovnim izpitom ter pooblastilom izvajalske organizacije za izvajanje takšnih del.«

**Varianta h gornjemu besedilu:**

... delavec »s poklicem V. kategorije zahtevnosti« s srednjo strokovno ...

**Dodati k varianti 5. odstavek:**

... industrijskih objektov in podobnih objektih« mora biti ...

Sicer pa naj ostane v veljavi 40. člen sedaj veljavnega zakona o graditvi objektov.

**71. teza:****2. odstavek naj se spremeni in se glasi:**

»Garancijski rok za zgrajene objekte oziroma na njih izvedena dela ne more biti krajši kot dve leti, za napake v izdelavi gradnje, ki zadevajo njeno solidarnost, pa deset let, razen za vgrajeno opremo in naprave, za katere velja garancijski rok proizvajalca.«

**72. teza:**

Pri oddaji del graditve objekta z zbiranjem pomernosti, je potrebno uveljaviti institucijo ugovora.

**73. teza:**

Doda naj se določilo:

»Investitor sme opraviti postopek razpisa o javni licitaciji, šele na podlagi projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja ali projekta za izvedbo; razpis brez navedene dokumentacije je neveljaven.«

**80. teza:**

Dopolniti je treba 3. odstavek z enako dopolnitvijo kot na 11., 12., 14. in 40. tezi.

**82. teza:**

V tretji vrsti odstavka je treba vnesti novo določbo:

— »vsa dokazila o kakovosti vgrajenega materiala in posameznih elementov«.

Vrsto 3. odstavka je treba črtati ali pa natančneje opredeliti, katera je ta dokumentacija.

Za celotno poglavje VIII, je ugotovljeno, da mora to poglavje oblikovati jasneje, kateri postopki pri oddaji del so obvezni, kateri pa neobvezni (fakultativni). Pri tem je treba natančno določiti besede »lahko, mora, sme«.

**86. teza:**

K tezi je treba dodati določilo, kot je navedeno v 85. tezi za izvajalsko organizacijo.

**93. teza:**

Dodati na koncu 2. točke:

»projekt izvedenih del.«



**95. teza:**

Dodati naslednje:

»— ali ima uporabnik objekta izdelana navodila za obratovanje in vzdrževanje objekta,  
— ali ima uporabnik usposobljene kadre za obratovanje.«

**104. teza:**

Obravnava gradnjo objektov ki bi jo bilo treba dopolniti z besedilom: »... vodstvo, osebe s poklicem V. kategorije zahtevnosti s srednjo strokovno izobrazbo«...

Predlagane so tudi naslednje dopolnitve z variantami:

1. — »da se do III. gradbene faze zahteva izvajanje del po registrirani izvajalski gradbeni organizaciji oz. gradbenih obrtnikih.

2. Da se z določilom zakona odgovornost strokovnega vodje natančno opredeli in tudi v kazenskih določbah ustrezno sankcionira.

Pri tej tezi se ugotavlja, da je izpadlo v njej določilo, da omejitev koristne površine ne velja za kmetijske gospodarske objekte.

**107. teza:**

V 1. odstavku za besedo: »Organi« je treba črtati besedilo »občinske«. V 2. odstavku pa je za besedami »dve leti« treba dodati besedilo: »poleg navedenega v prejšnjem odstavku tudi...«.

**108. teza**

V 1. vrstici je treba namesto besedila »izdelanih« vnesti besedilo »izdanih«.

Za 1. vrstico je treba dodati novo vrstico z naslednjim besedilom:

— »izvaja nadzorstvo nad objekti, za katera je izdal gradbeno dovoljenje republiški upravni organ, in nad objekti, katerih nosilne konstrukcije imajo več kot 30 metrov višine oz. svetle razpetine razen stanovanjskih objektov.«

Pri besedilu 4. vrstice (po gornjem bodoče 5. vr-

stice) namesto besedila »občinske« vnesti besedilo »republiške«.

Pri besedilu prejšnje 6. vrstice (po gornjem bodoče 7. vrstice) namesto besedila ; »urbanističnih« vnesti besedilo: »gradbenih«.

**111. teza:**

Če inšpektor gradbene inšpekcije pri opravljanju nadzorstva ugotovi, da je bil s kršitvijo predpisa storjen prekršek, gospodarski prestopok ali kaznivo dejanje, mora to naznaniti organu, ki je pristojen za uvedbo postopka zoper kršilca.

**112. teza:**

Zaradi novega besedila 111. teze je treba vnesti pri tej tezi besedilo predloga zakona, navedenega za 111. tezo (strokovna izobrazba in delovne izkušnje gradbenega inšpektorja).

Za boljše razumevanje prej navedenih pripomb in predlogov je vsekakor potrebno poznati tudi celotno in objavljeno besedilo PREDLOGA ZA IZDAJO ZAKONA O GRADITVI OBJEKTOV — glej Poročevalec skupščine SR Slovenije št. 18 z dne 26. 7. 1983, ker je le tako možno popolno slediti tej materiji.

Vse prej navedene pripombe in predlogi so bili posredovani republiškim skupščinskim telesom. Skupščina SR Slovenije jih je na zasedanju dne 28. 9. 1983 posredovala sestavljalcem zakona, da jih upoštevajo pri pripravi osnutka zakona.

Če analiziramo vse dosedanje postopke in opravila okoli Predloga za izdajo zakona o graditvi objektov, čaka naše organizacije tudi v bodoče, če želimo dobiti ustrezno in predvsem tudi uporabno besedilo tega zakona, še ogromno angažiranja, tako v posameznih občinskih društvih gradbenih inženirjev in tehnikov kot tudi v komisiji za regulativo pri Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije. Pa tudi naše organizacije morajo v svojem okolju informirati delegatsko bazo in posamezne delegate o naših stališčih.

Ko bo objavljen osnutek novega besedila zakona, bo zato potrebno, da bo naše članstvo v razpravah tudi aktivno sodelovalo.

## VESTI IN INFORMACIJE

### 20 let Gradbenega centra Slovenije

24. novembra 1983 je Gradbeni center Slovenije s skromno slovesnostjo na svojem sedežu v Ljubljani proslavil 20 let svojega obstoja.

Slavnostni govor je imel direktor GCS, mag. Lojze Capuder, dipl. poltg. V imenu Izvršnega sveta Skupščine SR Slovenije je govoril Saša Skulj, dipl. inž., namestnik predsednika republiškega komiteja za industrijo in gradbeništvo. Na slavnostnem zboru delavcev GCS so se zbrali tudi številni predstavniki raznih institucij in organizacij, ki so sodelovali in še sodelujejo z gradbenim centrom, kakor tudi nekateri bivši sodelavci centra. Dolgoletnim sodelavcem centra so podelili priznanja.

Če se ozremo na 20 let delovanja Gradbenega centra, lahko ugotovimo, da je bila ta pot vse prej kot lahka. Ni se mu posrečilo zagotoviti ne trajnih virov financiranja ne lastnih poslovnih prostorov. Začel je na Titovi 98, nadaljeval na Streliški 12 a in je sedaj začasno v najetih prostorih v Tomažičevi ul. na obrobju viške občine. Finančna sredstva si je mo-

ral zagotavljati iz raznih virov, predvsem od organizacij stanovanjskega gospodarstva, Raziskovalne skupnosti Slovenije, gradbene operative in drugod. Pomanjkanje trajnega in zanesljivega vira financiranja in nenehna skrb za vedno negotova sredstva je marsikaterega gradbenega strokovnjaka, ki bi sicer imel pogoje za razvojno-raziskovalno delo v gradbeništvu, odvrnilo od navezave trajnejšega delovnega razmerja z Gradbenim centrom Slovenije.

Kljub tem neugodnim razmeram je bilo v Gradbenem centru v teh 20 letih izdelano 907 razvojno-raziskovalnih nalog ob sodelovanju 273 avtorjev. Vsa ta dela so zajeta v posebni publikaciji: Bibliografija. Gradbeni center Slovenije — 20 let. Že bežen pogled te bibliografije pokaže, da ima Gradbeni center velik strokovni kapital, predvsem iz področja stanovanjske in komunalne izgradnje. Tukaj obstajajo poleg obravnavanja raznih priložnostnih, v določenem obdobju razvoja našega stanovanjskega gospodarstva aktualnih problemov, številne raziskave s trajnim pome-

nom, predvsem tiste, ki obravnavajo konkretne probleme racionalnega projektiranja in gradnje stanovanjskih zgradb in naselij. Obravnavane so številne funkcionalne rešitve stanovanjskih tlorisov, elementi konstrukcijskih sistemov, zlasti industrializirane gradnje, izvedbe obrtniških del in instalacij ter drugi problemi, katerih prikazi so zlasti uporabni, če so opremljeni s pripadajočimi ekonomskimi izračuni.

Ob vsej obilici razpoložljivega gradiva ostaja spoznanje, da ves ta kapital ni bil ustrezno izkoriščen in oplojen v praksi. Kdor pozna pota naše povojne stanovanjske graditve, bo pritrdil, da številne projektantske in izvajalske organizacije niso dosti uporabljale izsledke Gradbenega centra. Razdrobljenost naše gradbene operative in projektive ter izredni individualizem projektantov, ki niso sprejemali tipiziranih rešitev, kakor tudi pomanjkanje strokovno močnega in avtoritativnega republiškega upravnega organa na področju stanovanjske gradnje v Sloveniji, ki bi imel pravico in možnost tipizirane rešitve tudi predpisovati, so glavni vzroki premajhne uveljavitve Gradbenega centra v naši gradbeni operativi v preteklosti. Očitno so manjkali mostovi, ki bi povezovali razvojno-raziskovalno delo s prakso. Kdo naj bi te mostove gradil tudi še ni povsem jasno. Najbrž bi jih morali skupno graditi raziskovalci in uporabniki. Pogoji za to je, da obe strani imata kadre, ki znajo graditi takšne mostove. To pomeni, da raziskovalna organizacija mora imeti v svoji sestavi izkušene strokovnjake, ki so dobro seznanjeni ne samo s tehnologijo graditve temveč enako dobro poznajo administrativno in organizacijsko strukturo operative (projektantskih in izvajalskih organizacij) kakor tudi ustrezne samoupravne, pravne in finančne norme, ki določajo način poslovanja teh organizacij.

Operativa pa mora imeti kadre, ki poznajo raziskovalne organizacije, njih strukturo, kadre ter možnosti in sposobnost za reševanje konkretnih problemov operative.

Uspešno delovanje takšnih kadrov je pogojeno z ustreznimi organizacijskimi rešitvami na obeh straneh.

Vprašanje uspešnega transfera raziskovalnih izsledkov Gradbenega centra v prakso je osnovno vprašanje dejavnosti tega centra tudi v bodoče. To vprašanje ni rešeno ne v gradbeništvu in tudi ne na dru-

gih področjih naše materialne proizvodnje. Dolgoročni program gospodarske stabilizacije temu problemu namenja veliko pozornosti. Naslonitev na lastne sile in lastno znanje je eno izmed temeljnih izhodišč tega programa. Toda naslonitev na lastno znanje preneša v našo lastno proizvodnjo. Brez tega prenosa tudi lastno znanje ne pomeni dosti. Celotna naša raziskovalna dejavnost na področju materialne proizvodnje se bo morala podrediti temu načelu. Aritmetično distribuiranje združenih finančnih sredstev družbe med posamezne raziskovalne panoge in posamezne organizacije, ki je pri nas v veljavi že mnogo let, bo moralo prenehati. Na področju materialne proizvodnje bodo raziskovalne organizacije morale zbirati sredstva za svoje delo predvsem iz proizvodnje. Proizvodnja pa bo dajala sredstva le za tiste raziskave, od katerih lahko pričakuje konkretne koristne rezultate.

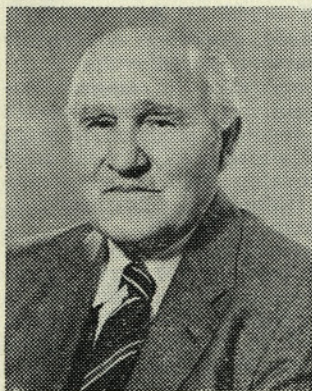
Če bo hotel Gradbeni center tudi v prihodnjem obdobju obstati in morda celo razširiti obseg svojega delovanja, bo moral iskati rešitev v čim bolj učinkoviti povezavi dela in sredstev z gradbeno proizvodnjo. Uveljavljanje tržnih zakonitosti, ki je osnovno načelo dolgoročnega programa gospodarske stabilizacije, bo prisililo gospodarske organizacije, da iščejo za svoje proizvode čimbolj konkurenčne rešitve. V gradbeništvu, zlasti v stanovanjski gradnji, je še veliko nerešenih problemov od projektiranja do izvedbe obrtniških del, ki čakajo na ustrezne rešitve, s katerimi bi se stanovanjska gradnja pocenila in racionalizirala. Pri tem ne gre samo za relativno znižanje cene m<sup>2</sup> stanovanjske površine, temveč prav tako za znižanje stroškov vzdrževanja in uporabe stanovanja. Na področju varčevanja energije v stanovanjih je še veliko nerešenih problemov. Gradbeni center bo moral skupaj z operativno nuditi trgu stanovanjske izvedbe z najbolj ugodno investicijsko ceno in najmanjšimi stroški vzdrževanja in uporabe.

Če bo znal Gradbeni center Slovenije izoblikovati takšne organizacijske in kadrovske rešitve, ki bodo popeljali njegovo dejavnost v najtesnejšo povezavo z gradbeno operativno (projektantskimi in gradbenimi organizacijami) v Sloveniji in v SFRJ, mu bo prihodnost zagotovljena.

Sergej Bubnov

## JUBILEJ

### Slavku Kukovcu ob 70-letnici



Letos aprila je Slavko Kukovec, višji gradbeni tehnik stopil v enainšedemdeseto leto. Morda je ta objava nekoliko pozna, pa vendar velja našemu gradbenemu kolegu vsa pozornost in priznanje. Verjetno je med srednjo in starejšo generacijo malo gradbenikov, ki ga ne bi poznali kot vedno vedrega in prizadevnega tovariša in še vedno aktivnega člana društva gradbenih inženirjev in tehnikov v Celju in celj-

ske zveze IT. Slavko Kukovec je v pokoju že od leta 1972; pri družbeni in strokovni društveni dejavnosti pa mu skoraj ni zaslediti pojava življenjske moči.

Vsa celjska, republiška in zvezna odlikovanja in priznanja, posebno še častno članstvo Zveze gradbenikov Jugoslavije in zlata plaketa ob 30-letnici Zveze gradbenikov Jugoslavije, potrjujejo njegovo petdesetletno strokovno in družbeno aktivnost. Že leta 1936 je bil aktiven v svoji takratni organizaciji gradbenih delovodij in mojstrov, ki jih je leta 1938 tudi vodil na svetovno razstavo obrti v Berlin. Po drugi svetovni vojni, leta 1946, je bil med ustanovitelji celjskega društva inženirjev in tehnikov, ki je kot organizacija strokovnjakov vseh strok mnogo in učinkovito pomagala pri obnovi celjskega gospodarstva. Od takrat pa vse do današnjih dni je v odborih naše organizacije in stroke; res težko bi našli člana s tako dolgo aktivno dobo.

Celjska zveza IT, republiška zveza ZIT in uredništvo Gradbenega vestnika mu želimo zdravo življenjsko jesen.

Henrik Čmak

## IN MEMORIAM

## V slovo Nacetu Perku



Nace Perko, diplomirani gradbeni inženir, je bil rojen leta 1889 v Tolčanah ob Krki. Po osnovni šoli v Žužemberku in maturi na gimnaziji v Novem mestu je leta 1920 diplomiral na univerzi v Pragi. Umrl je v visoki starosti 94 let.

V rani mladosti ga je od leta 1910 do 1920 zateklo rekrutovanje, prva svetovna vojna in študiranje v Pragi. Študiral je v času razvoja prvih železobetonskih konstrukcij. Kot mlad avstrijski častnik se je vojskoval v Tirolah, kjer je kot strokovnjak gradil visokogorske žičnice. Po bitkah na Krasu in preboju do Piave je šel s svojimi zajetimi Ličani, Bosanci in Dalmatinci na solunsko fronto.

Nace Perko, izvorna kranjska grča, ni prenesel okupatorja. Med prvimi naprednjaki so ga odpeljali v Dachau, od koder se je vrnil kot invalid. Po vrnitvi se je kot splošni gradbeni strokovnjak na vsej fronti vključil v obnovo nove republike.

Pokojnik je bil član in funkcionar prvega slovenskega inženirskega društva v Ljubljani. Po osvoboditvi je takoj vstopil v strokovne vrste gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, ki jim je ostal zvest in aktiven član do smrti. Vso pozornost je posvečal strokovnim predavanjem in diskusijam doma in širom po Evropi. Pred vojno je bil predstavnik Slovenije v evropskem cestnem združenju v Haagu. Od tam je prinesel v domovino nove smernice za bodoči razvoj cestne mreže v Evropi in pri nas. Bil je med prvimi načrtovalci cestne mreže Slovenije, predvsem pa Ljubljane. Skupaj s pokojnim inženirjem Mačkovškom, prof. Hrovatom, arhitektom Špinčičem in prof. Plečnikom je družno načrtoval cestno mrežo Ljubljane. Trajno je sodeloval z železniškimi strokovnjaki za čim boljše rešitev železniških prog v Ljubljani. Absolutno

je zagovarjal varianto A/54, toda v poglobitveni izvedbi.

Po osvoboditvi je ves svoj prosti čas posvetil obnovi požganih in porušeni telovadnih, predvsem pa planinskih domov. Sodeloval je pri Blovdkovih strokovnih komisijah za obnovo in gradnjo športnih igrišč, telovadišč, smučišč, strelišč itd. širom po Sloveniji.

S pokojnim prof. Kobetom, arhitektom Skabernetom, inženirjem Pardubskim in drugimi je gradil Porentov dom v Kranjski gori ter našo tedaj najnovejšo planinsko postojanko, Dom na Komni.

Nace Perko je kot pešec prešel celo Jugoslavijo, tja do Lovčena in prek Alp do Prage in nazaj. Tako ga srečamo sleherno nedeljo in praznik, kako hiti kot gradbeni strokovnjak Planinske zveze in načelnik gradbenega odseka planinskega društva Ljubljana Matice širom po Sloveniji in Jugoslaviji, po Koroški in Primorski, zbirat lokacije za nove domove, igrišča, bazene, skakalnice itd., obnavljat požgane planinske kočice in graditi nove postojanke.

Od leta 1908, ko je vstopil v sokolske vrste v Novem mestu, nato v Pragi in vse do smrti je bil pripadnik matičnega društva Narodni dom. Tu je v raznih odborih sodeloval kot načelnik, vodnik, gradbenik. S pokojnim prof. Plečnikom je načrtoval in gradil letno telovadišče v Tivoliju in druge objekte v Ljubljani.

Nace Perko je bil večni planinec, gornik, vodnik, učitelj smučanja in velik ljubitelj narave. Zgradil je prve žičnice, med njimi tudi tovorno na Komno. Obnovil je Savico, Kredarico, kočice pri sedmerih jezerih, Kamniško Bistrico, Komno, Erjavčevo kočico in nešteto drugih telesnokulturnih objektov Slovenije. Kot strogi gradbeni inšpektor železobetonskih konstrukcij in nadsvetnik je veliko prispeval k razvoju gradbeništva v Ljubljani in Sloveniji. Bil je sonačrtovalec mestne cestne mreže v času začetka neslutenege pohoda avtomobilizma. Povsod je bil prisoten in dokončen. Vsa njegova dela nam bodo ostala v trajnem spominu.

Slava Nacetu Perku, prvoborcu železobetona, žičnic in športnih objektov!

**Ciril Stanić**

## INŠTITUT ZA EKONOMSKA RAZISKOVANJA

### Iz v l e č e k

Inštitut za ekonomska raziskovanja, Ljubljana, Kardeljeva ploščad 17

Programski sklop: Dolgoročni razvoj stanovanjskega gospodarstva

Naslov raziskave: Elementi metodologije dolgoročnega planiranja stanovanjske izgradnje 3. del Ocena finančnih možnosti za realizacijo plana (Raziskava še ni končana)

Kratka vsebina: Ta del raziskave obravnava oceno potrebnih denarnih sredstev za potrebno stanovanjsko izgradnjo in oceno možnosti financiranja z vidika družbenega proizvoda in finančnih sposobnosti gospodinjstev.

### Iz v l e č e k

Inštitut za ekonomska raziskovanja, Ljubljana, Kardeljeva ploščad 17.

Programski sklop: stanovanjsko gospodarstvo.

Naslov raziskave: Ekonomske stanarine v Sloveniji v odvisnosti od stanovanjskih razmer in gospodinjstve potrošnje

Kratka vsebina: Raziskava prikazuje stanovanjske in socialne razmere gospodinjstev v Sloveniji leta 1982, stanovanjske stroške, ki so osnova ekonomskim stanarinam, spremembe v gospodinjstvi potrošnji, ki bi nastale z uvedbo ekonomskih stanarin in potrebe po delnem nadomeščanju stanarin socialno ogroženim gospodinjstvom.

### IZVLEČEK POROČILA ZA RSS 1983

FAGG, VTOZD gradbeništvo in geodezija  
URP: Teoretična hidravlika

Programski sklop: GIBANJE NENEWTONSKIH  
TEKOČIN

Sestavili smo matematični model za račun dvodimenzionalnega toka s prosto gladino, ki lahko v večini primerov nadomesti mnogo dražje hidravlične modele npr. pri določanju toka po porušitvi pregrad ali dvodimenzionalnega toka v bližini hidrotehničnih objektov. V isti model uvajamo še člene turbulentne difuzije, da bo uporaben za račun turbulentnega transporta odplak ali toplote v vodotokih ali ozračju.

### Summary

#### MOTION OF NONNEWTONIAN FLUIDS

A mathematical model was made to simulate twodimensional open channel flow. In most cases it can replace much more expensive hydraulic model e.g. for simulation of dam-break flow or two dimensional flow in the vicinity of hydraulic structures. With the introduction of the term expressing turbulent diffusion into the model, its applicability will be extended to the simulation of turbulent transport of pollutants or heat in rivers, lakes, sea or air.

## Sanacija zvočne izolacije ločilnih sten

UDK: 69.002:699.844

### 1. Zvočna izolacija enojne stene

Zvočna izolacija enojne homogene stene je odvisna od njene površinske mase in od frekvence zvoka. Kakšna je ta odvisnost, opiše naslednja enačba:

$$R = 10 \cdot \log \left[ 1 + \left( \frac{\omega m' \cos \vartheta}{2 \varrho c} \right)^2 \right] \quad \text{dB} \quad (1)$$

kjer pomeni:

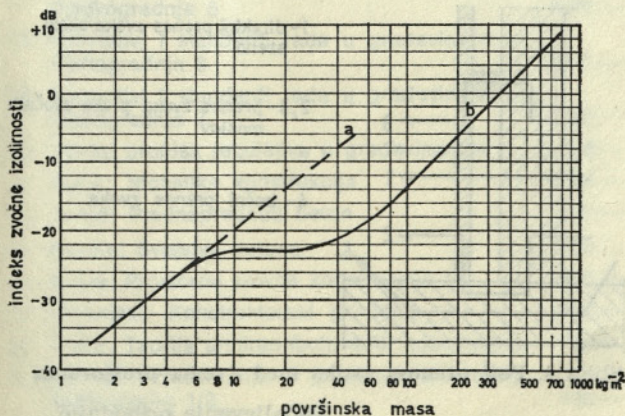
- R — zvočna izolacija stene
- $\vartheta$  — vpadni kot zvoka
- $m'$  — površinska masa stene
- $\varrho$  — gostota zraka
- c — hitrost zvoka v zraku
- $\omega$  — krožna frekvenca zvoka

Vidimo, da se pri podvojitvi površinske mase stene zvočna izolacija poveča za 6 dB. To enačbo v akustiki pogosto imenujemo »teoretični zakon mase«, saj nam da največjo teoretično možno vrednost zvočne izolacije stene s površinsko maso  $m'$ .

Odvisnost indeksa zvočne izoliranosti stene od njene površinske mase, kakor nam jo da teorija (a), in pa rezultati številnih meritev (b) je prikazana na sliki št. 1.

Iz diagrama na sliki je razvidno, da ima indeks zvočne izoliranosti 0 stena s površinsko maso okrog  $350 \text{ kg m}^{-2}$ , za indeks zvočne izoliranosti + 6 dB pa je potrebna že površinska masa stene  $600 \text{ kg m}^{-2}$ .

Zvočna izolacija enojne homogene stene narašča z rastočo površinsko maso stene zelo počasi in veliko zvočno izolacijo lahko dosežemo samo z razmeroma težkimi in debelimi stenami. Zato tudi sanacija zvočne izolacije stene s povečanjem njene površinske mase v praksi skoraj ne pride v poštev.



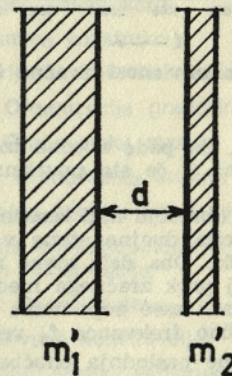
Slika 1. Odvisnost zvočne izolacije enojne homogene stene od njene površinske mase

### 2. Zvočna izolacija dvojne stene

Edini način, da obidemo zakon mase in povečamo izolacijo stene, ne da bi bistveno povečali njene površinske mase, je, da namesto enojne stene uporabimo dvojno. Fizikalno lahko dvojno steno obravnava kot sistem dveh mas, ki sta med seboj povezani z vzmetjo. Masi sta v tem primeru kar površinski masi obeh delov dvojne stene ( $m_1'$  in  $m_2'$ ). vzmet pa je elastični zračni medprostor. Resonančna frekvenca takega sklopljenega sistema je:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\varrho c^2}{d} \left( \frac{1}{m_1'} + \frac{1}{m_2'} \right)} \quad \text{Hz} \quad (2)$$

kjer je d debelina zračnega medprostora (slika št. 2)



Slika 2. Resonančna frekvenca dvojne stene

Zvočna izolacija dvojne stene je odvisna od frekvence zvoka in jo lahko razdelimo na tri frekvenčna področja.

V področju pod resonančno frekvenco  $f_0$  deluje zračni medprostor kot popolnoma toga vzmet (toga povezava) tako, da nihata oba dela dvojne stene z enako frekvenco in fazo. Zato ju lahko štejem kot enojno steno, ki se ravna po zakonu mase. Zvočna izolacija dvojne stene v tem frekvenčnem območju narašča za 6 dB/oktavo in dvojna stena nima nič boljše zvočne izolacije v primerjavi z enojno steno s površinsko maso  $m_1' + m_2'$ .

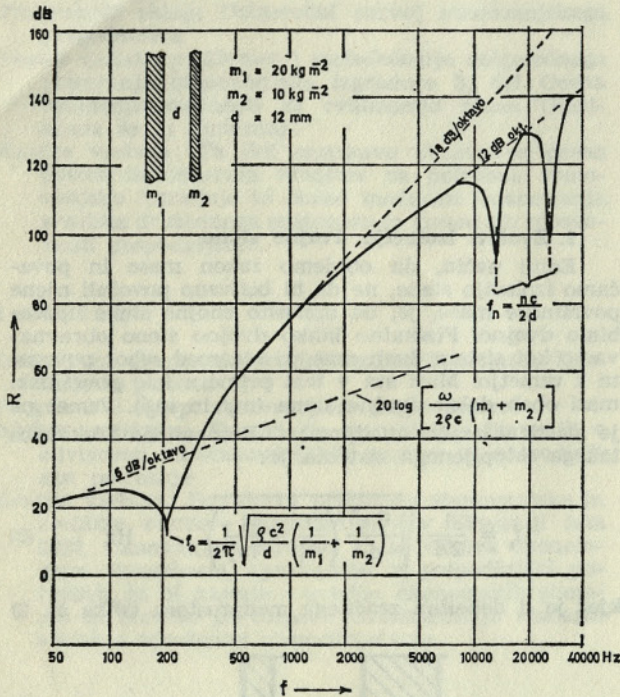
Za zvočno izolacijo v tem frekvenčnem območju velja enačba:

$$R = 20 \log \frac{\omega (m_1' + m_2')}{2 \cdot \varrho \cdot c} \quad \text{dB} \quad (3)$$

Tudi v območju resonančne frekvence  $f_0$  nima dvojna stena glede zvočne izolacije nobene prednosti

pred enojno, nasprotno, pri resonančni frekvenci se zvočna izolacija stene celo močno poslabša. Pri tej frekvenci nihata oba dela stene z enako frekvenco, vendar protifazno (z nasprotnima fazama). Teoretično znaša zvočna izolacija dvojne stene pri resonančni frekvenci  $f_0$  samo še:

$$R = 20 \log \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{m_1}{m_2} + \frac{m_2}{m_1} \right) \right] \quad \text{dB} \quad (4)$$



Slika 3. Frekvenčna odvisnost zvočne izolacije dvojne stene

Iz enačbe sledi, da pade zvočna izolacija dvojne stene (teoretično!) na 0, če sta površinski masi obeh delov stene enaki.

V frekvenčnem območju nad resonančno frekvenco se zvočna izolacija dvojne stene v primerjavi z enojno precej poveča. Oba dela stene nista več toga povezana med seboj prek zračnega medprostora, ampak lahko nihata vsak zase popolnoma ločeno. V območju nad resonančno frekvenco  $f_0$  velja za zvočno izolacijo dvojne stene naslednja enačba:

$$R = 20 \log \frac{\omega^3 m_1 m_2 d}{2 \cdot \rho^2 c^3} \quad \text{dB} \quad (5)$$

iz katere sledi, da narašča zvočna izolacija z 18 dB/oktavo.

Ker nastopi bistveno izboljšanje zvočne izolacije dvojne stene šele v frekvenčnem področju nad resonančno frekvenco, moramo izbrati take sestave dvojnih sten, da je njihova resonančna frekvenca nižja od 90 Hz.

### 3. Sanacija zvočne izolacije stene z oblogo

Učinkovit način sanacije zvočne izolacije stene, ki temelji na načelu dvojne stene, je sanacija z dodatno oblogo, ki jo namestimo ob steno, ki jo nameravamo sanirati. V tem primeru je površinska masa prvotne stene  $m_1'$  precej večja od površinske mase obloge  $m_2'$  ( $m_1' \gg m_2'$ ). Enačbo 5, ki velja v območju nad resonančno frekvenco, lahko pišemo tudi tako:

$$f_n = \frac{c}{2 \cdot d} \cdot n \quad \text{Hz} \quad (5 a)$$

Prvi člen na desni strani te enačbe pomeni zvočno izolacijo prvotne stene same, drugi pa izboljšanje zvočne izolacije zaradi dodatne obloge. Ker je površinska masa prvotne stene veliko večja od površinske mase obloge, lahko vzamemo, da je prvotna stena toga in da ne niha. Potem velja za resonančno frekvenco enačba:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho \cdot c^2}{d m_2}} \quad \text{Hz} \quad (6)$$

Za izboljšanje zvočne izolacije  $\Delta R$ , ki je zaradi dodatne obloge, pa dobimo enačbo:

$$\Delta R = 40 \log \frac{f}{f_2} \quad \text{dB} \quad (7)$$

Tudi ta enačba nam kaže, da nastopi izboljšanje zvočne izolacije šele v frekvenčnem območju nad resonančno frekvenco. Zato mora biti  $f_2$  čim nižja oziroma produkt  $d m_2$  čim večji. Ustrezno nizko resonančno frekvenco lahko torej dosežemo z dovolj veliko površinsko maso obloge  $m_2'$  ali pa z dovolj veliko razdaljo  $d$  med steno in oblogo.

Izboljšanja zvočne izolacije, ki nam ga da enačba 7, pa praktično ni mogoče doseči. Razlogov za to je več. Prvi je pojav resonanc v zračnem medprostoru, to je v zraku, ki je zaprt med dvema vzporednima površinama (oblogo in steno). Te resonance nastopijo takrat, kadar je debelina medprostora  $d$  enaka polovici valovne dolžine zvoka v zraku:

$$d = n \frac{\lambda}{2} \quad (n=1,2,3\dots) \quad (8)$$

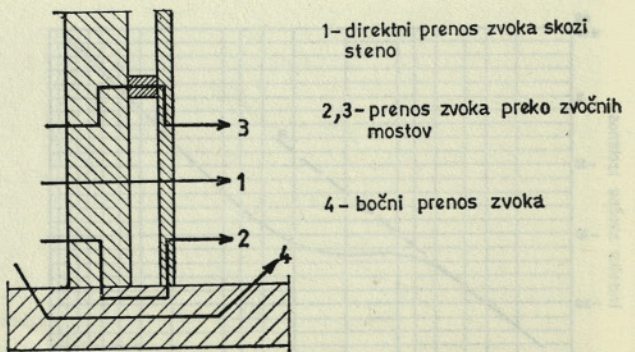
resonančne frekvence pa so:

$$R = 20 \log \frac{\omega m_1}{2 \rho c} + 20 \log \frac{\omega^2 m_2 d}{\rho c^2} \quad \text{dB}$$

V območju teh resonančnih frekvenc se zvočna izolacija stene z oblogo poslabša. Poslabšanje je manjše, če med prostor zvočno dušimo, tj., če ga napolnimo z materialom, ki zvok absorbira.

Zvočna izolacija se zmanjša tudi pri koincidenčnih frekvencah tako stene kakor tudi obloge, kar je znano že iz teorije enojnih sten.

V največji meri pa poslabša zvočno izolacijo stene z oblogo prenos zvoka prek zvočnih mostov, ki je lahko celo večji od direktnega prenosa zvoka skozi steno. Ti zvočni mostovi so povsod, kjer se obloga dotika stranskih sten, stropa in poda in kjer je pritrjena na prvotno steno. Poti prenosa zvoka — direktnega skozi steno in prek zvočnih mostov — so prikazane na sliki št. 4.



Slika 4. Poti prenosa zvoka med dvema prostoroma

Nadaljevanje prihodnjic

Savo Volovšek



## Seznam knjig iz gradbeništva

1. Vukičević: Englesko srpskohrvatski građevinski rečnik-Niskogradnja	1500.—	29. Andus: Projektiranje puteva	1500.—
2. Vukičević: Englesko srpskohrvatski građevinski rečnik-Visokogradnja	1700.—	30. Kojić, Simonović: Poljoprivredne zgrade i kompleksi	500.—
3. Več avtorjev: Građevinski priručnik-Tehničar 1	1500.—	31. Radonić: Grejanje i vetrenje	300.—
4. Več avtorjev: Građevinski priručnik-Tehničar 2	4200.—	32. Romić: Teorija proračuna armiranobetonskih dijafragmi	300.—
5. Građevinski priručnik-Tehničar 3	4200.—	33. Romić: Prednaprednuti beton u teoriji i praksi	240.—
6. Građevinski priručnik-Tehničar 4	1200.—	34. Romić: Teorije granične nosivosti armiranog betona	450.—
7. Građevinski priručnik-Tehničar 5	1300.—	35. Milosavljević: Osnovi čeličnih konstrukcija	1200.—
8. Vagner, Erlhofx: Praktična građevinska statika 1/3	2150.—	36. Zarić: Čelične konstrukcije	900.—
9. Radonić: Vodovod i kanalizacija u zgradama	1800.—	37. Brčić: Dinamika konstrukcija	900.—
10. Furundžić: Osnovi tehnologije betona	550.—	38. Đurić: Teorija okvirnih konstrukcija	350.—
11. Čubra: Planiranje i programiranje u građevinarstvu	400.—	39. Trbojević: Organizacija građevinskih radova	300.—
12. Sinđić: Osnove planiranja u građevinarstvu	435.—	40. Trbojević: Građevinske mašine	430.—
13. Pavlović: Modulacija arhitektonskog projektovanja- Prefabrikacija stanogradnje	750.—	41. Stafanović: Građevinske mašine	470.—
14. Selendić: Vertikalni kos i horizontalni transport	1800.—	42. Zarić: Metalne konstrukcije u visokogradnji	900.—
15. Normativi i standardi rada u građevinarstvu-Visokogradnja 1/3	3900.—	43. Ačić: Teorija armiranobetonskih i predhodno napregnutih konstrukcija	1500.—
16. Normativi i standardi rada u građevinarstvu-Visokogradnja 4	1200.—	44. Cvetanović: Osnovi puteva	500.—
17. Normativi i standardi rada u građevinarstvu-Visokogradnja 5	2400.—	45. Gojković: Drvene konstrukcije	850.—
18. Normativi i standardi rada u građevinarstvu-Niskogradnja 6	2400.—	46. Đureć, Nikolić: Statika konstrukcija	840.—
19. Normativi i standardi rada u građevinarstvu-Niskogradnja 7	3700.—	47. Romić: Ljuskaste konstrukcije	372.—
20. Zbirka propisa regulative u građevinarstvu	1400.—	48. Romić: Betonske konstrukcije	525.—
21. Đurić: Statistika konstrukcija	1000.—	49. Števanović: Fundiranje 1	450.—
22. Jevtić: Prednaprednuti beton	550.—	50. Građevinski: Materijali, Tufegdžić	1101.—
23. Neville: Svojstva betona	400.—	51. Vukotić: Ispitivanje konstrukcija	580.—
24. Rühle: Prostorne krovne konstrukcije 1/2	800.—	52. Građevinska regulativa 83 1/2	1450.—
25. Umanjski: Konstrukterski priručnik	800.—	53. Jelaković: Zvuk, arhitektonska akustika	300.—
26. Franz: Teorija armiranobetonskih konstrukcija	600.—	54. Tonković: Masivni mostovi 1/2	650.—
27. Žefroa: Projektiranje i građenja kolovoznih konstrukcija 1/2	400.—	55. Tonković: Mostovi u izvanrednim okolnostima	700.—
28. Lorenc: Projektiranje i trasiranje puteva i autoputeva	800.—	56. Tonković: Promet u više razina	600.—
		57. Nonveiller: Mehanika tla i temeljne građevina	800.—
		58. Nonveiller: Nasute brane	650.—
		59. Brauner: Geometrija u graditeljstvu	350.—
		60. Svetlobnotehnički priručnik 1/2	1600.—
		61. Engleski-njemački-francuski-ruski-hrvatski rječnik — klimatizacijska i rashladna tehnika	2800.—

# KAZALO

## ČLANKI, ŠTUDIJE, RAZPRAVE

Adamič Franc:		Kokol Janez:	
Armiranobetonski nosilci s pravokotno striž-		Možnost usposabljanja zemljišč za kme-	
no armaturo . . . . .	35	tijsko proizvodnjo v tujini . . . . .	146
Adamič Franc:		Lapanje Svetko:	
Mikroračunalnik in vsakdanje naloge grad-		Vpliv sprejemljive višine na togosti in upe-	
bene statike . . . . .	193	tostne momente nosilnih elementov . . . . .	82
Apih Vera in Kos Jože:		Lapanje Svetko:	
Sanacija vlažnih zidov . . . . .	202	Križni stik z vmesno ploščo . . . . .	127
Bedenik Branko:		Maleiner Franc:	
Model betona s tetraedriskimi elementi . . . . .	223	Omejevanje pretoka s pomočjo vrtilčnih dušilk . . . . .	167
Bedenik Branko:		Matičič Brane:	
Obnašanje betona pod dolgotrajnim vplivom		Učinkovitost drenažnih sistemov in vzdrže-	
triaksialnih napetosti in visokih temperatur . . . . .	243	vanje sistemov . . . . .	153
Breznik Marko:		Panjan Jože:	
Večnamenska akumulacija Cerkniško jezero . . . . .	3	Analiza odtoka s porečja z matematičnim	
Breznik Valentin:		modelom . . . . .	150
Vodarji želimo in lahko pomembno prispeva-		Rajar Rudi:	
mo k ustalitvi našega gospodarstva . . . . .	145	Uporaba teorije turbolentnega toka pri pro-	
Bubnov Sergej:		blemih onesnaževanja vodotokov in ozračja . . . . .	196
Zagate gradbeništva . . . . .	71	Stanič Ciril:	
Bubnov Sergej:		Greznice ali kanalizacije . . . . .	176
Seizmološki, ekonomski in pravni kriteriji za		Tomaževič Miha in Sheppard Peter:	
sanacijo zgradb zaradi potresa . . . . .	95	Revitalizacija kamnitih zidanih zgradb z vi-	
Derganc Adolf:		dika seizmične zaščite . . . . .	63
Posvetovanje o sanaciji zgradb . . . . .	221	Znidarič Jaš:	
Dobriča Peter:		Kontrola in ocenjevanje kakovosti betona	
Jeklene sponne in vijačni žičniki . . . . .	232	v predlogu Pravilnika o tehničnih normativih	
Faith Štefan:		za beton in armirani beton — prvi del . . . . .	16
Prispevek k računanju tankostenskih škat-		— drugi del . . . . .	42
lastih profilov . . . . .	226	Zontar Marko:	
Grohar Tomaž:		Razvoj tipizirane aluminijaste ograje . . . . .	131
Varovanje tlačnih elementov s prečnimi opo-		Zužek Ljubo:	
rami v lesenih konstrukcijah . . . . .	99	Osnove vrednotenja projektantskih in inže-	
Grošeta Tomislav in Regent Tomislav:		nirskih storitev v gradbeništvu . . . . .	134
Realizacija projekta melioracij v naravi . . . . .	165	Zužek Ljubo:	
Jecelj Stanko, Valek Daniel in Regent Tomislav:		Klavže na Idrijskem — tehnični spomeniki . . . . .	207
Model izdelave melioracije zemljišča od za-			
misli do izvedbe . . . . .	161		
Kavčič Matija in Geiger Aleksander:			
Mehki jezovi . . . . .	174		

## IZ GRADBENE ZAKONODAJE

Bubnov Sergej:	
Predlog za izdajo zakona o graditvi objektov . . . . .	177
Cadež Vladimir:	
Načelne pripombe k predlogu za izdajo za-	
kona o graditvi objektov . . . . .	177



Perc Franc:	
Ob predlogu za izdajo zakona o graditvi objektov . . . . .	179

Rosina Branko:	
Predlog za izdajo zakona o graditvi objektov	246

POROČILO S SKUPŠČINE ZDGITS

Zapisnik skupščine ZDGITS . . . . .	104
Sklepi skupščine ZDGITS . . . . .	110
Poročilo o delovanju ZDGITS v obdobju 81—82 .	111
Poročilo o Gradbenem vestniku za leta 81 in 82 .	112

VESTI IZ SPLOŠNEGA ZDRUŽENJA GRADBENIŠTVA IN IGM SLOVENIJE

Priprave na usposabljanje tehnično-tehnoloških kadrov gradbeništva . . . . .	116
Ne le beton, tudi pesem nas združuje in plemeniti	116
3. junij — dan gradbenikov Slovenije . . . . .	117
Nomenklatura poklicev gradbeništva . . . . .	117

INFORMACIJE ZAVODA ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA

Preprečevanje dviga kapilarne vlage v zidovih z ustvarjanjem vodoodbojnih plasti . . . . .	29
Zahteve pri izvajanju betonskih del do sedaj in v bodoče . . . . .	57
Razvoj in raziskave tekočinskega filtra v tehnološkem procesu proizvodnje hidriranega apna . . . . .	89
Nekatere izkušnje pri pojavih utrujenosti zlomov dinamično močno obremenjenih strojev . . . . .	121
Betoniranje v vročem vremenu	
— prvi del . . . . .	139
— drugi del . . . . .	187
— tretji del . . . . .	215

IZ RAZISKOVALNE SKUPNOSTI SLOVENIJE

Študij priprave neskrčljivih in ekspanzijskih elementov . . . . .	25
Študij napetostne korozije visokotrnostne armature za prednapeti beton . . . . .	25
Teze za pripravo standarda o tipizaciji oblik armaturnih palic in prikaz postopkov v fazi projektiranja in proizvodnje armature . . . . .	55
Elementi metodologije dolgoročnega planiranja stanovanjske izgradnje. Ocena finančnih možnosti za realizacijo plana . . . . .	252
Ekonomske stanarine v Sloveniji v odvisnosti od stanovanjskih razmer in gospodinjne potrošnje .	252
Gibanje newtonskih tekočin . . . . .	252

IZ INOZEMSTVA

Saudova Arabija zaostri nadzor nad opravljanjem konzultantskih storitev . . . . .	20
Grško gradbeništvo v krizi zahteva pomoč vlade .	20
Nova mesečna publikacija o dogajanjih na svetovnih trgih . . . . .	20

Slabša konjunktura za gradbena dela na Bližnjem Vzhodu . . . . .	118
Kratek pregled konjunktturnega stanja . . . . .	118

VESTI IN INFORMACIJE

SGP Kograd — Dravograd . . . . .	2
GIP Gradis — TOZD Ravne na Koroškem . . . . .	2
In memoriam — inž. Anton Umek . . . . .	27
Gradnja ločnega mostu prek Soče v Desklah . . . . .	34
Prvo Jugoslovansko posvetovanje o sanaciji zgradb	62
5. zborovanje sekcije gradbenih konstruktorjev .	96
Bogdan Melihar zapušča rubriko iz naših kolektivov . . . . .	114
Objava LIP Bled . . . . .	119
Jugoslovansko posvetovanje: Lokacija kot pomemben sestavni del prostorskega načrtovanja in graditvi mest . . . . .	126
XX. Kongres mednarodnega društva za hidravlične raziskave . . . . .	185
20. let Gradbenega centra Slovenije . . . . .	249
Ustanovljeno je društvo za potresno inženirstvo Slovenije . . . . .	220
Ob 70-letnici Slavka Kukovca . . . . .	251
Diplome I. in II. stopnje VTO Gradbeništvo VTŠ V MARIBORU . . . . .	120

MNENJA IN KRITIKE

Zakoreninjene napake v nekaterih naših fizikalnih in tehničnih učbenikih . . . . .	120
--	-----

IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

Gradbeni vestnik št. 1-2 . . . . .	20—24
Gradbeni vestnik št. 3 . . . . .	52—55
Gradbeni vestnik št. 4-5 . . . . .	86—88
Gradbeni vestnik št. 7 . . . . .	138—140
Gradbeni vestnik št. 8-9 . . . . .	183—185
Gradbeni vestnik št. 10 . . . . .	211—213

IZVLEČKI V SLOVENSKEM JEZIKU

Adamič Franc:	
Nosilci s strižno armaturo . . . . .	41
Breznik Marko:	
Večnamenska akumulacija Cerčniško jezero .	15
Bubnov Sergej:	
Seizmološki, ekonomski in pravni kriteriji za sanacijo zgradb zaradi potresa . . . . .	99
Grošeta Tomislav in Regent Tomislav:	
Realizacija projekta melioracij v naravi . . . . .	166
Lapajne Svetko:	
Vpliv izpremenljive višine na togosti in vpetostne momente nosilnih elementov . . . . .	85

Lapajne Svetko:  
 Križni stik sten z vmesno ploščo . . . . . 130

Panjan Jože:  
 Analiza odtoka s porečja z matematičnim modelom — enotni hidrogram . . . . . 157

Rajar Rudi:  
 Uporaba teorije turbolentnega toka pri problemih onesnaževanja vodotokov in ozračja . . . 196

Tomažević Miha in Sheppard Peter:  
 Revitalizacija kamnitih zidanih zgradb z vidika seizmične zaščite . . . . . 70

Žnidarič Jaš:  
 Kontrola in ocenjevanje kakovosti betona v predlogu Pravilnika o tehničnih normativih za beton in armirani beton . . . . . 49

Zontar Marko:  
 Razvoj tipizirane aluminijaste ograje . . . . . 135

IZVLEČKI V ANGLEŠKEM JEZIKU

Breznik Marko:  
 The Cerknica lake multi — purpose storage . 15

Bubnov Sergej:  
 Seismological, economical and juridical criteria for the rehabilitations of buildings because of the earthquake . . . . . 99

Lapajne Svetko:  
 Influence of the variability of the heighth on stiffnesses and the restraining moments of bearing members . . . . . 85

Lapajne Svetko:  
 Crossed-walls joint with intermediate plate . 130

Panjan Jože:  
 Analysis onflow of the river . . . . . 157

Rajar Rudi:  
 Application of the theory of turbulence in the problems of water and air pollution . . 196

Tomažević Miha in Sheppard Peter:  
 The strengthening of stonemasonry buildings for revitalization in seismic regions . . . . . 70

Zontar Marko:  
 Development of a standardized aluminium railing . . . . . 135

splošno gradbeno podjetje  
**konstruktor**  
n.sol.o., maribor

s svojimi TOZD

**TOZD GRADBENIŠTVO MARIBOR n. sol. o.**  
**TOZD GRADBENIŠTVO POMURJE n. sol. o. MURSKA SOBOTA**  
**TOZD GRADBENIŠTVO GRANIT n. sol. o. SLOVENSKA BISTRICA**  
**TOZD GRADBENIK n. sol. o. LENDAVAL**  
**TOZD OPEKARNA n. sol. o. LENDAVAL — DOLGA VAS**  
**TOZD OPEKARNA PUCONCI n. sol. o.**  
**TOZD GRADBENA OBRT — KLEPOVOD n. sol. o. MARIBOR**  
**TOZD MIZARSTVO n. sol. o. MARIBOR**  
**TOZD GRADIVO n. sol. o. MARIBOR**  
**TOZD KOVINAR n. sol. o. MARIBOR**  
**TOZD PTB — KOMUNAPROJEKT n. sol. o. MARIBOR**

Gradimo vse vrste objektov doma in v tujini, izvajamo inženiring industrijskih dvoran in upravnih poslopij, vključeni smo v družbeno usmerjeno stanovanjsko gradnjo, projektiramo industrijske, upravne in stanovanjske objekte; v specializiranih temeljnih organizacijah pa proizvajamo peske, opeko, gradbene polizdelke ter kovinske in mizarске izdelke.