UDK — UDC
05:624

YU ISSN 0017-2774

30 LET GRADBENI VESTNIK

LETNIK 30, ŠT. 5, STR. 97—124
LJUBLJANA, MAJ 1981

5

Splošno gradbeno podjetje »Gorica« Nova Gorica

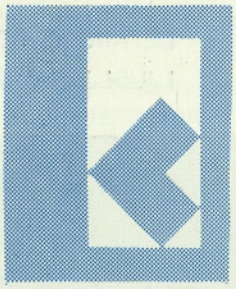
Nova Gorica — DELO NAŠIH ROK

1951-1981 SGPGORICA

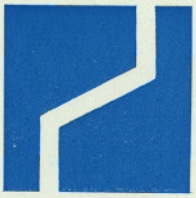
ingrad
CELJE
N. SOL. O
63000 CELJE
LJUBLJANSKA 16

SGP GRADBINEC
n.sol.o.KRANJ nazorjeva 1

zidar
KOČEVJE


Konstruktor Maribor

SGPGORICA


primorje
ajdovščina

slovenija ceste tehnika

GRADIS

PIONIR
NOVO MESTO

stavbar maribor

sgp graditelj
Kamnik

GRADBENI VESTNIK

GLASILO
ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

Št. 5 — LETNIK 30 — 1981

YU ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Prof. Svetko Lapajne:
RAZPOKE V OJAČENEM BETONU 98
CRACKS ON REINFORCED CONCRETE

Mag. Boris Majaron s sodelavci:
OPTIMIZACIJA RAZPONOV ZA VISOKE GRADNJE 102

Marijan Novak:
POŠKODBE IN PORUŠITVE NA DALJNOVODIH 110 kV, 220 kV IN 380 kV V UNIČUJOČI ZALEDENITVENI UJMI NA PODROČJU BRKINOV 112
DAMAGES AND COLLAPSES OF HU TRANSMISSION LINES CAUSED BY DESTRUCTIVE FROST AT BRKINI

Iz naših kolektivov
From our enterprices

SGP PRIMORJE, Ajdovščina 116
SGP KRAŠKI ZIDAR, Sežana 117
SGP GORICA, Nova Gorica 117
SGP GRADNJE, Postojna 117
SGP KONSTRUKTOR, Maribor 118
SOZD ZGP GIPOSS, Ljubljana 118
OZD GIP GRADIS, Ljubljana 119

Jubilej
Jubilee

INŽ. VLADIMIR ČADEŽ — SEDEMDESETLETNIK 120
prof. Sergej Bubnov

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

NEKAJ PRAKTIČNIH PRIMEROV RUŠENJ VISOKIH GRADBENIH OBJEKTOV Z MINIRANJEM 121
Danilo Belšak

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV
Lektor: ALENKA RAIČ
Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIC
Uredniški odbor: NJEGOVAN BOŽIČ, VLADIMIR ČADEŽ, JOŽE ERŽEN, IVAN JECELJ, ANDREJ KOMEL, DR. MILOŠ MARINČEK, STANE PAVLIN, ROMAN STEPANČIČ
Revijo izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina skupaj s članarino znaša 180 din, za študente 90 din, za podjetja, zavode in ustanove 1500 din. Revija izhaja ob finančni podpori Raziskovalne skupnosti Slovenije.

Razpoke v ojačenem betonu

UDK 624.043.012.45

SVETKO LAPAJNE

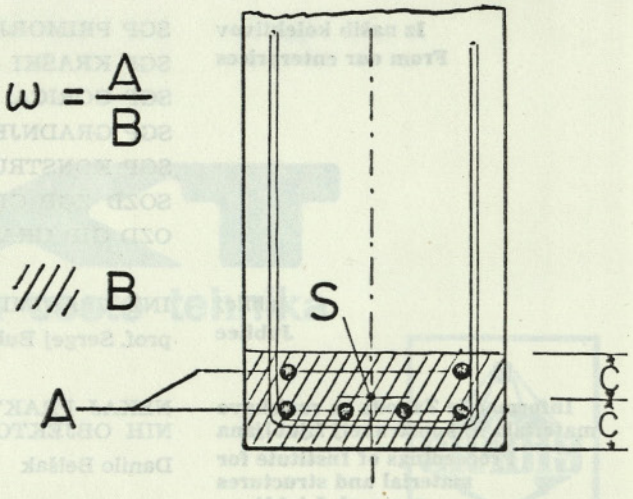
Znano je, da dimenzioniramo prereze ojačenega betona s predpostavko, da natezno območje popoka in beton ne prevzema nikakih nateznih napetosti. Dejstvo pa je, da je celotni prerez ojačenega betona z razpokami slabo odporen proti strigu in da se z vsako razpoko zmanjša tudi zaščita proti koroziji jekla in s tem trpežnost upogibnega elementa. Sledila so od evropskega komiteja za beton osvojena načela za omejitev dovoljenih maksimalnih širin razpok, in to:

za zaščitene objekte (visoke gradnje in podobno)	$w_{max} = 0{,}3$ mm
za nezaščitene objekte (mostove in podobno)	$w_{max} = 0{,}2$ mm
za vodne objekte (rezervoarje, hidrotehniko)	$w_{max} = 0{,}1$ mm

Za naše konstrukterje se tedaj pojavlja vprašanje, kako vnaprej preračunati pričakovano največjo širino razpok, ali pa kako vnaprej določiti redukcijo dopustnih napetosti jekla, da se izognemo pojavu preširokih razpok. Ta problem je odlično obdelan v francoskih predpisih za ojačeni beton iz l. 1960 ter je z istim rezultatom in isto teorijo prevzet tudi v novejše predpise iz l. 1968, čeprav z delno modificiranimi oznakami. Namen članka je podati teorijo teh predpisov našim inženirjem in istočasno tudi tabelo, ki si jo je avtor sam pripravil za praktično uporabo teh predpisov.

Načelno razločuje francoski predpis dve karakteristični območji: Prvo je območje sistematskih razpok, v katerem beton ni sposoben sam prevzemati nateznih napetosti hkrati z vgrajenim jeklom. Razpoke se bodo torej pojavljale v enakomernih razstojih, imele bodo tudi enake širine — vse seveda le približno. Jeklo bo v polni meri napeto le na mestih razpok, vmes pa bo beton jeklo razbremenjeval po svoji natezni sposobnosti in sposobnosti prevzema teh sil s strigom. Drugo območje je območje nesistematskih razpok, v katerem je upogibna natezna napetost v betonu nižja od natezne trdnosti betona. V tem območju pravzaprav jeklo sploh ne stopi v funkcijo, ker nosi ves nateg beton sam. Seveda se pa v betonu lahko pojavljajo kaka lokalna šibka mesta in beton poči. Take razpoke pa so popolnoma odvisne od slučajnosti in se zato označujejo kot »nesistematske«. Meja območij je določena z odstotkom armiranja glede na neposredno oklepajoči beton, katerega težišče se sklada s težiščem vloženih armatur. Čim je $\omega > \frac{\beta_z}{\sigma_a}$, bomo imeli sistematske razpoke in obratno pri $\omega < \frac{\beta_z}{\sigma_a}$ bodo razpoke nesistematske ali jih ne bo!

Število ω predstavlja absolutno vrednost razmerja površine armature in površine oklepajočega betona:



Oznake

A — površina jeklenih vložkov (Acier fr.)
B — površina betona, ki oklepa armaturne vložke v obsegu, katerega težišče se krije s težiščem vložkov
ω — nasičenost armiranja v absolutni vrednosti
$\omega = \frac{A}{B}$ ω % ista nasičenost izražena v %
σ_a — napetost jekla na mestu razpoke (ponavadi ustreza računski napetosti statičnega računa, če pa sodeluje beton v nategu, bo nekaj manjša; tako jamči našim formulam nekaj varnostne rezerve)
E_a — elastični modul jekla
β_z — trdnost betona na nateg. Po Švicarjih približno: $1{,}25 \times \sqrt{\beta_w}$. Izraz je vzet varno, ker švicarski predpis predvideva faktor med 1,25 in 1,50.

Avtor: prof. Svetko Lapajne, dipl. inž., Ljubljana, Bogišičeva 1

τ — Sprijemna trdnost med jeklenimi vložki in betonom (privzeta na meji popuščanja, ker je razdelitev predvidena enakomerna). Po francoski formuli je odvisna ta trdnost od natezne trdnosti betona in od nasičenosti z armaturo!

η — faktor povečanja sprijemnosti τ zaradi vzorčaste površine jekla. Za gladka jekla 1,0, za vzorčasta 1,6!

ϕ — premer jeklenih vložkov

w — širina razpoke

Δ — medsebojni razstoj razpok

sr — znak za poprečje: Δ_{sr} poprečni razstoj σ_{sr} poprečna napetost

Račun sistematskih razpok

Tega računa se lahko lotimo le, če poznamo razdaljo med razpokami, označeno z Δ. V simetrali med bližnjima razpokama prevzema beton del natezne sile, ki pripada natezni trdnosti oklepajočega betona, na mestu razpoke pa beton odpove. Tako se mora ta del sile prenašati z betona na jeklo in narobe po strižnih sprijemnih napetostih med betonom in jeklom.

Izenačenje strižnih in nateznih sil betona nam da:

$$\tau \frac{4\,A}{\phi}\Delta = B\,\beta_z \text{ ali } \Delta_{min} = \frac{\beta_z\,\phi}{4\,\tau\,\omega}$$

Sprijemna trdnost τ je sicer premosorazmerna natezni trdnosti β_z, odvisna pa je tudi od hrapavosti jeklenih vložkov (rebrasto jeklo) in se z nasičenostjo armature manjša. Francoski predpis navaja formulo:

$$\tau = \frac{1{,}5\,\beta_z\,\eta}{1 + 10\,\omega} \text{ in } \Delta_{min} = \frac{10\,\phi}{6\,\eta}\left(1 + \frac{1}{10\,\omega}\right)$$

Maksimalna razdalja bo dvojna

$$\Delta_{max} = \frac{20\,\phi}{6\,\eta}\left(1 + \frac{1}{10\,\omega}\right)$$

Poskusi kažejo, da je treba računati s poprečno razdaljo $\Delta_{sr} = 3\frac{\phi}{\eta}\left(1 + \frac{1}{10\,\omega}\right)$. S poskusi so ugotovili po statistiki, da 95 % vseh merjenih razstojev med razpokami spada v dolžine, ki so med $2/3\,\Delta_{sr}$ in $3/2\,\Delta_{sr}$. Ta eksperimentalno določena poprečna vrednost za razstoje razpok znaša 1,8-kratno minimalno razdaljo oziroma 0,9-kratno maksimalno razdaljo.

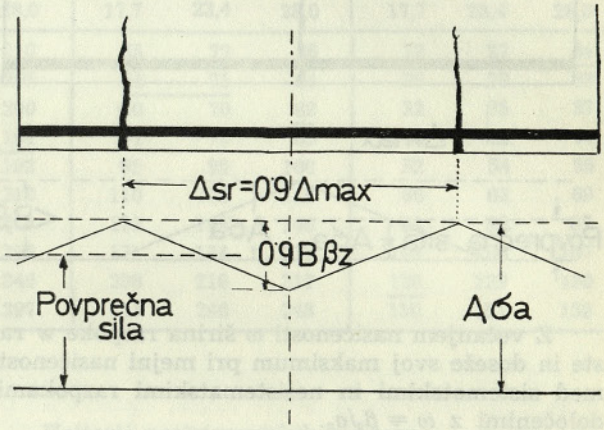
Poprečna sila v jeklu:

$$A\,\sigma_a - 0{,}45\,B\,\beta_z = A\,\sigma_a\left(1 - \frac{0{,}45\,\beta_z}{\omega\,\sigma_a}\right)$$

Čim je dana poprečna napetost jekla in poprečna razdalja med razpokami, je širina razpoke tudi poprečno določena z izrazom: $\frac{\sigma_{sr}}{E_a}\Delta_{sr}$

$$w = \sigma_a\left(1 - \frac{0{,}45\,\beta_z}{\omega\,\sigma_a}\right)\frac{3\,\phi}{E_a\,\eta}\left(1 + \frac{1}{10\,\omega}\right)$$

Skica napetosti in sil med dvema sosednima razpokama:



Pomembno je dejstvo, da je širina razpoke vedno premosorazmerna premeru jeklenih vložkov. Torej: proti večjim razpokam veliko tanjših vložkov namesto majhnega števila debelih. Za prakso si je avtor pripravil tabelo za razmerje $\frac{\phi}{w}$ prereza vložka proti širini razpoke na podlagi zgornje formule:

$$\frac{\phi}{w} = \frac{E_a}{\sigma_a} - \frac{\eta}{3}\,\frac{\omega^2_{\%}}{(\omega_{\%} + 10)\left(\omega_{\%} - 45\,\frac{\beta_z}{\sigma_a}\right)}$$

V njej je nasičenost z jeklom ω izražena v % namesto v absolutni vrednosti.

Izraz $\frac{\phi}{w}$ z večanjem nasičenosti z jeklom raste, pri čemer se z večanjem nasičenosti relativna širina razpoke manjša!

Račun nesistematskih razpok

Pri nesistematskih razpokah, to bo v primerih sorazmerno šibkega armiranja betona, bo načelno prevzel vso silo jeklenega vložka beton sam na dolžino Δ s prijemljivostjo vložkov τ $\frac{4\,A\,\Delta}{\phi\,2} =$

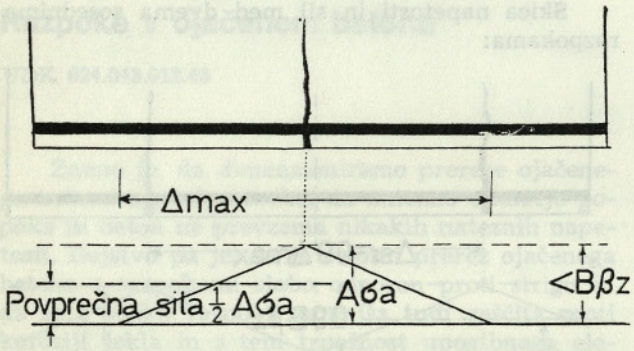
$= A\,\sigma_a$ kot prej: $\tau = 1{,}5\,\frac{\beta_z\,\eta}{1 + 10\,\omega}$ $\Delta = \frac{\sigma_a}{\tau}\frac{\phi}{2} =$

$= \frac{\phi}{3}\frac{\tau_a}{\beta_z\,\eta}(1 + 10\,\omega)$

Poprečna napetost: $\frac{\sigma_a}{2} \text{ in } w = \frac{\phi}{6} \frac{\sigma_a^2}{E_a} \frac{1 + 10\,\omega}{\beta_z\,\eta}$

Tabela je prirejena formuli:

$$\frac{\phi}{w} = \frac{60\,E_a\,\beta_z\,\eta}{\sigma_a^2\,(10 + \omega_{0/0})}$$



Z večanjem nasičenosti ω širina razpoke w raste in doseže svoj maksimum pri mejni nasičenosti med sistematskimi in nesistematskimi razpokami, določenimi z $\omega = \beta_z/\sigma_a$.

Dopustna napetost jekla

Spredaj navedene formule in po njih pripravljene tabele nam nudijo možnost oceniti, kako velike bodo največje širine razpok, ki jih v dani konstrukciji pri dani obremenitvi lahko pričakujemo. Iz izvajanj pa je razvidno, da so vsi podatki, ki tvorijo podlago tem cenitvam, odvisni od zakonitosti verjetnosti. Zato lahko tudi ta račun štejemo kot cenitev. Popolnoma zgrešeno bi bilo soditi, da se tako široke razpoke tudi morajo pojavljati, nasprotno, v formulah je nekoliko ugodnih predpostavk, ki nam jamčijo, da razpoke po vsej verjetnosti ne bodo večje! Ker je uporaba samih formul (brez avtorjevih tabel) dovolj zapletena, ima novejši francoski predpis iz l. 1968 predvideno poenostavitev, ki je zopet za nadaljnjih 5 do 10 % varnejša od izvedenih formul, za nesistematske razpoke pa predvideva kar konstanto minimuma na meji ne glede na nasičenost z jeklom ω. Formula je transformirana na dopustno napetost jekla v odvisnosti od kakovosti jekla in betona, hrapavosti jekla, stopnje nasičenosti z armaturo in dopustne širine razpok.

Kriterij sistematskih razpok:

$$\sigma_{adop} = k\,\frac{\eta}{\phi}\,\frac{\omega}{1 + 10\,\omega}$$

Kriterij nesistematskih razpok:

$$\sigma_{adop} = 2{,}4\sqrt{\frac{\eta}{\phi}\,k\,\sigma_{zdop}}$$

$$\text{ali} = 1{,}5\sqrt{\frac{\eta}{\phi}\,k\,\beta_z}$$

Znaki pomenijo:

ω — nasičenost betona z jeklom v absolutni vrednosti
η — faktor hrapavosti jeklenih vložkov (gladko jeklo 1, rebrasto jeklo 1,6)
ϕ — premer jeklenega vložka v mm
β_z — trdnost betona v nategu in σ_{zdop} dopustno natezno obremenitev betona, ki znaša $\beta_{z/2,55}$ oboje v kN/dm² (kar je bilo kg/cm²)
k — v kN/dm² (bivše kg/cm²) in to $1{,}5 \times 10^6$ za zaščitene konstrukcije, $1{,}0 \times 10^6$ za nezaščitene konstrukcije (mostove), $0{,}5 \times 10^6$ za ipostavljene konstrukcije (hidrotehnika)

Tabela 1. **Velikosti razpok za mehko jeklo** 24/36 $\eta = 1$

Nad črto: nesistematske razpoke $\frac{\phi}{w} = \frac{60\,\eta\,E_a\,\beta_z}{\sigma_a^2} \cdot \frac{1}{10 + \omega\,^{0/0}}$

Pod črto: sistematske razpoke $\frac{\phi}{w} = \frac{E_a\,\eta}{\sigma_a^3} \cdot \frac{\omega\,^{0/0^2}}{(\omega\,^{0/0} + 10)\,.\,(\omega\,^{0/0} - 45\,{}_z\beta/\sigma_a)}$

	σ_a	850			1200			1700			2400		
	β_w	200	300	400	200	300	400	200	300	400	200	300	400
ω %	Δ/ϕ β_z	17,7	21,7	25,0	17,7	21,7	25,0	17,7	21,7	25,0	17,7	21,7	25,0
0,7	45.858	288	353	406	144	178	204	72	88	102	36	44	51
1,0	33.000	281	343	396	140	173	194	70	86	99	39	45	50
1,4	24.429	271	331	382	135	167	192	76	86	95	47	51	54
2,0	18.000	257	315	363	145	164	182	90	96	103	58	61	64
2,8	13.713	271	305	340	167	180	192	108	113	118	72	75	77
4,0	10.500	307	330	352	200	209	218	133	137	141	91	93	95
5,6	8.355	356	372	388	238	245	252	162	165	168	112	113	115
8,0	6.750	414	426	438	292	288	293	194	197	199	135	136	137
11,2	5.676	475	485	494	327	332	336	227	229	231	159	160	161
16,0	4.875	536	544	550	372	376	379	260	262	263	183	184	184

Tabela 2. **Velikosti razpok za visokovredno jeklo** 43/54 $\eta = 1{,}6$

Nad črto: nesistematske razpoke $\frac{\phi}{w} = \frac{60\,\eta\,E_a\,\beta_z}{\sigma_a^2} \cdot \frac{1}{10 + \omega\,\%}$

Pod črto: sistematske razpoke $\frac{\phi}{w} = \frac{E_a\,\eta}{\sigma_a^3} \cdot \frac{\omega\,\%^2}{(\omega\,\% + 10)\,.\,(\omega\,\% - 45\,{}_z\beta/\sigma_a)}$

	σ_a	1000			1600			2500			4000		
	β_w	200	350	500	200	350	500	200	350	500	200	350	500
$\omega\,\%$	$\Delta/\phi\ \beta_z$	17,7	23,4	28,0	17,7	23,4	28,0	17,7	23,4	28,0	17,7	23,4	28,0
0,5	39,40	340	450	539	133	175	210	55	72	86	22	27	34
0,7	28,70	334	442	529	130	172	206	54	71	84	26	29	33
1,0	20,60	325	430	515	127	167	200	60	70	82	32	35	37
1,4	15,26	313	415	496	133	161	194	71	79	86	40	42	44
2,0	11,25	309	394	472	155	174	192	89	95	100	52	54	55
2,8	8,57	342	391	442	186	200	213	110	115	119	66	68	69
4,0	6,56	399	433	466	228	239	249	139	143	146	84	86	87
5,6	5,22	469	496	519	276	285	293	171	174	177	104	106	107
8,0	4,22	552	573	591	332	340	346	208	210	212	128	129	130
11,2	3,55	635	652	666	387	393	397	243	246	248	150	151	152

Pomembno: Za dimenzioniranje je pomemben kriterij po formuli, ki nudi višje napetosti, torej ugodnejši rezultat!

Zaradi novih merskih enot je avtor navedene francoske formule za omejitev dopustne napetosti jekla zaradi nevarnosti razpokanja pretvoril na brezdimenzionalno obliko:

Kriterij sistematskih razpok:

$$\sigma_{adop} = 2{,}38\,E_a\,\frac{w}{\phi}\,\eta\,\frac{\omega}{1 + 10\,\omega}$$

Kriterij nesistematskih razpok:

$$\sigma_{adop} = 2{,}30\sqrt{E_a\,\frac{w}{\phi}\,\eta\,\beta_z}$$

V prvem primeru je v faktorju 2,38 že zajeta varnost ca. 1,4, ker se po teoretskem načinu dobi faktor, ki je večji od 1,33. V drugem primeru ni varnostnega faktorja, teoretsko izvajanje nam da namesto številka 2,30 številko 2,45. V franocskih predpisih sta tudi narisani obe krivulji, kar je dobro razvidno. V vsakem primeru je za dopustno napetost odločilen tisti od obeh kriterijev, ki nudi večjo dopustno napetost!

UDK 624.043.012.45
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1981 (30)
Št. 5, stran 98—101

Prof. Svetko Lapajne dipl. grad. inž.

RAZPOKE V OJAČENEM BETONU

Članek obravnava teorijo razpokanja ojačenega betona v nateznih območjih, podano v francoskih predpisih iz l. 1960 in l. 1968. Po tej teoriji je avtor pripravil dve tabeli za praktično uporabo. Ob koncu so navedene prilagojene formule francoskih predpisov iz l. 1968 za omejitev dopustnih napetosti jekla v konstrukcijah z omejeno dopustno širino razpok. Kontrola širine razpok je pomembna predvsem za izpostavljene hidrotehniške konstrukcije (rezervoarje, hidroelektrarne, pristanišča).

UDC 624.043.012.45
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1981 (30)
No. 5, p.p. 98—101

Prof. Svetko Lapajne dipl. gradb. inž.

CRACKS ON REINFORCED CONCRETE

This article treats the theory of cracking of reinforced concrete, which theory is yielded by the french regulations of the years 1960 and 1968. Following this theory the writer has prepared two tables for practical use. At the end the adapted formulas of the french regulations of the year 1968 for the limitation of the allowable unit stresses for steel reinforcement on constructions with limited allowable breadth of cracks are cited. The control of cracks-breadth is important especially for exposed hydrotechnical constructions as watertanks, hydroelectrical plants, wharfs.

Optimizacija razponov za visoke gradnje*

UDK 624.9.07

BORIS MAJARON
S SODELAVCI

Pri načrtovanju objektov visokih gradenj je vedno bolj poudarjena želja po konstrukcijah, ki omogočajo funkcionalno variabilnost in fleksibilnost v uporabi. To omogočajo večji razponi, pri katerih nosilni elementi čim manj omejujejo prostor. Pri tem se postavlja vprašanje, koliko so take konstrukcije dražje.

V študiji so ugotovljeni parametri, ki so odvisni od razponov nosilne konstrukcije. Vpliv teh spremenljivk na skupne stroške objekta je analiziran na primeru izbrane univerzalne konstrukcije s prečnimi nosilnimi zidovi in vzdolžnim ojačilnim zidom. Stropne plošče so polne železobetonske prek enakih polj. Ta tip konstrukcije se najbolj pogosto uporablja za stanovanjske zgradbe, pa tudi za domove, hotele, bolnišnice, šole, upravne zgradbe itd.

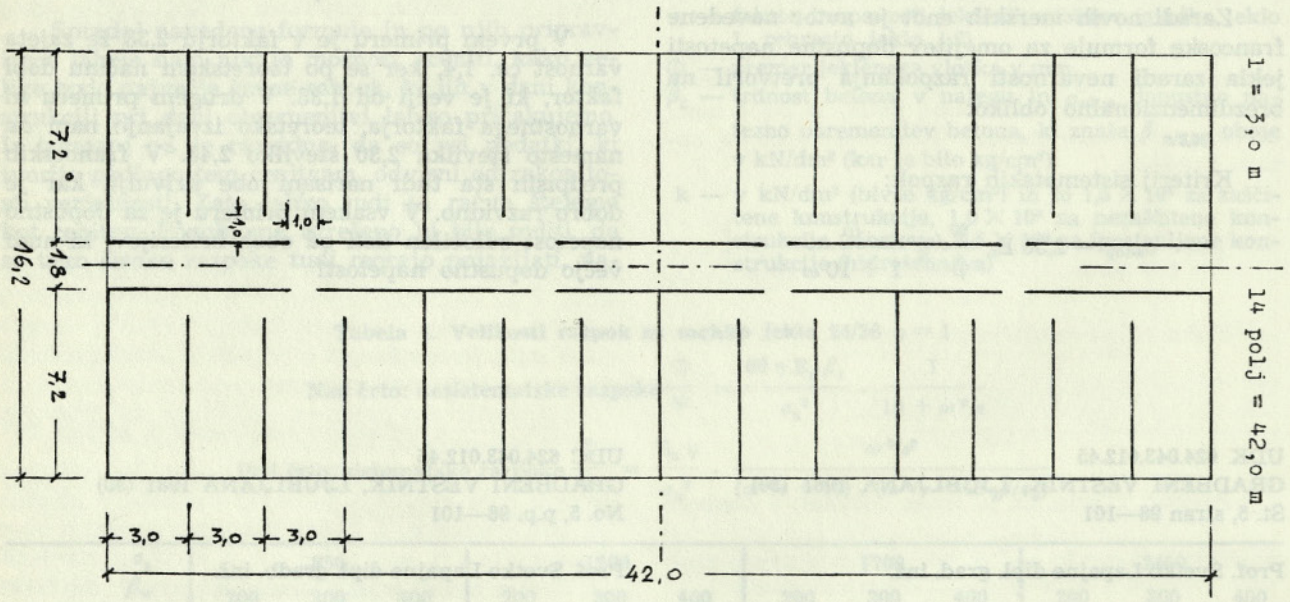
Za račun so privzete poenostavljene dvoosne simetrične konstrukcije enake širine. Upoštevani so razponi od 3,0 do 9,0 m v intervalu po 0,6 m. Objekti imajo 4, 8, 12 in 16 etaž.

Variabilni deli so stropne plošče, nosilni zidovi in predelne stene. Drugi deli zgradbe so fiksni oziroma pogojno neodvisni od geometrije zgradbe. Spremenljivi parametri nosilne konstrukcije so poleg razpona in števila etaž še debelina plošč in zidov, marka betona ter količina armature in opaža.

Glede na število spremenljivk obstaja več sto različnih kombinacij. Primerjava med variantami pa je možna le na podlagi ugotovljenih stroškov za variabilne elemente. Stroški so namreč edini skupni kazalec, lasten vsem parametrom.

Na podlagi minimalnih stroškov za posamezne dele zgradb iščemo optimalne kombinacije elementov, ki tvorijo celotno konstrukcijo. Skupni stroški so bistveni za oceno rešitev po metodi vrednostne analize, kjer primerjamo funkcionalno oziroma uporabno vrednost s stroški za realizacijo. Pri tem zasledujemo osnovni cilj doseči izpolnitev postavljenih zahtev in funkcij z najmanjšimi stroški.

Pri dosedanjem načinu projektiranja zriše projektant tlorisno zasnovo po zadanem programu in



Slika 1. **Shema konstrukcije z razponom 3,00 m**

Izbrana je metoda sistematičnega vrednotenja možnih variant z ugotavljanjem optimalnih rešitev po sestavnih delih zgradbe, ki so odvisni od velikosti razpona in od višine konstrukcije.

s tem že v glavnem določi vse elemente zgradbe, statik pa dokaže stabilnost izbrane konstrukcije. Stroški objekta rezultirajo iz količin potrebnih materialov. Pri tem se vprašamo, ali je možno izpolniti postavljene zahteve tudi z manjšimi stroški. Odgovor dobimo z izračunom variantnih rešitev, kar pa se je doslej izvajalo le izjemoma.

Namen študije je omogočiti projektantom izbor optimalnih parametrov konstrukcije, v primeru od-

---

* Povzetek študije za RSS — 1980

Avtorji: mag. Boris Majaron, dipl. inž. grad. s sodelavci: Branko Bedenik, dipl. inž. gr., Mara Majaron, dipl. inž. grad., Lidija Podbregar-Vasle, dipl. inž. arh.

stopanj pa tudi oceno razlik v primerjavi z najcenejšo možno izvedbo.

Po metodi parcialne optimizacije so analizirani najprej posamezni deli nosilne konstrukcije.

Stropne plošče

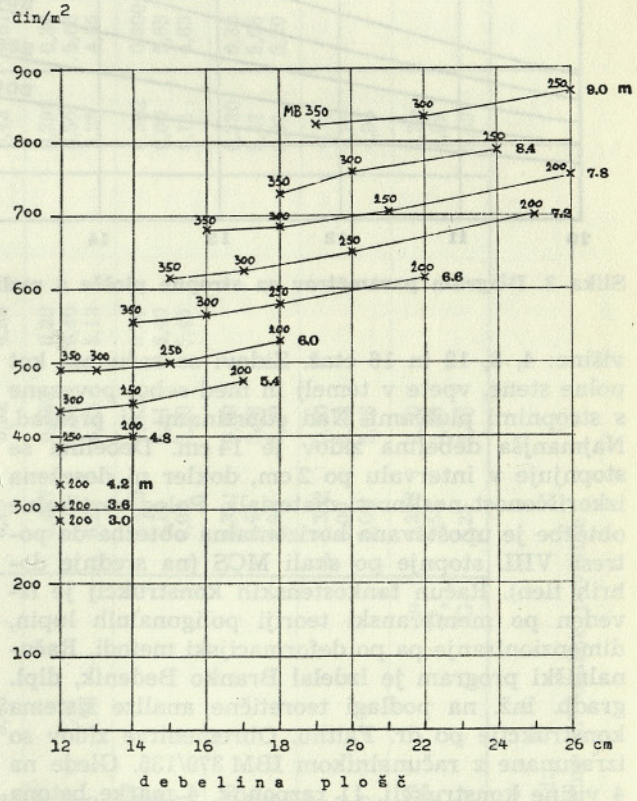
Plošče so računane kontinuirno prek enakih polj. Upoštevana je poprečna obtežba predelnih sten v odvisnosti od velikosti razpona. Za izračun plošč je izdelan računalniški program, ki daje za vsak razpon optimalno debelino plošče, težo armature, stroške armature in betona ter skupno ceno plošče, in to za marke betona od MB 200 do 400. Uporabljene so armaturne mreže ČBM 50. Statično izračunana armatura je povečana s faktorjem 1,65, ki daje dejansko potrebno količino armature, upoštevaje prekrivanje, razdelilno armaturo, razrez in razliko do komercialnega profila. Za dimenzioniranje so odločilne dopustne napetosti. Najmanjša debelina plošče je 12 cm, četudi bi pri manjših razponih statično zadostovala manjša debelina. Glede na variiranje razpona, debelino plošč in marko betona je izračunanih 53 različnih plošč. Rezultati so dani tabelarično in v obliki grafikonov, najprej v fizikalnih količinah kot poraba materialov, nato pa še v stroških na podlagi privzetih enotnih cen za posamezne postavke gradbenih del. Pri manjših razponih variante z višjimi markami betona niso zanimive, saj so dražje v primerjavi z MB 200, ki pri debelini 12 cm zadostuje. Pri velikih razponih nad 6,6 m pa moramo izločiti variante z uporabo MB 400 zaradi prekoračene dopustne elastičnosti plošč. S povečevanjem razpona narašča potrebna debelina plošč in s tem količina betona. Narašča tudi količina armature, ki je pri razponu 9,0 m že šestkrat večja kot pri razponu 3,0 m. Pri istem razponu zahtevajo tanjše plošče višjo marko betona in več armature. Razlika v porabi armature znaša do 30 %. Stroški za plošče naraščajo z večanjem razpona. Pri 4,8 m znaša indeks 1,35, pri 6,0 m pa 1,71 v primerjavi z razponom 3,0 m. Plošče na 9,0 m pa so že trikrat dražje. Pri majhnih razponih do 4,2 m je najcenejša uporaba MB 200, pri večjih razponih so ugodnejše višje marke betona, od 6,0 m navzgor je to MB 350.

Stroški stropnih plošč pri vseh razponih in raznih markah betona so dani v sliki 2. Iz grafikona je razvidna tudi potrebna debelina plošče za vsako varianto. Optimalni parametri stropnih plošč, pri katerih so skupni stroški najnižji, so prikazani v tabeli št. 1.

Za nestanovanjske zgradbe z drugačno obtežbo je izdelan poseben diagram za ugotavljanje optimalnih parametrov stropnih plošč (slika 3). Izračunati je treba obremenitev plošče — moment v megapond metrih. Pri tej obremenitvi odčitamo s projekcijo na krivuljo izbrane marke betona debelino plošče, prek zgornjih krivulj pa pri isti MB na levi skali

Tabela št. 1. **Optimalni parametri stropnih plošč z najnižjimi skupnimi stroški**

Razpon L v m	MB	Optimalna debelina D v cm	Teža armat. kg/m²	Cena plošče din/m²	Ind.
3,0	200	12	2,90	286	1,00
3,6	200	12	3,78	305	1,07
4,2	200	12	5,24	335	1,17
4,8	250	12	7,24	385	1,35
5,4	300	12	9,26	434	1,52
6,0	300	13	10,96	490	1,71
6,6	350	14	12,71	556	1,94
7,2	350	15	14,65	618	2,16
7,8	350	16	16,65	680	2,38
8,4	350	18	18,25	755	2,64
9,0	350	19	20,49	823	2,88

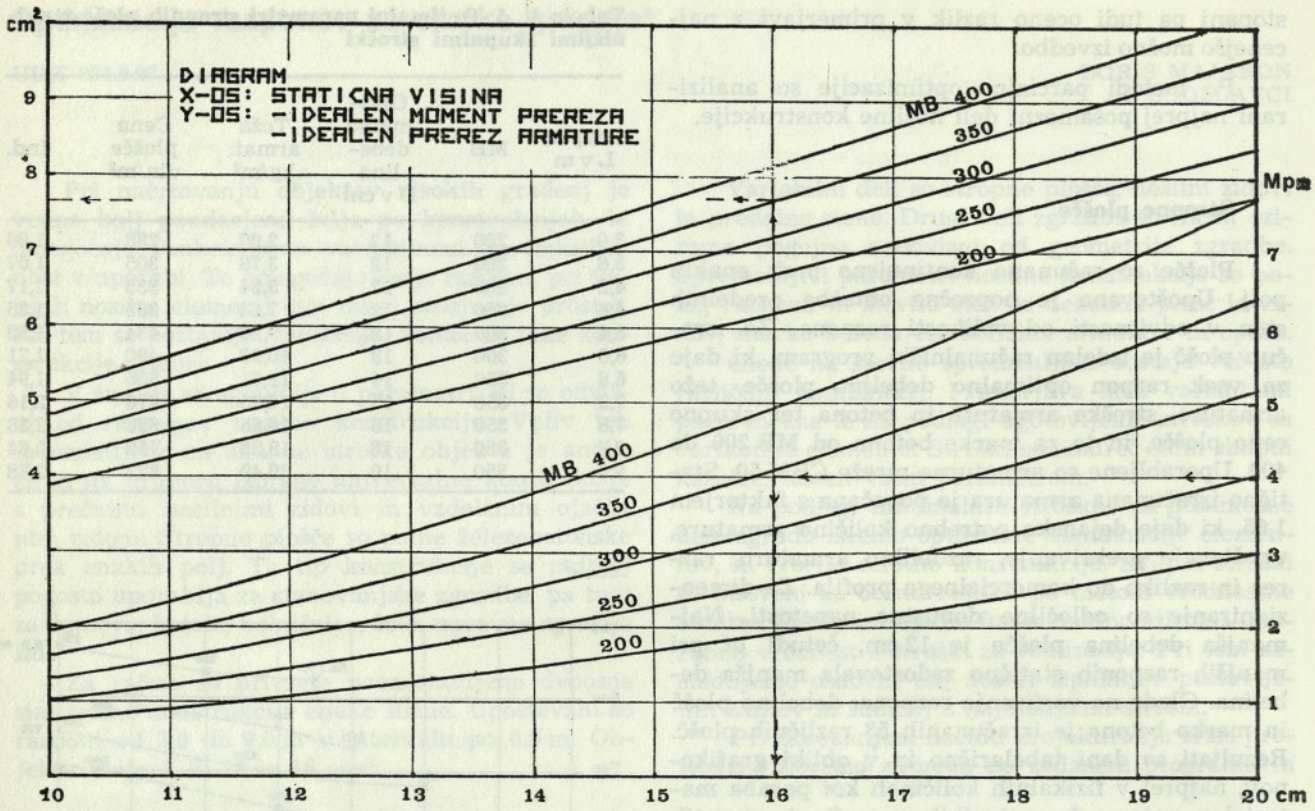


Slika 2. **Stroški stropnih plošč pri enakem razponu in raznih markah betona**

tudi potrebno armaturo. Za večje razpone izberemo višje marke betona, za manjše pa nižje. Pri znanih cenah betona in armature lahko z nekaj poskusi hitro ugotovimo najcenejšo varianto.

Nosilni zidovi

Zidovi so edini element zgradbe, ki je bistveno odvisen od višine objekta. Zato so vse konstrukcije z razponi od 3,0 do 9,0 m izračunane za štiri



Slika 3. **Diagram parametrov za stropne plošče z različno obtežbo**

višine: 4, 8, 12 in 16 etaž. Zidovi so računani kot polne stene, vpete v temelj in med seboj povezane s stropnimi ploščami. Nad odprtinami ni preklad. Najmanjša debelina zidov je 14 cm. Debelina se stopnjuje v intervalu po 2 cm, dokler ni dosežena izkoriščenost nosilnosti materiala. Poleg vertikalne obtežbe je upoštevana horizontalna obtežba do potresa VIII. stopnje po skali MCS (na srednje dobrih tleh). Račun tankostenskih konstrukcij je izveden po membranski teoriji poligonalnih lupin, dimenzioniranje pa po deformacijski metodi. Računalniški program je izdelal Branko Bedenik, dipl. gradb. inž. na podlagi teoretične analize sistema konstrukcije po dr. Faithu. Obremenitve zidov so izračunane z računalnikom IBM 370/135. Glede na 4 višine konstrukcij, 11 razponov, 4 marke betona in različne debeline zidov je izračunanih 348 konstrukcij. Za vsako varianto je določena potrebna armatura. Izračunana količina je povečana s faktorjem 1,52 za prikrivanje, razrez in razdelilno armaturo. Vse količine betona, opaža in armature so preračunane na m² etažne površine kot specifična poraba materiala, izražena v fizikalnih merah in v stroških.

Pri vseh debelinah je poraba betona najmanjša pri razponu 9,0 m, pri 6,0 m je indeks 1,21, pri 3,0 m pa že 1,79. Podobno se giblje tudi specifična poraba opaža za zidove.

Vsi parametri nosilnih zidov so podani v tabelah za 4-, 8-, 12- in 16-etažne konstrukcije. Za vsak razpon in marko betona je pri ustrezni debelini zidov izračunana armatura. Kot primer je prikazana tabela št. 2 za 12-etažno konstrukcijo.

V naslednji tabeli je dana specifična poraba betona pri raznih debelinah nosilnih zidov za vse razpone od 3,0 do 9,0 m:

Specifična poraba betona za nosilne zidove na m² etažne površine v m³/m² pri debelini zidov 14, 16, 18 in 20 cm

razpon	14	16	18	20	ind.
3,0	0,150	0,171	0,193	0,214	1,79
3,6	0,134	0,153	0,172	0,191	1,60
4,2	0,123	0,141	0,158	0,176	1,46
4,8	0,114	0,130	0,147	0,163	1,36
5,4	0,107	0,122	0,138	0,153	1,27
6,0	0,102	0,117	0,131	0,146	1,21
6,6	0,097	0,111	0,125	0,139	1,16
7,2	0,093	0,106	0,120	0,133	1,11
7,8	0,091	0,104	0,117	0,130	1,08
8,4	0,087	0,099	0,112	0,124	1,04
9,0	0,084	0,096	0,108	0,120	1,00

Pri 4 etažah zadostuje debelina zidov 14 cm in MB 200 in 250. Pri večjih razponih pride v poštev še debelina 16 cm. Pri višjih markah betona in večjih debelinah zidov nosilnost materialov ni izkoriščena, saj moramo armirati zid po predpisu z najmanj 0,3 % na prerez betona. Z naraščanjem razpona specifična poraba armature upada. Pri 8 etažah

Tabela št. 2. **Parametri nosilnih zidov za 12-etažne konstrukcije**

L m	a	MB 200 cm 14	16	18	20	22	MB 250 cm 14	16	18	20	MB 300 cm 14	16	18	20	MB 350 cm 14	16	18	20
		0,940	0,705	0,548	0,438	0,38	0,767	0,575	0,447	0,357	0,647	0,485	0,377	0,301	0,575	0,431	0,335	0,30
9,0	0,639	15,60	13,38	11,69	10,38	9,88	12,74	10,91	9,55	8,47	10,75	9,20	8,06	7,14	9,55	8,18	7,15	7,11
		10,00	8,58	7,49	6,65	6,33	8,17	6,99	6,12	5,43	6,89	5,90	5,17	4,58	6,12	5,24	4,57	4,56
		0,873	0,655	0,509	0,407	0,35	0,712	0,534	0,415	0,332	0,601	0,450	0,350	0,30	0,534	0,400	0,311	0,30
8,4	0,660	14,49	12,42	10,87	9,65	9,10	11,83	10,12	8,86	7,87	9,97	8,54	7,46	7,11	8,86	7,58	6,64	7,11
		9,58	8,21	7,19	6,38	6,02	7,82	6,69	5,86	5,20	6,59	5,64	4,93	4,70	5,86	5,01	4,39	4,70
		0,798	0,598	0,465	0,372	0,32	0,650	0,488	0,379	0,303	0,549	0,412	0,320	0,300	0,487	0,366	0,30	0,30
7,8	0,684	13,24	11,34	9,93	8,82	8,35	10,79	9,26	8,09	7,19	9,12	7,81	6,82	7,11	8,09	6,95	6,40	7,11
		9,08	7,78	6,81	6,05	5,73	7,40	6,35	5,55	4,93	6,26	5,36	4,88	4,88	5,55	4,77	4,39	4,88
		0,736	0,552	0,429	0,343	0,30	0,602	0,452	0,351	0,30	0,506	0,380	0,30	0,30	0,450	0,337	0,30	
7,2	0,701	12,22	10,47	9,15	8,13	7,82	9,99	8,57	7,49	7,11	8,41	7,20	6,40	7,11	7,46	6,40	6,40	
		8,55	7,33	6,41	5,69	5,47	6,99	6,00	5,24	4,98	5,89	5,04	4,48	4,98	5,22	4,48	4,48	
		0,674	0,506	0,393	0,314	0,30	0,549	0,412	0,32	0,30	0,463	0,347	0,30		0,412	0,309	0,30	
6,6	0,733	11,19	9,59	8,39	7,45	7,82	9,12	7,81	6,82	7,11	7,74	6,58	6,40		6,93	5,87	6,40	
		8,21	7,04	6,16	5,47	5,74	6,69	5,73	5,01	5,22	5,68	4,83	4,70		5,09	4,31	4,70	
		0,623	0,467	0,363	0,3		0,508	0,381	0,30		0,429	0,322	0,30		0,381	0,30		
6,0	0,762	10,34	8,86	7,75	7,11		8,44	7,22	6,40		7,11	6,11	6,40		6,32	5,68		
		7,90	6,77	5,92	5,43		6,45	5,52	4,89		5,43	4,67	4,89		4,83	4,34		
		0,412	0,309	0,30			0,467	0,350	0,30		0,395	0,30			0,350	0,300		
5,4	0,800	9,52	8,16	7,13	7,11		7,75	6,64	6,40		6,55	5,68			5,81	5,68		
		7,63	6,54	5,71	5,70		6,21	5,32	5,13		5,25	4,55			4,65	4,55		
		0,527	0,395	0,307			0,429	0,322	0,30		0,362	0,300			0,323	0,30		
4,8	0,850	8,74	7,49	6,55			7,11	6,11	6,40		6,00	5,68			5,37	5,68		
		7,44	6,37	5,53			6,05	5,20	5,45		5,11	4,83			4,57	4,83		
		0,480	0,360	0,300			0,391	0,30			0,330	0,30			0,30			
4,2	0,915	7,96	6,82	6,40			6,49	5,68			5,47	5,68			4,99			
		7,29	6,25	5,86			5,94	5,20			5,01	5,20			4,57			
		0,444	0,333	0,30			0,362	0,30			0,30				0,30			
3,6	1,000	7,37	6,32	6,40			6,00	5,68			4,99				4,99			
		7,37	6,32	6,40			6,00	5,68			4,99				4,99			
		0,573	0,430	0,334		μ	0,336	0,30			0,30			μ	0,30			
3,0	1,119	6,84	5,87	6,40		G_z	5,58	5,68			4,99			G_z	4,99			
		7,66	6,57	7,17		G	6,25	6,36			5,59			G	5,59			

G_z — teža armature zidov v m² zidu
G — specifična poraba armature na m² etažne površine
a — iz tabele

Tabela št. 3. **Specifični stroški nosilnih zidov za 12-etažne konstrukcije v din/m²**

L m	opaž	MB 200					MB 250				MB 300				MB 350				ind. min
		14	16	18	20	22	14	16	18	20	14	16	18	20	14	16	18	20	
9,0	222	210	180	157	140	133	172	147	129	114	145	124	109	96	129	110	96	96	
		158	180	203	225	248	163	186	209	233	168	192	216	240	173	198	223	247	
		590	582	582	587	603	557	555	560	569	535	538	547	558	524	530	541	565	1,00
8,4	231	201	172	151	134	126	164	140	123	109	138	118	104	99	123	105	92	99	
		163	186	210	233	255	169	192	217	240	174	198	224	248	179	204	231	256	
		595	589	592	598	612	564	563	571	580	543	547	559	578	533	540	554	586	1,02
7,8	241	191	163	143	127	120	155	133	117	104	131	113	102	102	117	100	92	102	
		171	195	220	244	268	176	202	227	252	182	208	234	259	188	214	241	268	
		603	599	604	612	629	572	576	585	597	554	562	577	602	546	555	574	611	1,04
7,2	250	180	150	135	119	115	147	126	110	105	124	106	94	105	110	94	94		
		175	199	225	250	274	180	205	233	258	186	212	240	265	192	219	247		
		605	603	610	619	639	577	581	593	613	560	568	584	620	552	563	591		1,05
6,6	262	172	148	129	115		140	120	105	110	119	101	99		107	91	99		
		182	208	235	261		188	215	242	269	194	222	250		200	229	258		
		616	618	626	638		590	597	609	641	575	585	611		569	582	619		1,08
6,0	275	166	142	124	114		135	116	103		114	98	103		101	91			
		191	220	246	274		198	227	254		204	234	261		210	241			
		632	637	645	663		608	618	632		593	607	639		586	607			1,12
5,4	291	160	137	120	120		130	112	108		110	96			98	96			
		201	229	259	287		207	236	267		214	244			221	252			
		652	657	670	698		628	639	666		615	631			610	639			1,16
4,8	310	156	134	116			127	109	114		107	101			96	101			
		214	244	276			221	252	285		228	259			235	268			
		680	688	702			658	671	709		645	670			641	679			1,22
4,2	336	153	131	123			125	109			104	109			96				
		231	265	297			238	273			246	281			254				
		720	732	756			699	718			686	726			686				1,31
3,6	370	155	133	134			126	119			105				105				
		252	287	323			260	297			267				276				
		777	790	827			756	786			742				751				1,42
3,0	416	160	138	151	armatura		131	134			117		armatura		117				
		282	321	362	beton		291	331			299		beton		309				
		858	875	929	skupaj		838	881			832		skupaj		842				1,59

veljajo enake ugotovitve kot za 4 etaže. Če uporabimo MB 250 je razen pri največjih razponih specifična poraba armature enaka kot pri MB 200 za nižje objekte, ker v obeh primerih zadostuje minimalna armatura 0,3 %. Pri tej višini so računane tudi variante z debelino zidov 18 cm, ki pa niso racionalne, saj je poraba materiala večja kot pri tanjših zidovih. Pri 12 etažah postanejo zanimive višje marke betona, pri katerih se zmanjša poraba armature. Za večje razpone so izračunane tudi variante z debelino zidov do 20 oz. 22 cm. Pri manjših razponih so večje debeline izločene zaradi neizkoriščene nosilnosti materialov. Podrobnejši rezultati so razvidni iz tabele št. 2.

Opozoriti velja na dejstvo, da razlika v specifični porabi armature med variantami presega razmerje 1 : 2 pri enakem razponu! Ker pa je pri manjši porabi armature poraba betona večja, iz fizikalnih parametrov ni mogoče neposredno izluščiti optimalne variante. Pri 16 etažah so razlike v specifični porabi materialov še večje. V splošnem pri visokih objektih poraba armature pada z naraščanjem debeline zidov in z zviševanjem marke betona. Pri tem je značilno, da potekajo krivulje porabe armature v odvisnosti od velikosti razpona paralelno in da imajo izrazit minimum v območju srednjih razponov, to je med 5,4 in 6,0 m.

Iz množice tehnično možnih variant dobimo najugodnejšo šele z izvrednotenjem vseh stroškov. Za ta namen so ugotovljeni najprej parcialni stroški posameznih elementov, ki sestavljajo nosilni zid. Stroški betona so proporcionalni izračunani specifični porabi. Upoštevati je treba tudi razlike v ceni različnih mark betona. V našem primeru je privzeta cena 1877 din za 1 m^3 betona MB 200. Za MB 250, 300 in 350 je cena za 3, 6 in 10 % višja. Za opaž je po izvedeni kalkulaciji dobljena cena 176 din/m^2. Armaturne mreže ČBM 50 računamo po enotni ceni 21 din/kg. Tako kot poraba so tudi vsi stroški preračunani na m^2 etažne površine.

Specifični skupni stroški nosilnih zidov so seštevek stroškov za beton, opaž in armaturo. Podatki za vse izračunane variante so podani tabelarično. V prikazani tabeli za 12 etaž so v predkoloni stroški opaža, v razpredelnici pa stroški armature, betona in skupni specifični stroški za vsako varianto. (Tabela št. 3).

Podobne tabele so izdelane za vse obravnavane višine objektov, tu pa povzemamo le glavne značilnosti:

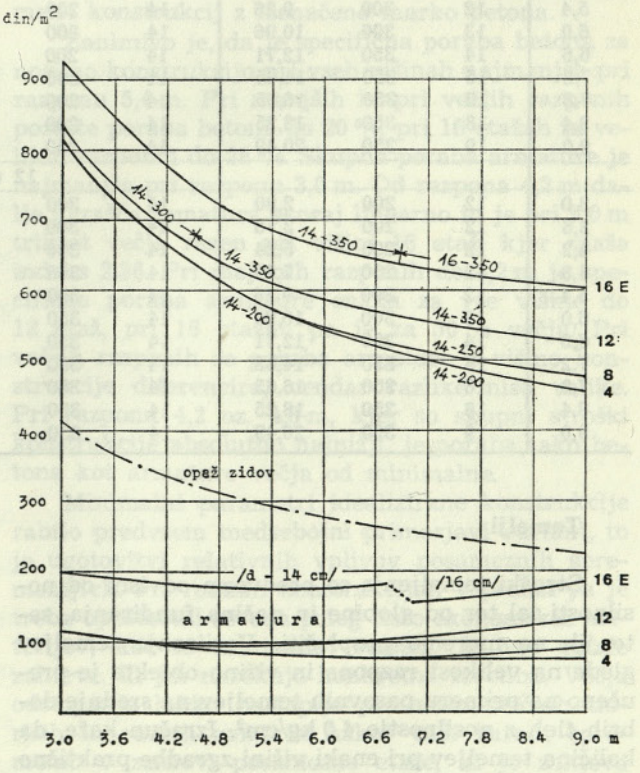
Pri 4-etažnih zgradbah so pri vseh razponih skupni stroški najnižji pri debelini zidu 14 cm in MB 200. Specifični skupni stroški zidov so minimalni pri razponu 9,0 m. Pri manjših razponih so višji in znaša indeks pri 6,0 m 1,20, pri razponu 3,0 m pa že 1,79. Pri debelini zidu 16 cm se stroški za zidove zvišajo od 5 do 7 %, zato večje debeline niso racionalne. Pri osmih etažah so specifični stroški zidov pri manjših razponih enaki kot za 4-etažne objekte. Za razpone nad 5,4 m so stroški nekoliko višji, pri čemer je ugodnejša MB 250.

Specifični stroški zidov pri 12 etažah so najnižji pri debelini 14 cm z MB 300 za majhne razpone in MB 350 za razpone nad 4,8 m. Nižje marke betona so dražje, ker zahtevajo znatno več armature. V primerjavi s 4 in 8 etažami so stroški zidov 2 do 15 % višji. Večja razlika velja za velike razpone.

Pri 16-etažnih zgradbah so skupni stroški zidov najnižji pri MB 350 in debelini 14 cm za razpone od 3,0 do 6,0 m, za večje razpone pa pri debelini 16 cm. Krivulja stroškov z naraščanjem razpona pada. Pri 3,0 m je indeks 1,53 v primerjavi z razponom 9,0 m. Variante z nižjo marko betona so dražje, MB 200 pa pri večjih razponih ni več možna zaradi prekoračenih napetosti. Zidovi visokih objektov so 13 do 27 % dražji kot pri nizkih do 8 etaž. Višji odstotek velja za večje razpone.

Opisane relacije so lepo razvidne iz slike 4, ki prikazuje strukturo stroškov nosilnih zidov za variante z minimalnimi stroški. Iz grafikona je razvidno, da znaša delež armature pri objektih do 12 etaž le 14 do 25 %, pri 16 etažah pa 22 do 31 %.

Nasprotno temu so stroški opaža izredno visoki, saj znašajo pri objektih do 8 etaž 50 %, pri 16 etažah pa 38 do 45 % vseh stroškov zidov. Ker opaži ne prispevajo ničesar k trajni vrednosti objekta, je treba iskati pocenitve predvsem pri teh stroških.



Slika 4. **Stroški nosilnih zidov na m^2 etažne površine**

Tabela št. 4

Razp.	Plošče	4 etaže	ind.	8 etaž	ind.	12 etaž	ind.	16 etaž	ind.
3,0	286	zid 815 konstr. 1101	1,10	815 1101	1,10	832 1118	1,095	924 1210	1,09
3,6	305	727 1032	1,03	727 1032	1,03	742 1047	1,025	834 1139	1,03
4,2	335	663 998	1,00	663 998	1,00	686 1021	1,00	772 1107	1,00
4,8	385	613 998	1,00	613 998	1,00	641 1026	1,005	722 1105	1,00
5,4	434	576 1010	1,01	577 1010	1,01	610 1044	1,02	688 1122	1,015
6,0	490	546 1036	1,04	553 1043	1,045	586 1076	1,05	660 1150	1,04
6,6	556	521 1077	1,08	527 1083	1,085	569 1125	1,10	641 1197	1,08
7,2	618	498 1116	1,12	507 1125	1,13	552 1170	1,15	625 1243	1,12
7,8	680	484 1164	1,17	498 1178	1,18	546 1226	1,20	622 1302	1,18
8.4	755	466 1221	1,22	485 1240	1,24	533 1288	1,26	608 1363	1,24
9,0	823	455 1275	1,28	474 1297	1,30	524 1347	1,32	603 1426	1,29

Tabela št. 5

m	Plošče D beton cm	MB	armat. kg/m²	4 etaže beton d	MB	armatura kg/m²	skup.	8 etaž beton d	MB	armatura kg/m²	skup.
3,0	12	200	2,90	14	200	5,59	8,49	14	200	5,59	8,49
3,6	12	200	3,78	14	200	4,99	8,77	14	200	4,99	8,77
4,2	12	200	5,24	14	200	4,57	9,81	14	200	4,57	9,81
4,8	12	250	7,24	14	200	4,25	11,49	14	200	4,25	11,49
5,4	12	300	9,26	14	200	4,00	13,26	14	200	4,05	13,31
6,0	13	300	10,96	14	200	3,81	14,77	14	250	3,81	14,77
6,6	14	350	12,71	14	200	3,66	16,37	14	250	3,66	16,37
7,2	15	350	14,65	14	200	3,49	18,14	14	250	3,69	18,34
7,8	16	350	16,65	14	200	3,42	20,07	14	250	3,88	20,53
8,4	18	350	18,25	14	200	3,42	21,67	14	250	4,04	22,29
9,0	19	350	20,49	14	250	3,20	23,69	14	250	4,26	24,75
				12 etaž				16 etaž			
3,0	12	200	2,90	14	300	5,59	8,49	14	350	9,47	12,37
3,6	12	200	3,78	14	300	4.99	8,77	14	350	8,97	12,75
4,2	12	200	5,24	14	300	5,01	10,25	14	350	8,66	13,90
4,8	12	250	7,24	14	350	4,57	11,81	14	350	8,47	15,71
5,4	12	300	9,26	14	350	4,65	13,91	14	350	8,38	17,64
6,0	13	300	10,96	14	350	4,83	15,79	14	350	8,34	19,30
6,6	14	350	12,71	14	350	5,09	17,80	14	350	8,52	21,23
7,2	15	350	14,65	14	350	5,22	19,87	16	350	7,43	22,08
7,8	16	350	16,65	14	350	5,55	22,20	16	350	7,96	24,61
8,4	18	350	18,25	14	350	5,86	24,11	16	350	8,26	26,51
9,0	19	350	20,49	14	350	6,12	26,61	16	350	8,72	29,21

Temelji

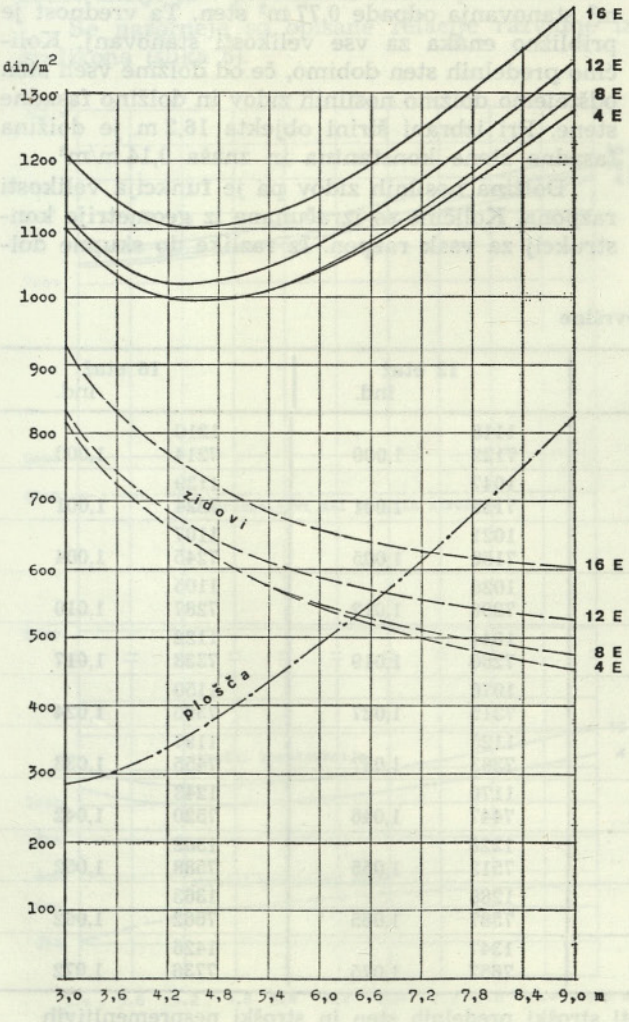
Stroški temeljenja so predvsem odvisni od nosilnosti tal ter od globine in načina fundiranja, zato jih ne moremo posplošiti. Variiranje temeljev glede na velikost razpona in višino objekta je preučeno na primeru pasovnih temeljev na srednje dobrih tleh z nosilnostjo 4,0 kg/cm². Izračun kaže, da količina temeljev pri enaki višini zgradbe praktično ni odvisna od velikosti razpona. Neznatno se poveča le v območju najmanjših in največjih razponov, vendar razlika v nobenem primeru ne preseže 10 odstotkov. Z višino zgradbe naraščajo temelji proporcionalno. Količina, preračunana na m² etažne površine, pa je praktično konstantna. Zato lahko štejemo z določeno poenostavitvijo stroške fundiranja v fiksni del objekta. Za optimizacijo temeljev je pomembnejši izbor najugodnejšega načina fundiranja. V izračunanem primeru znaša površina pasovnih temeljev pri 16 etažah že 50 % tlorisa zgrad-

be. Pri manjših razponih in slabše nosilnih tleh kaže primerjati stroške z varianto fundiranja na temeljni plošči.

Skupni stroški konstrukcije

Minimalne stroške konstrukcije dobimo s seštevanjem minimalnih specifičnih stroškov za stropne plošče in za nosilne zidove. Ker so stroški plošč najmanjši pri razponu 3,0 m, za zidove pa pri 9,0 m, ugotovimo globalni minimum iz naslednje preglednice tabele št. 5.

Pri vseh štirih obravnavanih višinah konstrukcije je absolutni minimum stroškov pri razponu 4,2 oziroma 4,8 m. Pri manjših in pri večjih razponih so specifični stroški višji in dosežejo pri razponu 3,0 m indeks 1.10. Približno enaki so tudi pri razponu 6,6 m, pri 9,0 m pa narastejo na 1,28 do 1,32. V območju razponov od 3,6 do 6,0 m so razlike v stroških konstrukcije v mejah pod 5 %. Primerjava po višini kaže, da so specifični stroški za 4- in 8-etažne konstrukcije enaki do razpona 5,4 m, pri večjih razponih pa so razlike majhne, saj je



Slika 5. **Minimalni specifični stroški konstrukcije**

konstrukcija z 8 etažami pri razponu 9,0 m le 2 % dražja od enake s 4 etažami.

12-etažne konstrukcije so od 4-etažnih dražje za 1,5 do 6 %, 16-etažne pa 10 do 12 %. Nižji odstotek velja za manjše razpone. Minimalni specifični stroški konstrukcije so prikazani grafično v sliki 5.

Ko smo na podlagi izvrednotenih stroškov ugotovili, katere variante so najugodnejše, sestavimo preglednico parametrov za konstrukcije z minimalnimi stroški (tabela št. 5).

Pregled dobljenih kombinacij plošč in zidov pokaže, da je pri večini kombinacij marka betona za plošče različna od marke za zidove. To pa za betoniranje v tehnologiji prostorskih opažev ni primerno. Zato iščemo minimalne skupne stroške konstrukcije z izenačeno marko betona. Iz podrobne analize v študiji sledi ugotovitev:

1. Pri konstrukcijah do 8 etaž minimalni stroški plošč in zidov sovpadajo pri MB 200 z razponi 3,0, 3,6 in 4,2 m.

Za večje razpone je odločilna marka betona za plošče.

2. Pri konstrukcijah višine 12 in 16 etaž je za razpone od 3,0 do 6,0 m odločilna marka betona, pri kateri so minimalni stroški zidov. Pri večjih razponih minimalni stroški plošč in zidov sovpadajo pri MB 350.

Pri variantah, kjer stroški plošč in zidov ne sovpadajo pri enaki marki betona, prinese izenačenje marke podražitev konstrukcije. Razlike so največje pri razponih od 4,8 do 6,0 m in znašajo do 4,4 %, upoštevaje najugodnejšo kombinacijo.

V elaboratu so tabelarično podani tudi parametri konstrukcij z izenačeno marko betona.

Zanimivo je, da je specifična poraba betona za nosilno konstrukcijo pri vseh višinah najmanjša pri razponu 5,4 m. Pri manjših in pri večjih razponih poraste poraba betona do 20 %, pri 16 etažah in velikih razponih do 28 %. Skupna poraba armature je najmanjša pri razponu 3,0 m. Od razpona 4,2 m dalje narašča armatura skoraj linearno in je pri 9,0 m trikrat večja razen pri višini 16 etaž, kjer znaša indeks 2,36. Pri majhnih razponih do 4,2 m je specifična poraba armature enaka za vse višine do 12 etaž, pri 16 etažah pa je za 50 % večja. Pri večjih razponih se poraba armature z višino konstrukcije diferencira, vendar razlike niso velike. Pri razponu 4,2 oz. 4,8 m, kjer so skupni stroški konstrukcije absolutno najnižji, je poraba tako betona kot armature večja od minimalne.

Minimalni parametri idealizirane konstrukcije rabijo predvsem medsebojni primerjavi variant, to je ugotovitvi relativnih vplivov posameznih spremenljivk. Pri realnih konstrukcijah v praksi pa je treba upoštevati seveda poleg čisto ekonomskih kriterijev, kot so minimalni stroški, še vse ostale zahteve, ki jih narekuje konkretna izvedba. Večja odstopanja lahko nastopijo pri nesimetričnih tlorisih in raznih zamikih kakor tudi zaradi sprememb v zasnovi posamezne etaže, ki jo zahteva program, npr. garaže, lokali in druge funkcije v

delu stanovanjske zgradbe. V posameznih delih konstrukcije nastopajo večje obremenitve, npr. v območju raznih oslabitev in probojev. Pri visokih objektih je treba računati tudi z ekscentriciteto pri izvedbi vertikale zidov. Ker so za dimenzioniranje odločilni najbolj obremenjeni deli konstrukcije, imajo realizirani objekti običajno debelejše plošče in pri večjih višinah tudi debelejše zidove z večjo porabo armature. Vendar lahko pri realnih konstrukcijah računamo s podobnimi razmerji, kot so ugotovljena v študiji.

Relativna razmerja veljajo tudi v primerih drugačnih obtežb, saj lahko predpostavljamo, da spremembe zunanjih vplivov delujejo tudi proporcionalno na rezultate (npr. drugačna stopnja potresa).

V nasprotnem primeru je treba drugačne zunanje vplive upoštevati in rezultate preračunati. Pri iskanju optimalne konstrukcije tudi ne kaže vztrajati pri izbrani tehnologiji, ki je v študiji pri vseh variantah enaka zaradi primerljivosti. Tako pride pri zidovih nizkih objektov v poštev tudi uporaba drugih materialov, ker nosilnost betona in armature ni izkoriščena. Pri velikih razponih so ugodnejše olajšane stropne konstrukcije namesto polnih betonskih plošč.

Pri uporabi rezultatov je treba upoštevati dejstvo, da predstavljajo variabilni deli konstrukcije le del skupnih stroškov. Tako so izpuščeni stroški opaža plošč, ker pač niso odvisni od razpona. Isto velja za kompletno fasado, ki je prav tako pogojno neodvisna od variiranja razponov. Iz primerjave je izločen velik del armature, ki je sicer potrebna za vezi, preklade, montažne elemente, temelje, zaklonišče itd.

Za realno konstrukcijo torej ni mogoče podati splošno veljavnih parametrov, ki bi dali v vsakem primeru tehnično in ekonomsko optimalno rešitev. Na podlagi rezultatov študije pa je možno ugotoviti, kolikšen je vpliv pogojev in zahtev, ki se postavljajo pri načrtovanju konkretnih zgradb. V tem okviru se da poiskati najugodnejša varianta, ki se idealizirani rešitvi čimbolj približuje.

Iz analize stroškov konstrukcije sledi pomembna ugotovitev, da med ceno konstrukcije z razponom 3,6 m in ono z razponom 6,0 m ni bistvene razlike. Zato je smotrno projektirati večje razpone, ki nudijo neprimerno večjo variabilnost. To pa zvišuje uporabno vrednost konstrukcije.

Predelne stene

Med variabilnimi deli objekta so tudi predelne stene bistveno odvisne od velikosti razponov konstrukcije.

Analiza je izvršena za stanovanjske zgradbe. Tu so vse količine preračunane na m² neto stanovanjske površine. Najprej je izračunana dolžina vseh sten, ki omejujejo prostore stanovanja. Na m² stanovanja odpade 0,77 m² sten. Ta vrednost je približno enaka za vse velikosti stanovanj. Količino predelnih sten dobimo, če od dolžine vseh sten odštejemo dolžino nosilnih zidov in dolžino fasadne stene. Pri izbrani širini objekta 16,2 m je dolžina fasadne stene konstantna in znaša 0,14 m/m².

Dolžina nosilnih zidov pa je funkcija velikosti razpona. Količine so izračunane iz geometrije konstrukcij za vsak razpon. Iz razlike do skupne dol-

Tabela št. 6. **Skupni stroški objekta v din na m² etažne površine**

m	Pred. stene	4 etaže	ind.	8 etaž	ind.	12 etaž	ind.	16 etaž	ind.
3,0	222	1101		1101		1118		1210	
		7105	1,000	7105	1,000	7122	1,000	7214	1,000
3,6	303	1032		1032		1047		1139	
		7117	1,002	7117	1,002	7132	1,001	7224	1,001
4,2	356	998		998		1021		1107	
		7136	1,004	7136	1,004	7159	1,005	7245	1,004
4,8	400	998		998		1026		1105	
		7180	1,011	7180	1,011	7208	1,012	7287	1,010
5,4	434	1010		1010		1044		1122	
		7226	1,017	7226	1,017	7260	1,019	7338	1,017
6,0	458	1036		1043		1076		1150	
		7276	1,024	7283	1,025	7315	1,027	7390	1,024
6,6	476	1077		1083		1125		1197	
		7335	1,032	7341	1,033	7383	1,037	7455	1,033
7,2	495	1116		1125		1170		1243	
		7393	1,041	7402	1,042	7447	1,046	7520	1,042
7,8	504	1164		1178		1226		1302	
		7450	1,049	7464	1,051	7512	1,055	7588	1,052
8,4	517	1221		1240		1288		1363	
		7520	1,058	7539	1,061	7587	1,065	7662	1,062
9,0	528	1275		1297		1347		1426	
		7585	1,068	7607	1,071	7657	1,075	7736	1,072

K minimalnim stroškom konstrukcije iz tabele so prišteti stroški predelnih sten in stroški nespremenljivih delov (5.782 din/m²)

žine izračunamo dolžino predelnih sten, zmnožek z višino sten pa da normativno porabo predelnih sten na m^2 stanovanjske površine. Pri razponu 3,0 m pride na m^2 0,39 m^2 predelnih sten, pri 4,2 m 0,62 m^2, pri 6,0 m 0,80 m^2 in pri 9,0 m 0,93 m^2. Količina predelnih sten z velikostjo razpona narašča v obratnem sorazmerju s količino nosilnih zidov. Krivulji sta komplementarni in se sekata pri razponu 6,6 m, kjer sta obe količini izenačeni.

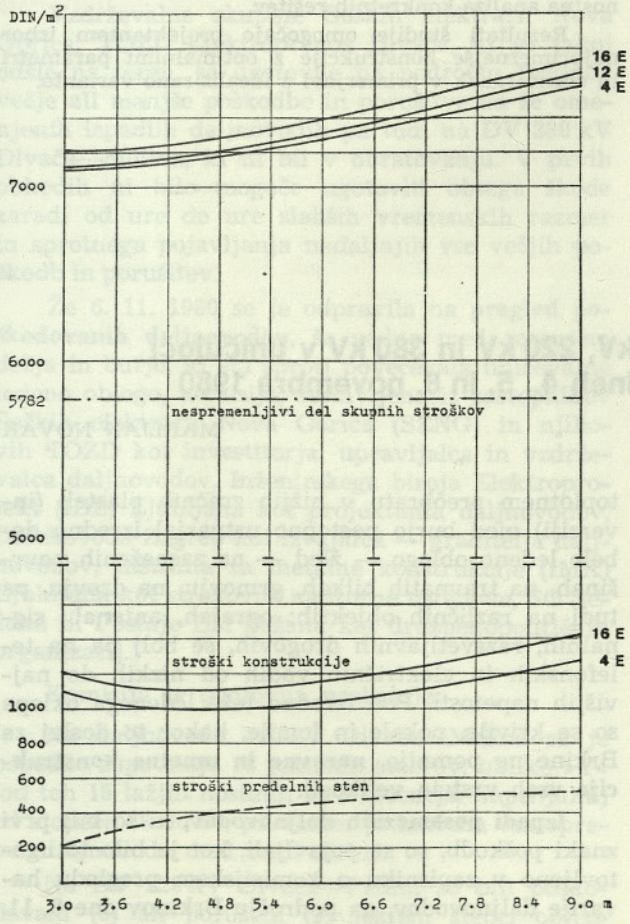
Stroške za predelne stene dobimo, če normativno porabo množimo s ceno 1 m^2 predelne stene.

Skupni stroški objekta

Po podatkih Stanovanjske skupnosti smo dobili poprečno gradbeno ceno 7136 din za m^2 bruto etažne površine. Če od te cene odštejemo izračunano vrednost variabilnih delov, dobimo vrednost fiksnih delov zgradbe v višini 5782 din/m^2. V strukturi skupnih stroškov objekta predstavlja vrednost variabilnih elementov 19 %.

Rezultati za vse razpone in višine so dani v tabeli št. 6. Ločeno so prikazani minimalni stroški konstrukcije in v predkoloni stroški predelnih sten.

Še nazorneje so opisane relacije razvidne iz grafikona (slika 6).



Slika 6. **Skupni stroški objekta**

Skupni stroški objekta so najnižji pri razponu 3,0 m, pri 4,2 pa le 0,4 % višji. Pri 4,8 m je razlika 1,1 % in pri 6,0 m še vedno samo 2,4 %. Od tega razpona dalje so stroški pri 8 etažah za 0,1 do 0,3 % višji kot pri 4 etažah.

Z nadaljnjim povečevanjem razpona naraščajo skupni stroški po 0,8 do 1,0 % za vsak interval povečanja. Tako znaša indeks pri 9,0 m 1,068 oz. 1,071 pri 8 etažah. Pri 12-etažni zgradbi so stroški spet najnižji pri 3,0 m, so pa za 0,2 % višji kot pri 4 oz. 8 etažah. Z večanjem razpona naraščajo stroški tu nekoliko hitreje kot pri nižjih objektih. Pri 9,0 m je razlika že 0,9 %.

Krivulja stroškov za 16-etažne zgradbe je vzporedna gibanju stroškov pri 8 etažah, le da so absolutni stroški za 1,5 do 1,7 % višji.

Sinteza minimalnih stroškov za ves objekt kaže, da je povečanje cene pri razponu 6,0 m za 2,4 do 2,7 % v sprejemljivih mejah glede na možnost variabilnosti pri izvedbi in na možnost fleksibilnosti v uporabi.

Konstrukcije z manjšimi razponi so v tem pogledu mnogo bolj toge in je njihova uporabna vrednost zaradi tega manjša.

Pri razponu 7,8 m je izvedba za 4,9 do 5,5 % dražja, kar je že občutna ovira za uporabo pri stanovanjskih zgradbah. Večji razponi pridejo v poštev predvsem pri nestanovanjskih objektih. Če so veliki razponi funkcionalno potrebni, kaže iskati pocenitve pri tehnični rešitvi stropne konstrukcije.

Razlike med objekti različnih višin bodo v praksi večje od izračunanih. Pri visokih objektih vplivajo na višje stroške poleg ekscentricitete nosilnih zidov tudi nekateri elementi, ki smo jih zaradi poenostavitve šteli med fiksne. To so kviškovodi instalacij, ki imajo večje profile kot pri nizkih objektih in so zaradi tega dražje. Potrebnih je več dvigal, požarne stopnice itd. Običajno je pri visokih objektih zahtevnejša tudi izvedba fasade.

Zaključek

Vpliv velikosti razpona na celotne stroške objekta ni posebno velik. Rezultati študije dokazujejo, da večji razponi gradnje bistveno ne podražijo. Večji razponi so brez težav izvedljivi tudi v tehnologiji prostorskih opažev, kar dokazujejo številne uspešne realizacije pri nas in v inozemstvu.

Ker so vsi analizirani pojavi zvezni, se lahko dobijo rezultati za vmesne vrednosti z interpolacijo. Zvezni potek se da izraziti matematično v obliki funkcije. Na tej podlagi bi bilo možno izdelati tudi računalniške programe za direkten izračun optimalnih parametrov zgradbe.

Študija omogoča projektantom izbor konstrukcije z najprimernejšimi razponi in daje za izbrano varianto vse parametre optimalne rešitve. Če je potrebno odstopanje, je možna ocena razlik v primerjavi z idealizirano varianto z najnižjimi stroški.

V elaboratu zbrani in izračunani podatki so osnova za vrednostno analizo objektov. V fizikalnih enotah izraženi parametri omogočajo preračun stroškov, če se spremenijo cene.

Na podlagi prikazanih rezultatov lahko projektanti tehnično in ekonomsko utemeljijo svoje rešitve. Samoupravni organi pa lahko predvidijo učinke in posledice svojih odločitev pri sprejemanju strokovno pripravljenih predlogov.

UDK 624.9.07

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1981 (30)

Št. 5, str. 102—112

mag. Boris Majaron s sodelavci

OPTIMIZACIJA RAZPONOV ZA VISOKE GRADNJE*

V študiji je ugotovljen vpliv velikosti razpona na stroške večetažnih objektov. Analizirana je dvoosno simetrična konstrukcija s prečnimi nosilnimi zidovi in polnimi železobetonskimi ploščami. Razpon variira od 3,0 do 9,0 m v intervalu po 0,6 m. Objekti imajo 4, 8, 12 in 16 etaž. Spremenljivi parametri so še debelina plošč in zidov, marka betona ter količina armature in opaža.

Izbrana je metoda izvrednotenja možnih variant s parcialno optimizacijo po sestavnih delih zgradbe. Pri enajstih razponih je izračunanih 53 različnih plošč in 348 konstrukcij. Parametri so podani v fizikalnih količinah in kot specifični stroški preračunani na m² etažne površine. Rezultati so zbrani v tabelah in prikazani tudi grafično.

Najprej so analizirane posebej stropne plošče in nosilni zidovi. Zidovi so računani na potres VIII. stopnje na srednjih tleh. Specifični stroški za zidove so največji pri razponu 3,0 m in s povečevanjem razpona upadajo. Delež opažev v stroških zidu znaša do 50 %! Specifični stroški za temelje so praktično neodvisni od velikosti razpona in števila etaž.

Skupni stroški konstrukcije kot seštevek minimalnih stroškov za plošče in za zidove so najmanjši pri razponu 4,2 oz. 4,8 m. V območju razponov od 3,6 do 6,0 m razlike v stroških pri vseh obravnavanih višinah ne presegajo 5 %. Pri 3,0 m in enako pri 6,6 m znaša indeks stroškov za konstrukcijo 1,10, pri 9,0 m pa je 1,30. Glede na višino so specifični stroški 4- in 8-etažne konstrukcije enaki (razen pri velikih razponih), 12-etažne so do 6 %, 16-etažne pa do 12 % dražje.

Če tehnologija zahteva izenačeno marko betona za stropove in zidove, je pri objektih do 8 etaž odločilna marka za plošče, pri večjih višinah pa za zidove. Konstrukcije z izenačeno marko betona so do 4,4 % dražje od minimalne variante.

Za stanovanjske objekte je izračunana tudi poraba predelnih sten. V skupnih stroških objekta predstavlja vrednost variabilnih delov le 1/5. Skupni stroški so najnižji pri razponu 3,0 m, pri 4,8 m so 1,1 % višji, pri 6,0 m pa do 2,7 %. Dalje naraščajo približno po 1 % za vsakih 0,6 m povečanja razpona. Do razpona 6,0 m, ki omogoča že znatno variabilnost, so stroški v sprejemljivih mejah tudi za stanovanjsko gradnjo.

Izračunani parametri imajo relativno vrednost in rabijo predvsem za primerjavo med variantami. V praksi bodo porabe materialov in stroški nekaj višji.

Na podlagi izvrednotenih stroškov je možna vrednostna analiza konkretnih rešitev.

Rezultati študije omogočajo projektantom izbor najprimernejše konstrukcije z optimalnimi parametri in oceno razlik v primerjavi z idealizirano varianto.

* Naloga RRS 8380

Poškodbe in porušitve na daljnovodih 110 kV, 220 kV in 380 kV v uničujoči zaledenitveni ujmi na področju Brkinov v dneh 4., 5. in 6. novembra 1980

UDK 621.315.1

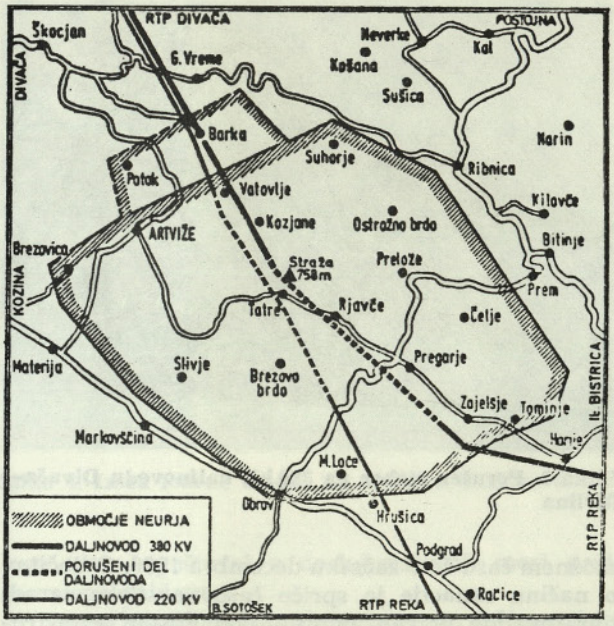
MARIJAN NOVAK

Zaradi velike škode, ki jo je povzročila v naslovu navedena vremenska nesreča, ki je opustošila obsežno področje gozdov in sadovnjakov v Brkinih, pa tudi vrsto objektov na tem ozemlju od telekomunikacijskih vodov in nizkonapetostnih električnih vodov do visokonapetostnih daljnovodov 110 kV, 220 kV in 380 kV in zaradi nekaterih tudi netočnih in nestrokovnih poročanj okrog te naravne nesreče in njenih posledic, je potrebno o tem obvestiti našo javnost izčrpno, strokovno, pa vendarle tudi nestrokovnjakom razumljivo.

V dneh 4., 5. in 6. novembra je posebno na področju Brkinov za snegom padal dež, ki je pri toplotnem preobratu v nižjih zračnih plasteh (inverziji) med burjo postopno ustvarjal izredno debelo ledeno oblogo — žled — na zasneženih površinah, na travnatih bilkah, grmovju, na drevju, pa tudi na različnih objektih: ograjah, antenah, signalnih, razsvetljavnih drogovih, še bolj pa na telefonskih in električnih vodih od nizkih do najvišjih napetosti. Pod izredno težo ledenega oklepa so se krivile, pokale in lomile, kakor to doslej za Brkine ne pomnijo, **naravne in umetne konstrukcije** vseh vrst in velikosti.

Izpadi posameznih daljnovodov, ki so bili prvi znaki poškodb, so se pojavljali, kot je bilo to ugotovljeno v zapisniku o komisijskem pregledu havarije daljnovodov, na področju Brkinov dne 6. 11. 1980 v naslednjih časih:

Avtor: Marijan Novak, dipl. gradb. inž., Inženirski biro Elektroprojekt, Ljubljana



Zaledenitev v Brkinih. »Delo«, 15. nov. 1980, str. 10

dne 4. 11. ob 19,21 DV 110 kV Divača-Pivka,
dne 5. 11. ob 02,19 DV 220 kV Divača—Pehlin,
dne 6. 11. ob 11,37 DV 220 kV Divača—Kleče.

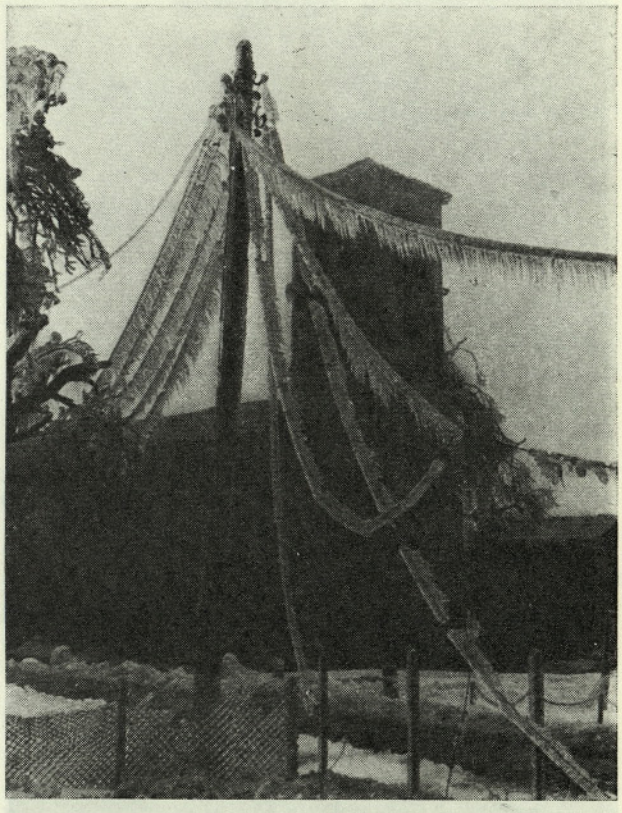
Vzdrževalne skupine Soških elektrarn Nova Gorica, TOZD Elektroprenos Divača, ki so takoj odšle na teren, so ugotovile na področju Brkinov večje ali manjše poškodbe in porušitve na že omenjenih izpadlih daljnovodih pa tudi na DV 380 kV Divača—Melina, ki ni bil v obratovanju. V prvih obhodih ni bilo mogoče ugotoviti obsega škode zaradi od ure do ure slabših vremenskih razmer in sprotnega pojavljanja nadaljnjih vse večjih poškodb in porušitev.

Že 6. 11. 1980 se je odpravila na **pregled poškodovanih daljnovodov,** še vedno med rosenjem dežja in burjo, ki sta sproti povečevala uničevalno ledeno oblogo, komisija, sestavljena iz zastopnikov Soških elektrarn Nova Gorica (SENG) in njihovih TOZD kot investitorja, upravljalca in vzdrževalca daljnovodov, Inženirskega biroja Elektroprojekt (IBE) Ljubljana kot projektanta daljnovodov, Dalekovoda Zagreb kot izvajalca — graditelja daljnovodov, Inštituta za metalne konstrukcije (IMK) Ljubljana kot strokovne nadzorne ustanove, SO Sežana in Postaje LM Sežana kot družbenopolitičnih organizacij.

Komisija je ugotovila naslednje:

Na daljnovodu 380 kV Divača—Melina se je porušilo zapovrstjo 18 jeklenih stebrov, oblike »Y« (od teh 15 lažjih nosilnih in 3 močnejši napenjalni) od stojišča 39 do 56, pri čemer je uničena vsa oprema daljnovoda med temi stebri.

Na DV 220 kV Divača—Pehlin so bili poškodovani (6) ali porušeni (9) jekleni stebri oblike »jelka« od stojišča 32 do 52 in uničena tudi oprema.



Slika 1. **Eden od pogledov v brkinskih naseljih v času zaledenitvene ujme**

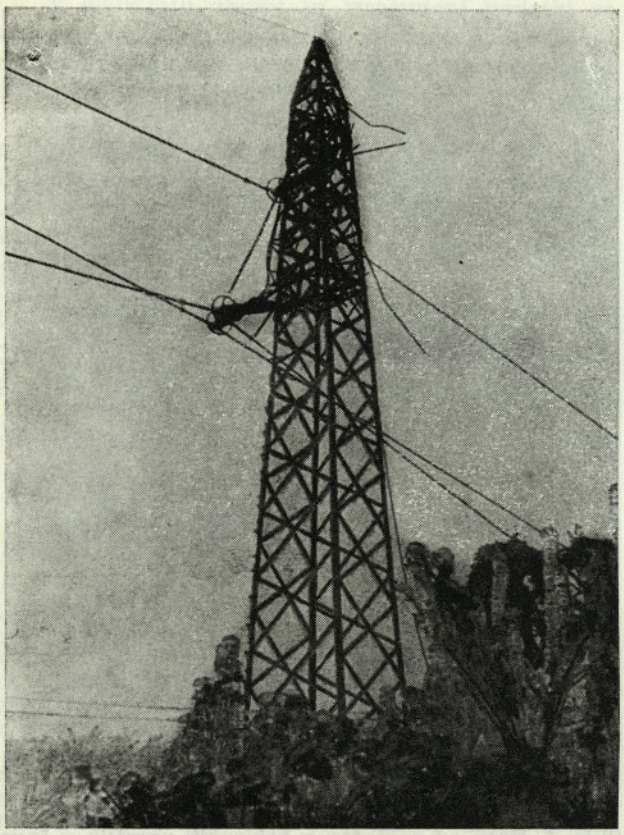
Na DV 220 kV Divača—Kleče je bil poškodovan le steber št. 191 in vodnik.

Na DV 380 kV Divača—Italija so bile le manjše poškodbe opreme (distančniki ipd.) med stebri 1 in 13.

Na DV 110 kV Divača—Pivka je porušen steber št. 88 in poškodovana oprema.

Da bi dobila čim natančnejše podatke o **dejanski dodatni obtežbi ledu na vodnikih v času vremenske katastrofe,** je komisija na terenu zbrala nekaj vzorcev ledene obloge, jih zmerila in stehtala. Na področju Tater je znašala teža ledene obloge 6 do 12 daN (kp) na dolžinski meter vodnika (jeklo-aluminijasta vrv premera 30,6 mm). Pri tem veljajo manjše vrednosti za južno pobočje, večje pa za sleme in severno pobočje. Glede na projektirano dodatno obtežbo po veljavnih predpisih $1 \times g_n$ pri DV 220 kV in $1{,}6 \times g_n$ pri DV 380 kV (to je pri tem vodniku okrog 1,0 kp/m oz. 1,6 kp/m), je največja dodatna obtežba ledu na vodnikih dosegala približno **enajstkratno** oz. **sedemkratno** projektirano dodatno obtežbo!

Pri tem je treba vedeti o prej omenjenih jeklo-aluminijastih vodnikih prereza 490/65 mm², da so uporabljeni na DV 220 kV enojni vodniki, to je, za vsako fazo ena vrv, medtem ko so pri DV 380 kV uporabljeni snopasti vodniki, to je za vsako fazo po dve vrvi, vezani z distančniki v razdalji 400 mm, na DV 380 kV Divača—Redipuglia (Italija) pa so



Slika 2. **Polomljene konzole na stebru 220 kV daljnovoda Divača—Pehlin**

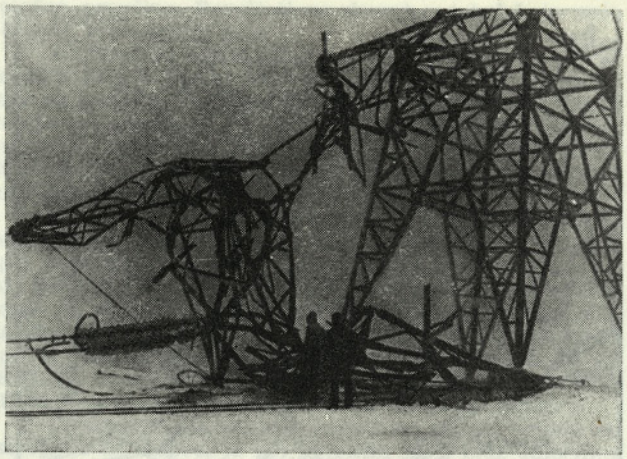
obešeni celo snopasti vodniki s tremi vrvmi za vsako fazo.

Že samo opisana dodatna obtežba pomeni **katastrofalno preobremenitev** vodnikov, obešalnega materiala (prav ta je na več mestih popustil) in konstrukcij stebrov, kaj šele, če upoštevamo še težo nizov ledenih sveč na vodnikih, zaledenitev izolatorjev in samih konstrukcij. Ker je na zaledenele vodnike in konstrukcije pritiskala občasno še močna burja, je bila katastrofa še hujša. Po veljavnih predpisih za daljnovode konstrukcij namreč ne računamo za istočasno obtežbo vetra in dodatno obtežbo snega oz. ledu. O jakosti oz. hitrosti burje v času nesreče so na razpolago le podatki z meteorološke postaje Divača, kjer so sunki znašali do 28 m/sek, kar je 100,8 km/uro oz. tlak 49 daN/m².

Komisija je takoj po pregledu grobo ocenila škodo na pregledanih objektih na okrog 80,000.000 dinarjev.

Za **čimprejšnjo vzpostavitev obratovanja poškodovanih daljnovodov** imajo prednost 110 kV in 220 kV daljnovodi, 380 kV daljnovoda proti SR Hrvatski (Melina) in proti Italiji (Redipuglia) še ne obratujeta in bi morala biti v celoti nared do 1. maja 1981 oz. do 1. januarja 1981.

Investicijsko tehnična dokumentacija, tj. projekt za sanacijo poškodovanih brkinskih odsekov na DV 220 kV Divača—Pehlin in na DV 380 kV Divača—Melina je bil pripravljen v najkrajšem



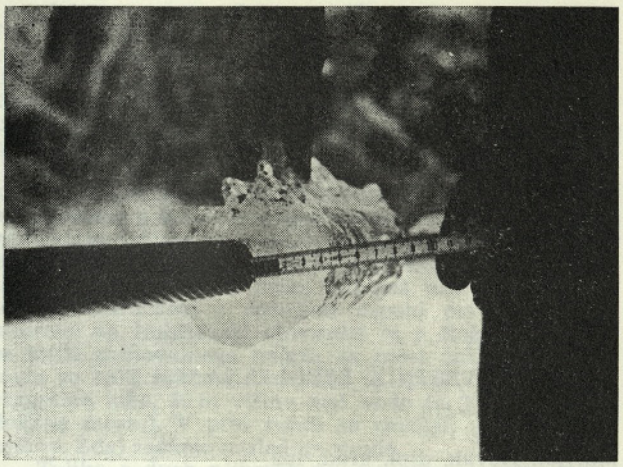
Slika 3. **Porušen steber na 380 kV daljnovodu Divača—Melina**

možnem času že v začetku decembra 1980. Odločitev **o načinu sanacije** je spričo časovne stiske zaradi obratovalnih potreb in nuje, pod vtisom katastrofalnih posledic prestane vremenske nesreče in ob upoštevanju stvarnih možnosti rekonstrukcije, še posebno težka in odgovorna. Zato mora biti seveda skupna rešitev vseh zainteresiranih odločujočih dejavnikov.

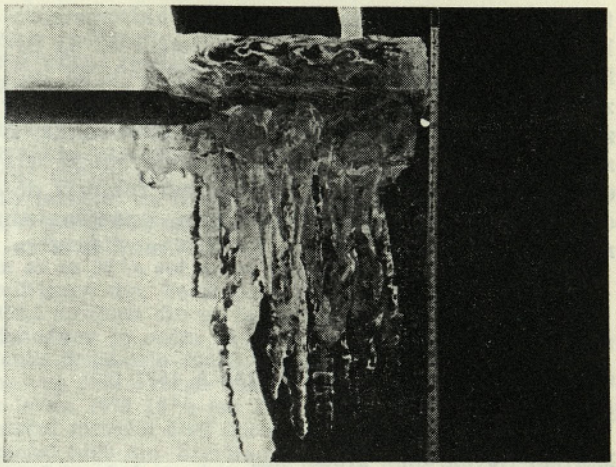
Ker se pri odločanju o sanaciji same **vsiljujejo misli o povečanju varnosti** vsaj na rekonstruiranem odseku daljnovoda, je treba temeljito pretehtati **trezno, ekonomično mero pri ukrepih,** s katerimi naj bi to dosegli. Potrebna je kritična presoja prvotno privzetih obtežbenih parametrov, kritična presoja dejanskih obtežb v času vremenske nesreče glede na velikost in na pogostost nastopanja. O temeljitejših ukrepih, ki jih radi priporočajo nepoznavalci, denimo, o prestavitvi trase daljnovoda, o zamenjavi nadzemnega voda s kablom ipd. je treba takoj povedati, da ne pridejo v poštev.

Vsaka **še tako dobro izbrana trasa daljnovoda,** ki naj bi bila zaradi čim manjših stroškov gradnje, kolikor je to mogoče, čim krajša, **je vedno kompromis vrste želja, teženj in zahtev:** urbanistov, varstvenikov narave in kulturnih spomenikov, gozdnih gospodarstvenikov, agrotehnikov, lastnikov, krajevnih skupnosti in drugih. Zato je pridobitev trase čedalje težji in dolgotrajnejši postopek, daljnovodi pa so, podobno kot tudi drugi objekti, prisiljeni umikati se na manjvredna zemljišča, čeprav so zato njih gradnje tehnično zahtevnejše in dražje. Mnogo prednosti daje koncentracija več daljnovodov v skupne koridorje: zmanjšajo se gozdni poseki, uporabijo se iste pristopne in obhodne poti, omogoči se enkratna efektivna zaščita TT vodov, lokacijski in odškodninski zahtevek je enostavnejši, ugodnejše je tudi krajinsko oblikovanje koridorja. Tudi za trase v brkinski ujmi prizadetih daljnovodov velja, da so se morale prilagoditi vrsti zahtev.

Za vse 380 kV daljnovode v Sloveniji je bil prvič pri nas izdelan elaborat Oblikovanje in ureditev koridorjev 380 kV v Sloveniji, ki je v pred-



Slika 4. **Izsek ledene obloge na vodniku daljnovoda**



Slika 5. **Izsek ledene obloge z nizom sveč na daljnovodnem vodniku. Fotografije je prispeval Jože Ključevšek**

logu trase upošteval v doslej največji meri prej navedene zahteve.

Povezava **s kabelsko zvezo** namesto daljnovodne pride v poštev le za krajše odseke s posebnimi zahtevami (napajanje gosto naseljenega mestnega področja ali povezave objektov znotraj elektrarn in stikališč). Pri nas je le nekaj takih zvez, a le napetosti 110 kV. Je pa, denimo, pri 380 kV okrog desetkrat dražja, poleg tega pa še vezana na uvoz kabla.

Osnovne značilnosti za dimenzioniranje vsakega daljnovoda se določajo na podlagi meteoroloških podatkov (temperatura okolice, dodatna obtežba na vrveh zaradi ivja, snega ali ledu, hitrost vetra). Kakor običajno so bile tudi za obravnavane objekte za potrebe projekta naročene in izdelane pri Hidrometeorološkem zavodu SR Slovenije ustrezne študije o meteoroloških razmerah na začrtanih trasah. Študije so podale žal bolj splošne smernice in premalo preciznih podatkov za samo traso posebej o oblogah na daljnovodih; zavod namreč s svojo redko mrežo opazovalnih postaj ne more opravljati potrebnih sistematičnih opazovanj, v okviru elektrogospodarstva pa se doslej tudi še ni posrečilo organizirati ustrezne opazovalne službe. Projektant si je zato prizadeval dobiti več podatkov po izkušnjah obratovanja obstoječih nadzemnih vodov, gozdnih gospodarstev, cestnih podjetij, železniškega gospodarstva in starejših domačinov. Vendar tudi ti podatki temelje na nepreciznih zapiskih, ustnem izročilu ali spominu. Tako je v disertaciji dr. Vladimira Klemenčiča: Pokrajina med Snežnikom in Slavnikom (1959) po pripovedih prebivalcev opisan kot važen klimatski dejavnik žled, ki včasih v določenih področjih polomi in uniči vse sadno drevje pa tudi večje površine gozda, kakor na primer v letu 1951/52. Pri projektiranju DV 380 kV je bil pomemben podatek takrat že sedemletna izkušnja v obratovanju DV 220 kV Divača—Pehlin, ki poteka vzporedno ali vsaj blizu.

Vedeti je treba, da za **določitev dodatne obtežbe zaradi ivja, snega in ledu na vrveh** velja po Pravilniku o tehničnih normativih za gradnjo nadzemnih elektroenergetskih vodov (Ur. list SFRJ, št. 51/1973), da se za normalno dodatno obtežbo vzame največja dodatna obtežba, ki se na zadevnem mestu pojavlja poprečno **vsakih 5 let,** za izjemno dodatno obtežbo pa poprečno **vsakih dvajset let.** Podobni predpisi veljajo tudi v drugih državah. Preprosto povedano pomeni to, da ni ekonomično dimenzionirati celotne daljnovode na redke izredne katastrofalne vremenske razmere, ki privedejo na določenih odsekih daljnovoda tudi do porušitev, kajti stroški za obnovo takih primerov so še vedno znatno manjši.

Po vseh ugotovitvah o velikosti, obsegu in pogostosti pojavljanja takih vremenskih razmer in iz njih izvirajočih obtežb je mogoče z gotovostjo sklepati, da gre v tem primeru za **redko naravno katastrofo** tolikšnega obsega, kajti po pripovedovanju starejših občanov pomnijo podobno nesrečo pred kakšnimi 60 leti.

Izhajajoč iz danih ugotovitev sledijo tudi sklepi oz. **odločitve o ukrepih in načinu sanacije** poškodovanih oz. porušenih odsekov daljnovodov.

Oba prizadeta daljnovoda na brkinskem področju se obnovita na dosedanjih trasah.

Glede drugih ukrepov v zvezi s sanacijo je treba ločeno obravnavati DV 220 kV in DV 380 kV.

Če je bil prizadeti 220 kV daljnovod projektiran na podlagi takrat dosegljivih meteoroloških podatkov za dodatno obtežbo po predpisih s faktorjem 1,0, je torej pri v bistvu obstoječi razporeditvi stebrov (vstavljen je le 1 steber zaradi povesov) dosežena določena povečana varnost daljnovoda z delnim upoštevanjem povečanih parametrov za račun voda: dodatna obtežba s faktorjem 1,6 z ustreznim napetjem vrvi. Poleg tega je na rekonstruiranih stebrih ločeno samo za vertikalno obtežbo izvedena ojačitev konzol za dodatno obtežbo s faktorjem 2,5.

Pri projektu DV 380 kV Divača—Melina je bila že v prvotnem projektu za del trase na področju Brkinov upoštevana povečana dodatna ob-

težba s faktorjem 1,6 zaradi opozorila hidrometeorološkega zavoda o pojavu žledenja leta 1952 na Brkinih (čeprav brez določnejših podatkov), pa tudi zaradi slabše pristopnosti trase v zimskem času in zaradi pomembnosti 380 kV omrežja v celoti. Z nekaterimi ukrepi smo varnost poškodovanega dela daljnovoda še povečali: s povečanjem faktorja dodatne obtežbe na 2,0 z ustreznim zmanjšanjem napetja vodnikov od 7,9 na 7,2 daN/mm² in z zamenjavo enega nosilnega stebra z napenjalnim (zmanjšanje napenjalnega polja).

Z opisanimi ukrepi v zvezi z obnovo poškodovanih daljnovodov je bilo z razmeroma majhnimi dodatnimi stroški doseženo sorazmerno precejšnje realno povečanje varnosti v mejah ekonomičnosti, ki pa nikakor ne zagotavlja popolne varnosti tudi ob zelo redkih vremenskih nesrečah take silne moči, kakršna je bila brkinska v novembru 1980.

UDK 621.315.1

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1981 (30)

Št. 5, str. 112—116

Marijan Novak, dipl. gradb. inž.

POŠKODBE IN PORUŠITVE NA DALJNOVODIH V UNIČUJOČI ZALEDENITVENI UJMI V BRKINIH V DNEH 4., 5. in 6. 11. 1980

V navedenih dneh se je v Brkinih v izjemnih vremenskih razmerah ustvarila na drevju in konstrukcijah izredno debela ledena obloga, ki je povzročila velikansko škodo v sadovnjakih, gozdovih in na telefonskih ter električnih vodih. V času katastrofe izmerjena dodatna obtežba na vodnikih je dosegala sedem do enajstkrat projektirano. Skupna odločitev o načinu sanacije poškodovanih daljnovodov je na podlagi ocene o velikosti in pogostosti obtežb v času katastrofe, da se poškodovani daljnovodi obnovijo na dosedanjih trasah z ukrepi, ki pri tem omogočajo, da se na obnovljenih odsekih doseže, v mejah ekonomičnosti, čim višja stopnja povečanja varnosti daljnovodov.

UDC 621.315.1

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1981 (30)

No 5, p.p. 112—116

Marijan Novak, dipl. grad. inž.

DAMAGES AND COLLAPSES OF HV TRANSMISSION LINES CAUSED BY DESTRUCTIVE FROST AT BRKINI

Due to extraordinary weather conditions at Brkini in the days from 4th to 6th November, 1980, a very thick layer of ice on the trees and various structures caused tremendous damage in the orchards, forests and on the telephone and transmission lines. At the time of catastrophy the measured additional load on the lines exceeded seven to eleven times the normal load. Taking into consideration the estimated size and frequency of loads at the time of catastrophy, the owner, the experts and the authorities finally came to a decision to reconstruct the damaged transmission line on the existing route. Economical aspects as well as the highest possible increased safety of the transmission line will be provided on the reconstructed sections.

IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

SGP PRIMORJE AJDOVŠČINA

Od lopate do sodobne tehnologije

35 let dela in ustvarjanja od lopate in samokolnice do buldožerja in nakladača, do sodobnih transportnih sredstev in opreme, to je bila težka pot delavca, ki je iz »nič« ustvaril novo sodobno delovno organizacijo SGP Primorje. S povojno izgradnjo porušene Primorske je podjetje v letu 1949 zaposlovalo že 2300 delavcev. V naslednjem obdobju je podjetje zgradilo vrsto velikih objektov. Cementarno Anhovo, Železniško postajo na Jesenicah, Bolnišnico v Sežani, odseke cest Planina—Grčarevec, Senožeče—Divača, odsek na cesti Ljubljana—Zagreb, Trojanski klanec, Prešernovo cesto v Ljubljani, Predor pod Panovcem, dalje železniško progo, elektrarne, vrsto proizvodnih objektov za lesno industrijo, vinsko klet v Vipavi, gostinske objekte, šole, stanovanjske objekte itd.

Samo v zadnjih desetih letih so zgradili:

8 šol in šolskih centrov, 1 športnorekreacijski center, 11 otroških vrtcev, 3 hotele, 2 turistična centra, 1 garažno hišo, 1870 stanovanj, 29 km kanalizacij, 12 km vodovodov, 27 km hitrih cest in 78 km drugih cest, 268.460 m² armiranobetonskih hal in 60.540 m² drugih industrijskih objektov.

S proizvodnjo prefabrikatov za gradnjo industrijskih hal se je tržišče razširilo na območje celotne Jugoslavije. Zaradi vlaganj v proizvodno osnovo in v opremljenost razpolaga podjetje danes z velikimi strojnimi zmogljivostmi, z 2000 ton voznega parka ter z opremo za najzahtevnejšo gradnjo nizkogradbenih in visokogradbenih objektov. V letošnjem jubilejnem letu so se tudi prvič vključili v izvajanje večjih investicijskih del v tujini, kjer naj bi v srednjeročnem obdobju doseglo zaposlitev 15 % kapacitet.

Z ustavno uskladitvijo in z organiziranjem tozdov je bil napravljen nov korak v razvoju samoupravnih in proizvodnih odnosov. Organizirani v 7 tozdov in delovno skupnost skupnih služb z več kot 2000 zaposlenimi so sposobni kakovostno in v roku zgraditi najzahtevnejše gradbene objekte. Vse to pa jim je omogočilo uspešne poslovne rezultate, višji standard zaposlenih ter uspešnejši razvoj na vseh področjih, vključno šport, rekreacijo, kulturno dejavnost idr.

Za projektante so vsi objekti pomembni

Projektiva — tako skrajšano imenujejo projektivni sektor, ki dela v okviru DSSS v Ajdovščini, je že pol leta v novih prostorih. Delovni pogoji so se zelo izboljšali.

Le okrog petindvajset jih je ponavadi, vendar pa imajo zaradi mladosti kar precejšnje ambicije pri delu.

Ne zadovoljijo se samo s pripravljanjem armature za njihove tozde. Trenutno je v največjem razmahu gradnja šolskega centra usmerjenega izobraževanja v Ajdovščini (dijaški dom z 240 ležišči in šola za 800 učencev — skupaj skoraj 900 m² površine). Arhitektonsko gradbeni del načrta so napravili njihovi projektanti.

Namesto nenehnega projektiranja podvozov, nadvozov, podhodov ipd. so si zaželeli kak velik objekt, kaj takega, s čimer se postavljajo večje delovne organizacije. Priložnost se je pokazala pri razpisu za solkanski most. Mlada skupina za projektiranje mostov se je vzburila. Ta objekt mora biti naš, saj je na našem terenu. Ohrabreni z zadnjimi uspehi pri načrtih za mostove na ljubljanski obvoznici in v Rožni dolini so se lotili zasnovalnega načrta za most čez Sočo. Razmere so tu drugačne, dimenzije so spoštljivejše (102 m razpetine loka, 50 m višine nad vodo in 238 m skupne dolžine mostu). V prvi rundi so zmagali — objekt je njihov. Zdaj začnejo naslednje runde.

Toliko o dveh njihovih najnovejših uspehih. Vendar dobro vedo, da je za njih pomemben tudi najmanjši mostiček za pešce, tudi tisti mali industrijski objekt — za katerega v šali rečemo, da bo dva kamiona načrtov za en kamion betona. Vse je delo in vse je pomembno.

Vir: Glasilo PRIMORJE, april 81.

SGP KRAŠKI ZIDAR, SEŽANA

Dela v preteklem letu

TOZD Gradbena operativa, sestavljena iz sektorjev Sežana, Gorica, Kozina in Ljubljana, deluje v okviru delovne organizacije SGP Kraški zidar Sežana in v SOZD IMOS Ljubljana.

Lani so dosegli dva pomembna uspeha. V roku in z velikimi napori so zgradili hotel v Lipici in šolski kompleks v Dutovljah. V Lipici so dokončali še hlev za konje in samski stanovanjski blok. V Sežani so pričeli z gradnjo kulturnega centra in mejnega prehoda Fernetiči Dokončali so vodovodno linijo Križ—Tabor z rezervoarji.

V sektorju Gorica so dokončali proizvodno halo Aluminij v Komnu, kjer so pričeli graditi še stanovanjski blok. Končali so otroška vrtca v Biljah in Kostanjevici ter pričeli z gradnjo novih v Prvačini ter Bukovici. Za prototipni objekt montažno opečne gradnje so v Bukovici zgradili pritličje. V Štanjelu in Vogrskem so izvajali sanacijska dela v okviru spomeniškega varstva.

V sektorju Kozina so v Materiji dokončali tovarno pletenin, tovarno Mehanotehnika in nov obrat Droge motela v Kozini. V Hrpeljah so zgradili halo z anekv Gradišču. Zaključili so z deli v Plami in dokončali stanovanjski blok v Divači in telovadnico ter prizidek som za Kovinar, Hrpelje. Stanovanjske bloke so začeli graditi v Hrpeljah in v Podgradu.

V sektorju Ljubljana grade stanovanjske objekte A 4 v Fužinah in B 2 ea Vodmatu. Dokončali so objekt za vodenje mestnega prometa ob Celovški cesti ter pričeli z gradnjo hale Izolirka.

Za letošnje leto so sprejeli plan proizvodnje, ki je za 8 % večji od doseženega v lanskem letu.

Vir: Glasilo KRAŠKI ZIDAR, št. 44.

SGP GORICA, NOVA GORICA

V lanskem letu ugodni poslovni rezultati

Celotni prihodek znaša 2141 milijonov din in je za 29 % večji kot v letu 1979. Navzlic povečani neplačani realizaciji in nedokončani realizaciji, je celotni prihodek 6 % nad planiranim. Če upoštevamo fakturirano realizacijo, interno realizacijo in povečanje nedokončane realizacije glede na leto 1979, je obračunana realizacija v letu 1980 dosegla 2,360.790 tisoč din.

Po podatkih Splošnega združenja gradbeništva je indeks podražitev cen stanovanjske in industrijske gradnje ter obrtniških del glede na 1979. leto 36 % Porast obračunane realizacije v istem obdobju je 32 %. To pomeni, da fizični porast proizvodnje nazaduje ob 1 % povečanju zaposlenosti v letu 1979 za 4 %.

Porabljena sredstva znašajo 1508 milijonov din in so za 26 % večja kot v letu 1979 Dohodek znaša 633 milijonov din. Večji je za 34 %. Čisti dohodek v višini 458,5 milijona din pa je porastel za 34 %. Masa osebnih dohodkov je večja za 21 % ter enaka višini dogovorjenih družbenih meril o razporejanju dohodka. Glede na uro enostavnega dela je rast neto OD v primerjavi z letom 1979 16 % (od 23,59 din/h na 27,24 din/h). Povprečni mesečni čisti dohodek na delavca v letu 1980 je znašal 9460 din. Število zaposlenih na podlagi ur se je povečalo glede na leto 1979 za 1 %. Kvalifikacijski količnik je ostal nespremenjen in je 1,92.

Gradnja tovarne v Somboru — po planu

Izgradnja največjega somborskega gospodarskega objekta, tovarne hrane, poteka po predvidenem programu. To je velik kompleks z okrog 30.000 m² koristne površine, ki bo dokončan konec 1982. leta. Pri polni zmogljivosti bo mogoče predelati v hrano pol milijona pitanih prašičev in okrog 40.000 govedi. Predračunska vrednost izgradnje tovarne je bila nekaj čez milijardo dinarjev. Zaradi podražitve opreme idr. bodo dejanski stroški sedaj ustrezno višji.

Vir: VESTNIK, št. 2/81.

SGP GRADNJE POSTOJNA

Naše delo na Cerkniškem

Z otvoritvijo Blagovnega centra v Cerknici je bila opravljena velika naloga. Do III. faze je bil objekt zgrajen z zamudo. Težave so namreč nastopile že pri samem izkopu, ko so naleteli na kraške vrtače. Med gradnjo samo pa je prišlo še do številnih sprememb projekta. No, pozneje se je stanje popravilo in z velikimi napori je bilo delo končano v dogovorjenem roku.

Pred rokom so zgradili tudi otroški vrtec za 240 otrok. Ker je objekt vezan na bližnjo stanovanjsko sosesko z ogrevanjem, je zopet nastopil problem, ker izvajalci niso uspeli dokončati kotlarne, da bi objekt lahko ogrevali. Vsa gradbena in obrtniška dela so delavci Gradnje ob pospešenem delu opravili že pred 29. novembrom, tako da so nato še cele štiri mesece čakali na tehnični prevzem.

TOZD Gradbeništvo — Ilirska Bistrica

Konec septembra 1980 se je začela izgradnja novih prostorov DO Transport Ilirska Bistrica, ki bodo služili za servis tovornih vozil. Glavni izvajalec del je SGP Slovenija ceste—Tehnika iz Ljubljane. Vrednost del znaša ca. 40,000.000,00 din. Obsega montažno armirano betonsko konstrukcijo enoladijske hale tipa SGP SCT tlorisne površine 72,10 × 24,60 m, prizidek klasične izvedbe velikosti 18,55 × 28,60 m ter dvoetažni boks za obratne pisarne in garderobe. Pritličje prizidka je namenjeno družbeni prehrani, prostori v nadstropju pa poslovni dejavnosti .Dela ne potekajo po terminskem planu, predrsem zaradi vremenskih razmer ter delno zaradi pomanjkljiro sprojektiranih in neusklajenih načrtov.

V Neverkah končujejo upravno zgradbo z menzo, V Knežaku pa so pričeli graditi stanovanjski blok, v katerem bo tudi ambulanta.

Center usmerjenega izobraževanja v Postojni

To gradbišče je sklop objektov: učilnice, učilnice z zakloniščem, učne delavnice, telovadnice in veznega dela .Objekt učilnice bi morali končati že letos, medtem ko morajo biti učne delavnice končane že z začetkom novega šolskega leta. Objekt bo do konca marca pripravljen za montažo lepljenih nosilcev. Zamude, ki so nastale v zimskem času bo treba nadoknaditi s prizadevnejšim in bolj organiziranim delom.

Vir: Glasilo GRADNJE, maj 1981.

SGP KONSTRUKTOR, MARIBOR

Začeli so graditi industrijsko cono v Hočah

Za njegov nadaljnji, hitrejši in skladnejši razvoj vseh vej gradbene dejavnosti, s katero se ukvarja, si je SGP Konstruktor pridobilo lokacijo za izgradnjo v Hočah. Prva faza zajema izgradnjo delovnih prostorov za potrebe temeljnih organizacij Kovinar in Mizarstvo ter betonarno. Ob tem so predvideni še skupni pomožni objekti: transformatorska postaja, objekti za oskrbo s toplotno energijo, prostori za prehrano delavcev med delom, skladišče vnetljivih tekočin, skladišče plinov, dovoz na cesto, skupna parkirišča ter ostali komunalni objekti.

Poleg tega je v izdelavi zazidalni načrt, ki predvideva izgradnjo objektov druge faze industrijske cone v Hočah. V tej fazi bodo gradili prostore za delovne enote Mehanizacija, sodobno tovarno armirano-betonskih montažnih elementov, objekte za tesarski obrat in druge zgradbe, ki so kot spremljajoči objekti proizvodnih prostorov nepogrešljivi.

Doslej so si pridobili zemljišče za izgradnjo vseh objektov prve faze, začeli so graditi halo za TOZD Kovinar, betonarno in trafo postajo s kablovodi. Še vedno pa nimajo reešnega odvodnjavanja površinskih vod in oskrbe energetskega objekta s kurivom. Izdelava te dokumentacije kasni zaradi številnih nerešenih problemov, na katere sami ne morejo vplivati.

Betonarna bo zgrajena v stolpni izvedbi in tehnologiji švicarske firme AMMAN. Bo povsem avtomatizirana ter sposobna zmešati 120 m³ betona na uro. S tem bodo krite vse potrebe po transportnem betonu za njih in za druge odjemalce na mariborskem področju za prihodnjih 10 let. K betonarni sodi še izgradnja laboratorija, dispečerska postaja, usedalnik za mehansko čiščenje vod ter ureditev prometnih površin.

Dvorana za TOZD Kovinar bo imela 11.624 m² bruto površin. To bo proizvodna dvorana s 4 polji po 15 m, dolžine 153 m in z dvoetažnim prizidkom po vsej dolžini. V objektu bodo linije za proizvodnjo fasadnih elementov »Benetton«, za smetiščne naprave, dvižna in protipožarna vrata, za zaklanjanje jeklene konstrukcije, ključavničarskih izdelkov ter drugih izdelkov iz proizvodnega programa.

Prikazana izgradnja bo kolektivu omogočila preselitev vseh delovnih priprav v nove prostore, boljšo organizacijo dela, s tem pa tudi razširitev proizvodnih zmogljivosti.

Nov objekt v Bresternici

Bresternica bo kmalu bogatejša za še en družbeno pomemben trgovsko poslovni objekt. Zasnovan je v obliki črke U .V njem bo samopostrežna trgovina z delikatesnim oddelkom in mesnico ter skladišča. Iz atrija je dostopen kava bar. Del objekta je bil predviden za ekspozituro banke, vendar to še danes ni dokončno odločeno. V objektu je tudi lastna kotlovnica na lahko kurilno olje.

Konstrukcija objekta je zanimiva kombinacija armirano betonskih temeljev, železne konstrukcije pritličja, zapolnjene s fasadno opeko in izložbenimi stekli, lepljenimi nosilci za premostitev stropnih strešnih rastrov in klasične strešne konstrukcije z eternit kritino. Stropna konstrukcija je vstavljena med strešno-špirovce tako, da je med špirovci nameščena toplotna izolacija, tervol med dvema slojema PVC folije in s spodnje strani obite z ladijskim podom. Poševnine v prostoru so opleskane z brezbarvnim sandolinom, lepljene konstrukcije pa s temnim in kot konstrukcijski elementi lepo izstopajo.

Vir: Glasilo KONSTRUKTOR, št. 3/81.

SOZD ZGP GIPOSS, LJUBLJANA

Po zbranih podatkih iz zaključnih računov 62 TOZD enovite delovne organizacije GIPOSS inženiring in 7 DSSS združenih v SOZD ZGP GIPOSS so leto 1980 dokaj uspešno zaključile vse združene delovne organizacije. Izjemno visoka rast cen v zadnjem četrtletju 1980 je močno vplivala tudi na prikazane finančne rezultate. Upoštevati pa je treba zaostrene razmere na tržišču, ki povzročajo probleme pri preskrbi s surovinami, reprodukcijskim materialom in rezervnimi deli ter pospešen izvoz. Štiri TOZD so poslovanje v letu 1980 zaključile z izgubo. Podrobna analiza gospodarjenja v lanskem letu bo podlaga za odpravo pomanjkljivosti, obenem pa temelj za oblikovanje dokončnih planskih ukrepov za učinkovito poslovanje v letošnjem letu.

Želimo še več inovatorjev

Inovatorji SGP Ingrad, Celje so lani s svojimi idejami posegli na tale področja:

— izdelava priključka odsesovalne naprave pri pregibni krožni žagi,

— izdelava regulacijske šablone za prileganje veznega okovja na okenska krila,

— uporaba posebnega obešenega odra pri oblaganju fasad v gradnjah s tunelskimi opaži,

— izboljšava tehnologije izgradnje poslovno-stanovanjskega objekta v Domžalah,

— izboljšava montažnega sistema Ingrad — gradnja v več otažah,

Poslovni rezultati SOZD ZGP Giposs v letu 1980

	v tisoč din		
	1980	1979	Indeks
Celotni prihodek	19,255.456	15,024.226	129
Porabljena sredstva	14,243.443	10,850.092	131
Dohodek	5,112.013	4,174.162	122
Čisti dohodek	1,525.964	1,109.520	138
Del čist. doh. za osebne dohodke	19.033	18.950	100
Del čist. doh. za stanov. gradnjo	2,640.587	2,255.236	117
Sredstva za akumulacijo iz čist. doh.	198.798	164.241	121
Amortizacija po predp. stopnjah	384.232	318.783	121
Število zaposlenih	398.710	322.254	124

— izdelava jarma na nakladaču ULT,

— izboljšave pri izdelavi armiranobetonskih montažnih strešnih plošč,

— premestitev opažne mostne konstrukcije z rolkami,

— izboljšava dvižnih opažnih hidravličnih miz,

— vgraditev dodatne hitrejše prestave na mostnem žerjavu.

Skupni prihranek pri predlogih, ki so že realizirani, znaša 2,980.938,00 dinarjev. Premalo pa je pobud iz neposredne gradbene operative. Tu je še marsikaj nedorečenega, ideje sicer velikokrat so, vendar vedno ne zaživijo. Delavce, ki imajo predloge, kako izboljšati delovni proces ali dopolniti delovne priprave, je treba podpreti in jim nuditi pomoč, kar je tudi dolžnost organizatorjev proizvodnje.

Izločitev TOZD Gradbeništvo Drava iz delovne organizacije GP Stavbar

Na podlagi predhodne odločitve delavskega sveta temeljne organizacije Gradbeništvo Drava v Ptuju je bil opravljen referendum o izločitvi te TOZD iz sestava delovne organizacije GP Stavbar, Maribor. Ker se je kar 86 % delavcev odločilo za izločitev, je s tem nedvoumno izkazana njihova pripadajoča samoupravna odločitev za novo obliko, način in pot nadaljnjega dela.

Vir: GIPOSSOV VESTNIK št. 1/81

OZD GIP GRADIS, LJUBLJANA

Jelovica in Gradis-LIO skupaj v tujino

Lanskoletni potres v južni Italiji je porušil cela naselja. Zgraditi bo treba nova, tako da bodo prebivalci iz začasnih bivališč prihodnjo zimo že preživeli v svojih stanovanjih. Približno 100.000 m² teh površin bosta izdelala Jelovica in Gradis. Projekt in razporeditve so delo strokovnjakov iz Jelovice, konstrukcija objekta pa bo Gradisova. Izdelanih je trinajst vrst projektov stanovanjskih provizorijev. Objekti bodo grobo montirani, zaprti in zastekljeni, obrtniško in končno obdelavo pa bo prevzel investitor. Montaža naj bi se začela v prvi polovici maja.

Poleg del v južni Italiji bo enak postopek uveljavljen tudi pri izdelavi celotnega naselja na gradišču COL-202 v Iraku, kjer bo potrebno postaviti približno 36.000 m² stanovanjskih površin.

Vrednost izvoza za približno sto starih milijard predstavlja odgovorno nalogo za oba partnerja.

Vse manj gradbišč pod Mežaklju

Gradisov jeseniški TOZD pridobiva vse več del zunaj Jesenic. Na Jesenicah imajo trenutno manjša dela v železarni in blagovno skladišče za železnico. V Koroški Beli gradijo v stolpičih 72 stanovanj. V Črtenju pri Kranjski gori se končuje gradnjo počitniških stanovanj. V Kranju je največje gradbišče stanovanjska soseska Planina, ki jo grade skupaj z Gradbincem. Del soseske, ki ga gradi Gradis, bo imel 390 stanovanj. Grade tudi nov objekt za socialno medicino in higieno Kranj. Na Rudniku urana Žirovski vrh se dela precej intenzivno. Jeseničani pa grade tudi na gradbišču poslovnega centra Slovenijales v Ljubljani.

V tekočem srednjeročnem obdobju so na Gorenjskem predvidene naslednje zanimive investicije: predor pod Karavankami, nova jeklarna na Jesenicah, ki bo največja investicija v Sloveniji, gradnja tovarne jeklenega korda za Savo Kranj, gradnja hidrocnetral Mavčiče in Kobarid, avtocesta Naklo—Ljubljana, stanovanjska gradnja na Jesenicah in v Kranju, poslovni center na Jesenicah, gradnja turističnih stanovanj v Črtenju, gradnja hotelskih objektov itd.

Stanovanjska soseska S-31 v Mariboru

Na tem Gradisovem gradbišču je živahno in bodoči obrisi stanovanjskega bloka že dobivajo svojo podobo. V stavbi bo 108 stanovanj. Končana naj bi bila do konca leta, druga z enakim številom stanovanj pa konec prihodnjega leta. Želijo si, da bi Gradis doibl tudi še ostala dva bloka v bližini, saj so si dobro uredili gradbiščne prostore. Opažujejo z NOE opaži, pravijo pa, da bi morali razmišljati o sodobnejših opažih, če naj sledijo stanovanjski gradnji. Spremlja jih vrsta problemov. Tako so morali v najbolj neugodnih vremenskih razmerah sanirati teren in zamenjati več kot tisoč m³ zemlje. Načrti so nepopolni. Ko dobe spremembe, tudi te ne drže več. Pa materiala jim primanjkuje. Ker ni določenih debelejših profilov betonskega železa, morajo porabiti veliko več drobnejšega. Trenutno je največji problem pomanjkanje delavcev, predvsem tesarjev in železokrivcev. Navzlic vsem oviram gradisovci hitijo, da bodo do roka zgradili stanovanjski blok, ki ne bo imel več kot štiri nadstropja. Tako se bodo vse štiri zgradbe lepo vključile v novo okolje, obkroženo z nizkimi stanovanjskimi hišami.

Še druge novice iz mariborske gradbene enote

— V Sladkem vrhu so gradisovci ponovno pričeli z gradnjo v tem kraju. Sedaj gradijo stanovanjski blok z 49 stanovanji. Vrednost gradbenih in instalaterskih del znaša okrog petdeset milijonov din.

— Na gradbišču Gradbeni finalist v Mariboru so pričeli z izgradnjo nove industrijske hale, skladišča in drugih spremljajočih objektov skupne površine 26.000 m². Vrednost celotne gradnje je približno 76 milijonov dinarjev.

— Investitor Dravske elektrarne Maribor se je odločil za gradnjo novega sodobnejšega centra za območno vodenje. Vrednost prve faze znaša 45 milijonov dinarjev. Dela so že v teku.

Podpisan je sporazum o temeljih srednjeročnega razvoja gradbene cone v Kopru

Nedavno so predstavniki SGP Stavbenik, SGP Gorica; GIP Gradis, SGP Primorje in VGP Hidro podpisali sporazum o usklajenih temeljih srednjeročnega razvoja gradbene cone v Kopru in se dogovorili o skupni gradnji obratov gradbene dejavnosti (centralna betonarna, železokrivnica, obrat betonskih izdelkov, obrate za vzdrževanje in centralno skladišče). Govor je bil tudi o pristopu k skupnim vlaganjem v razvojno raziskovalno delo na področju uvedbe novih tehnologij v gradbeni?tvu koprske regije.

Kidričeva nagrada za diplomsko delo

Na Visoki ekonomski šoli v Mariboru je diplomiral Albert Praprotnik, direktor TOZD Celje, ki je prejel Kidričevo nagrado za diplomsko delo: Načrtovanje poslovanja proizvodne funkcije v GIP Gradis TOZD GE Celje.

V obrazložitvi je navedeno, da je v svojem diplomskem delu izdelal originalni model za planiranje gradbene dejavnosti na podlagi predpostavk elementov industrijske proizvodnje, kjer je izhodišče planiranja na količinskih osnovah, ki naj zamenja dosedanji neučinkovit način vrednostnih osnov.

Poleg tega je izdelal tudi predlog integrirane računalniške obdelave planiranja, kalkulacij in obračuna gradbene dejavnosti. Obrazložitev je zaključena z oceno, da ima delo teoretične in praktične vrednosti.

Vir: GRADISOV VESTNIK, št. 275—277

Bogdan Melihar

JUBILEJ

Inž. Vladimir Čadež — sedemdesetletnik

Letos praznuje svojo sedemdesetletnico Vladimir Čadež, dipl. inž. gradbeništva, naš vodilni strokovnjak s področja gradbene zakonodaje, izkušeni gradbeni inženir in organizator velikih gradbišč v SR Sloveniji, aktivni in plodni delavec v okviru Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije od ustanovitve do danes.

Številne družbeno koristne in strokovno kvalitetne akcije, ki jih je Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije izvedla v času svojega več kot 30-letnega delovanja, so bile izpeljane na pobudo in pod njegovim neposrednim vodstvom v času, ko je bil predsednik zveze. Tudi zunaj delovanja zveze na svojih službenih mestih je inž. Čadež vseskozi uspešno deloval, težeč za čim uspešnejšim razvojem gradbeništva v Sloveniji in v SFRJ. Čeprav je začel svoje strokovno udejstvovanje že pred vojno kot mlad obetajoč inženir na univerzi v Ljubljani kot asistent takrat enega izmed vodilnih strokovnjakov na področju statike konstrukcij in armiranega betona v Jugoslaviji prof. M. Kasala, se je pozneje usmeril v reševanje perečih problemov gradbene zakonodaje, to je na področje, kjer tako v Sloveniji kot v Jugoslaviji deluje zelo malo strokovnjakov gradbenikov, čeprav je to področje izrednega pomena za uspešen razvoj gradbene stroke kot celote. Gradbeni strokovnjaki pogosto zanemarjajo to področje, ker ni izrazito gradbeno tehnično, vendar ima to dejstvo lahko daljnosežne posledice za celotno področje gradbeništva, tudi za najožja specializirana področja stroke. Za uspešno reševanje problemov gradbene zakonodaje je treba znatno več znanja in izkušenj, kot jih imajo ozko usmerjeni specialisti. Poleg solidnih teoretičnih osnov je treba imeti tudi veliko praktičnih izkušenj in tudi široko družbeno in gospodarsko razgledanost. Vse te kvalitete je inž. Čadež pokazal med svojim dolgoletnim delom v prid razvoja našega gradbeništva in družbe na svojih delovnih mestih in v okviru delovanja v Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Po diplomi 1936. leta do okupacije leta 1941 je opravljal razna dela kot projektant in izvajalec, predvsem na področju armiranega betona.

V času okupacije — od ustanovitve OF leta 1941 je aktivno sodeloval kot njen član, najprej v organizaciji OF na bivšem hidrotehničnem oddelku banske uprave v Ljubljani in nato na gradbeni faskulteti v Ljubljani.

Po osvoboditvi se je za krajši čas zaposlil v osvobojenem Trstu, nato pa se je vključil v obnovitvena dela po vojni prizadetih podjetij na Štajerskem — v železoindustrijski družbi Zreče in železarni Muta kot delegat ministrstva za industrijo Slovenije.

Leta 1959 je bil imenovan za pomočnika republiškega sekretarja za industrijo, zadolženega za gradbeništvo in industrijo gradbenega materiala. V tem času je organiziral sektor gradbeništva. Leta 1962 je dal pobudo za izdelavo sodobnih predpisov za gradnjo v seizmičnih območjih, ki so bili v SR Sloveniji sprejeti že pred potresom v Skopju. Leta 1964 so bili ti predpisi z manjšimi dopolnitvami uveljavljeni za celotno področje SFRJ. Kot pomočnik rep. sekretarja za industrijo je bil dalj časa predsednik upravnega odbora Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij. Na tem delovnem mestu je bil do leta 1969, ko se je vključil v gradnjo avtocest pri podjetjih Gradis, Slovenija ceste in Primorje Ajdovščina. Ta podjetja so za ta namen ustanovila posebno obliko organizacije GAST pri Slovenija cestah zaradi koordinacije del pri gradnji posameznih odsekov avtocest. Kot direktor te organizacije je deloval 10 let od pričetka gradnje prvega odseka Vrhnika—Postojna do dovršitve del na odseku Dolgi most—Vrhnika. S prenehanjem delovnega razmerja v januarju 1980 je po 43 letih aktivne zaposlitve šel v pokoj.

Kot predstavnik Izvršnega sveta skupščine SR Slovenije je bil od avgusta do konca leta 1963 odgovoren za pravočasno in kvalitetno izgradnjo Vlas, sanacijo objektov v občini Idadije in za sanacijo objektov v Skopju po potresu istega leta.

Od ustanovitve strokovne zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, zlasti od leta 1953 dalje, je aktivno sodeloval, nazadnje kot predsednik in nato kot podpredsednik zveze.

Pred 17 leti je dal pobudo, da se po prekinitvi v letih 1961—1962 oživi Gradbeni vestnik in omogoči redno izhajanje edine slovenske gradbeniške revije po novih programskih osnovah. Od leta 1963 Gradbeni vestnik redno izhaja. V tem času je napisal 36 člankov in pritegnil k sodelovanju vrsto piscev.

Od leta 1970 dalje je aktivni član uredniškega sveta strokovne revije Naše građevinarstvo, v kateri tudi objavlja gradbeno zakonodajo.

Za delo v republiških in zveznih strokovnih društvih je prejel naslednja priznanja: zaslužni član Saveza građevinskih inženjera i tehničara Jugoslavije; častni član Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije; častni član Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije in častni član Saveza građevinskih inženjera i tehničara Jugoslavije.

Odlikovan je bil z redom dela, redom bratstva in enotnosti in redom republike s srebrnim vencem.

Inž. Čadež je še vedno zelo delaven in aktiven, zlasti v uredniškem odboru Gradbenega vestnika, kjer je njegov prispevek k rednemu izhajanju revije in pridobivanje strokovnih člankov izredno pomemben. Tudi sicer je inž. Čadež prisoten pri obravnavi številnih problemov našega gradbeništva, vedno z javnimi in konkretnimi stališči.

Ob njegovem jubileju želimo inž. Vladimirju Čadežu še veliko let zdravja in plodnega dela v korist gradbeništva in našega družbenega razvoja.

Prof. Sergej Bubnov

INFORMACIJE 228

ZAVODA ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ V LJUBLJANI

Leto XXII-5 **Maj 1981**

Nekaj praktičnih primerov rušenj visokih gradbenih objektov z miniranjem*

Uvod

Pogosto se srečujemo s potrebo po porušitvi visokih gradbenih objektov, ki so bodisi odslužili svojim namenom ali pa so toliko poškodovani, da predstavljajo nevarnost za okolico. Slednja se pokaže še zlasti kot posledica velikih naravnih katastrof ali pa tudi kot posledica vojne.

Ena od najučinkovitejših, najhitrejših in relativno najcenejših metod rušenja takšnih objektov je rušenje z uporabo razstreliva.

Rušenje visokih objektov je možno izvajati z ozirom na smer porušitve na tri načine:

a) objekt pade v določeno smer,
b) objekt pade v skrajšani določeni smeri,
c) objekt se poruši »vase«.

Način samega rušenja je odvisen predvsem od okolice ter kvalitete materiala, iz katerega je grajen. V splošnem velja pravilo, da se takšen objekt poruši pod a) in b) po metodi »podiranja dreves«. V smeri, v katero se naj poruši, se izminira izbojni klin. Ta klin sega pri okroglih objektih (tovarniški dimniki, stolpi) do 1/2 oboda, če so grajeni iz opeke oziroma 2/3 oboda, če so grajeni iz betona oziroma armiranega betona.

Če želimo porušiti objekt v skrajšani določeni smeri, uporabljamo ustrezno število nabojev z zakasnitvijo na polovici višine objekta.

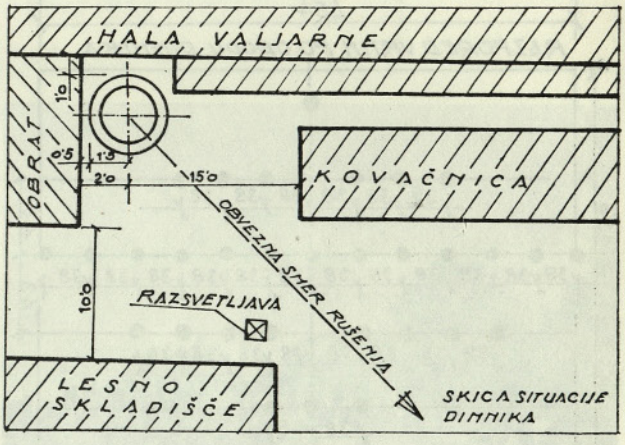
V primeru, če želimo porušiti objekt tako, da pade »vase«, razporedimo mine koncentrično po celotnem obodu.

Natančnejša splošna napotila je mogoče najti v raznih minerskih priročnikih in učbenikih, vendar je pri vsakem takšnem delu treba upoštevati specifične razmere in pogoje za vsak konkreten primer posebej.

Rušenje tovarniškega dimnika

V železarni Jesenice je bilo potrebno porušiti dotrajan tovarniški dimnik višine 38 m in premera pri dnu 2,9 m. Grajen je bil iz opeke .Debelina sten je znašala 0,57 m. Dimnik je stal tik ob hali stare valjarne.

Situacija je vidna iz spodnje skice (slika 1).



Slika 1

Rušenje dimnika je prevzel ZRMK TOZD Geotehnika Ljubljana. Odločili smo se za miniranje. Podreti ga je bilo treba v natančno določeno smer, ki je bila edina prosta in možna.

Nekaj podatkov iz projekta rušenja

Višina izbojnega klina:

$h_A = n_R \times a_R = 3 \times 0{,}433 = 1{,}299 \approx 1{,}3$ m

n_r = število vrst vrtin = 3

a_R = razdalja med posameznimi vrtinami = $0{,}866 \times \times a_B = 0{,}866 \times 0{,}5 = 0{,}433$ m

a_B = razdalja med vrtinami = 0,5 m

l_B = globina vrtine = $2/3 \times 575 = 390$ mm

Celotno področje izbojnega klina naj obsega 1/2 oboda dimnika.

Premer minskih vrtin $\phi_B = 32$ mm

premer razstreliva $\phi_S = 28$ mm

izbojnica W = 0,57 m

Število teoretično potrebnih vrtin $= n = \frac{r \times \pi}{a_B} + 1 =$

$= \frac{1445 \times \pi}{500} + 1 = 10{,}08$

Privzeto: n = 13 vrtin

pomožni vrsti: 2×6 vrtin

skupno število vrtin: $N = 13 + (2 \times 6) + 2 = 31$ vrtin

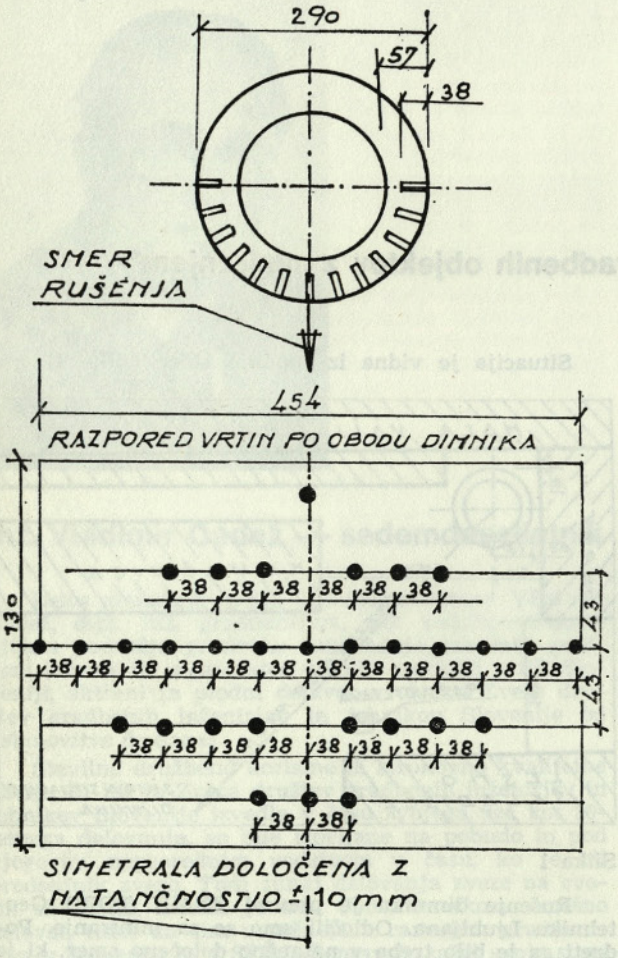
---

* Na zahtevo Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, objavljamo ponovno ta prispevek z dodatnimi fotografijami.

Uredništvo

Količina razstreliva v eni vrtini:
$L = a_B \times l_B = 0{,}5 \times 0{,}39 = 0{,}195 \approx 0{,}2$ kg
Skupna količina razstreliva: $L_{SK} = 5{,}7$ kg
Vrsta razstreliva: AMONAL »V« 28/100
Injiciranje razstreliva: električni trenutni in milisekundni detonatorji.
Zaščita proti razmetu: gumijasti trakovi.

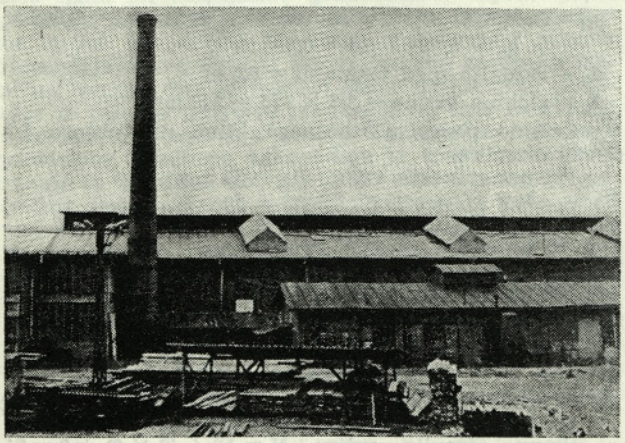
Skica razporeda vrtin (Sl. 2):



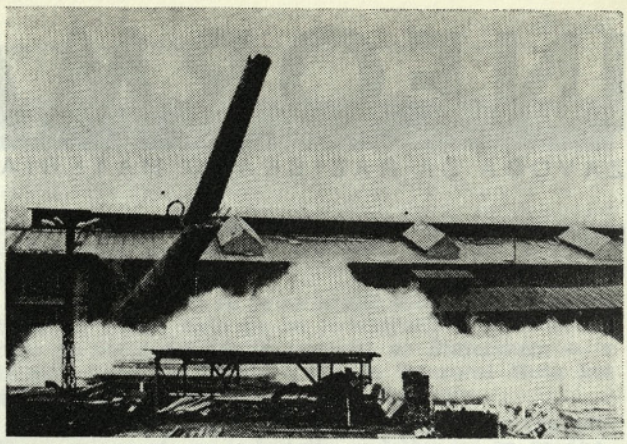
Slika 2.

Uspeh rušenja je bil odličen, saj ni bila povzročena nikakršna škoda na sosednjih objektih. Dimnik je padel natančno v odrejeno smer.

Slike 3., 4. in 5. **prikazujejo rušenje dimnika**



Slika 3



Slika 4

Slika 5

Rušenje razglednega stolpa v Zavrhu pri Lenartu v Slovenskih goricah

Neurje, ki je divjalo v letu 1978 po severovzhodni Sloveniji, je med drugim poškodovalo tudi leseni razgledni stolp na Zavrhu pri Lenartu v Slovenskih goricah. Visok je bil 22 metrov. Vihar ga je nagnil toliko, da je predstavljal stalno nevarnost za gosto naseljeno okolico. Po temeljitem premisleku je bilo odločeno, da se razgledni stolp poruši.

Prevzeli smo rušenje tega stolpa in sicer z miniranjem. Rušenje samo pa je predstavljalo tudi določeno nevarnost, saj je bil razgledni stolp toliko nagnjen proti stanovanjski hiši in tako blizu, da bi jo zaneslji-vo poškodoval v primeru, če bi se prevrnil proti njej.

Stolp smo rušili tako, da je padel v strogo določeno smer, ki je bila edina prosta, toda v obratni smeri od njegove nagnjenosti.

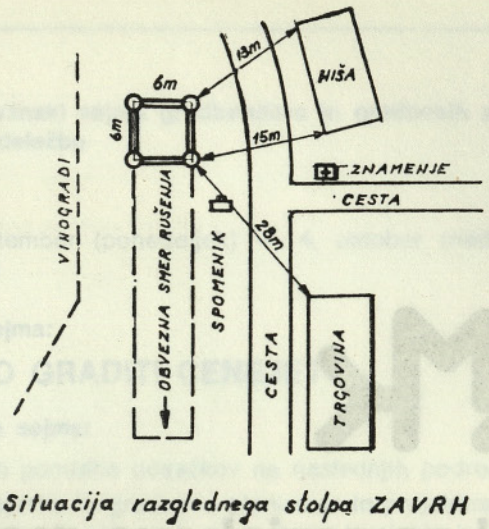
Razstrelivo smo nameščali v vrtine, ki smo jih predhodno zavrtali v vseh vozliščih spodnjega dela stolpa. Razen tega smo rušili stolp po principu »podiranja dreves«, to je tako, da smo v tisti smeri, v katero bi naj padel, izminirali klin višine ca. 8 m.

V celotni konstrukciji je bilo po projektu treba namestiti 60 min, ki so bile medsebojno povezane z električnimi vodniki in opremljene z miliinpolsekundnimi detonatorji.

Uspeh tega rušenja je bil izreden in ni bila povzročena tudi najmanjša škoda.

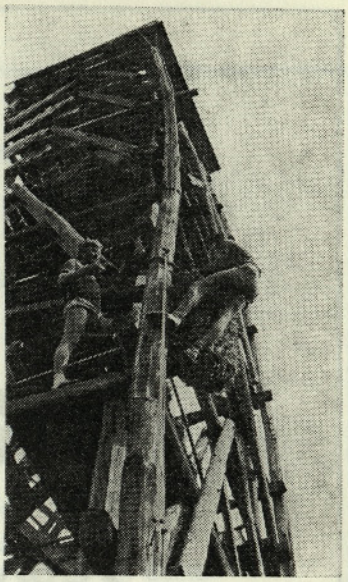
Slike v času del prikazujejo potek tega rušenja, ki je bilo opravljeno v pičlih 12 urah.

Slika 6.



Situacija razglednega stolpa ZAVRH

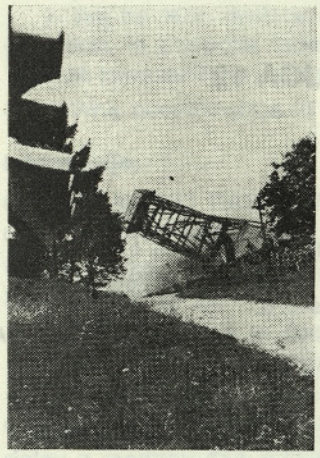
Slika 7.



Slika 8

Sliki 9. in 10. **prikazujeta fazi rušenja**

Slika 9



Slika 10

Slika 12

Sliki 11. in 12. **prikazujeta porušeni stolp**

Navedena primera nam nazorno prikazujeta, kako je možno hitro in uspešno opraviti tovrstne naloge.

Danilo Belšak, dipl. inž. rud.

Slika 11

ZRMK

Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana n. sol. o.

LJUBLJANA · DIMIČEVA ULICA 12

TELEFON 344 061

TOZD — INŠTITUT ZA MATERIALE LJUBLJANA, n. sub. o.
TOZD — INŠTITUT ZA KONSTRUKCIJE LJUBLJANA, n. sub. o.
TOZD — GEOTEHNIKA LJUBLJANA, n. sub. o.
TOZD — INŠTITUT ZA GRADBENO FIZIKO IN SANACIJE LJUBLJANA, n. sub. o.
TOZD — INŠTITUT ZA CESTE LJUBLJANA, n. sub. o.
TOZD — STROJNIŠTVO LJUBLJANA, n. sub. o.
DS — SKUPNE SLUŽBE

PODROČJA DEJAVNOSTI ZAVODA:

— raziskave, preiskave in tehnološka obdelava vseh vrst materialov,
— teoretične raziskave in reševanje problemov iz prakse pri masivnih, kovinskih, lesenih in drugih objektih, konstrukcijah in konstrukcijskih delih,
— patologija konstrukcij, raziskave vzrokov poškodb in sanacija,
— gradbena fizika in zaščita zgradb,
— geotehnika in geomehanika, inženirska geologija,
— cestogradnja,
— razvijanje strojnih konstrukcij za gradbeništvo.

Jugoslovanski sejem gradbeništva in gradbenih materialov z mednarodno udeležbo

Termin:

28. september (ponedeljek) — 4. oktober (nedelja) 1981 v Gornji Radgoni

Moto sejma:

»KAKO GRADITI CENEJE?«

Program sejma:

Prikaz in ponudba dosežkov na naslednjih področjih:

— prostorsko in gradbeno planiranje in projektiranje
— ponudba in sklepanje pogodb za izvajanje investicijskih del doma in v tujini
— gradbeni materiali
— tehnološki poteki
— stroji, oprema in orodje za vse faze in vrste gradbenih dejavnosti, vključno z zaključnimi, montažerskimi in obrtniškimi deli (v ospredju naj bo tkzv. drobna mehanizacija)
— prikaz in ponudba izdelkov in storitev vseh ostalih z gradbeništvom povezanih dejavnosti

Strokovna posvetovanja in predavanja

Informacije:

GOSPODARSKO RAZSTAVIŠČE, LJUBLJANA PE POMURSKI SEJEM
69250 Gornja Radgona, tel.: (069) 74 000

Gospodarsko razstavišče, 61000 Ljubljana, Titova 50, tel.: (061) 311 022, teleks: 31127 gr yu

V okviru jugoslovanskega sejma gradbeništva in gradbenih materialov z mednarodno udeležbo, ki bo v **Gornji Radgoni od 28. 9. do** 4. 10. 1981, prireja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije in Gospodarsko razstavišče v sodelovanju z Gradbenim centrom Slovenije, Splošnim združenjem gradbeništva in industrije gradbenega materiala Slovenije ter Zavodom za raziskavo materiala in konstrukcij:

POSVETOVANJE O SISTEMIH GRADNJE STANOVANJSKIH OBJEKTOV

Posvetovanje bo v Gornji Radgoni 29. in 30. septembra 1981

Posvetovanje ima namen, da informira strokovno javnost o dosežkih, izkušnjah in problematiki pri uporabi in razvoju posameznih gradbenih sistemov, ki se v sedanjem času uporabljajo za gradnjo stanovanjskih objektov v Jugoslaviji. Zaključki posvetovanja naj bi dali dolgoročnejšo orientacijo in pobude načrtovalcem in izvajalcem stanovanjske graditve pri programiranju nadaljnjega tehnološkega razvoja.

Vse informacije:

ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, Erjavčeva 15, Ljubljana
telefon: 061 23 158

slovenija ceste tehnika
n. sol. o., ljubljana, titova 38

PROIZVODNI PROGRAM SCT:

- VSE VRSTE NIZKIH IN VISOKIH GRADENJ V TUZEMSTVU IN INOZEMSTVU
- AVTOCESTE, MOSTOVI, PREDORI IN LETALIŠČA
- INDUSTRIJSKI, POSLOVNI, STANOVANJSKI, TURISTIČNI OBJEKTI IN KOMPLEKSI Z INFRASTRUKTURO
- STROJI IN KOMPLETNA OPREMA ZA KAMNOLOME, GRAMOZNICE IN ODPRAŠEVANJE ASFALTNIH BAZ
- PROIZVODNJA GRADBENIH POLIZDELKOV, ASFALTA, BETONA, APNA ITD.
- PROJEKTI IN INŽENIRING ZA VSO NAVEDENO DEJAVNOST

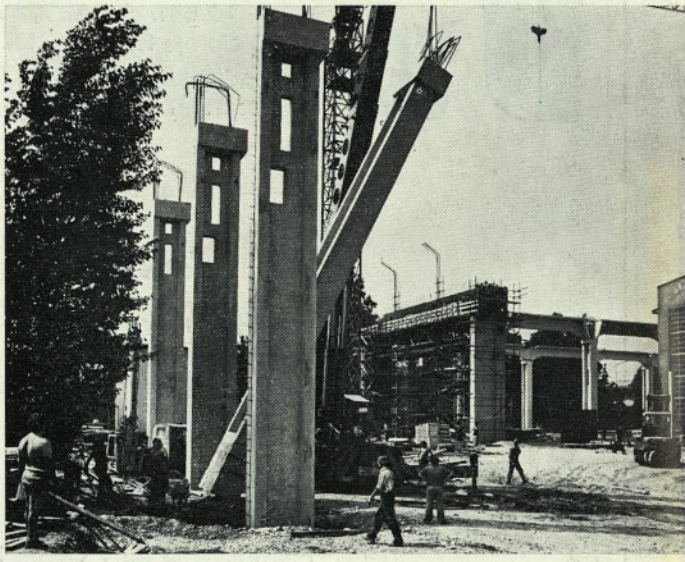
INFORMACIJE:

SCT — TOZD INŽENIRING
61001 Ljubljana
Cesta VII. korpusa 1
telefon: (061) 349 361
telex: yu sct 31493

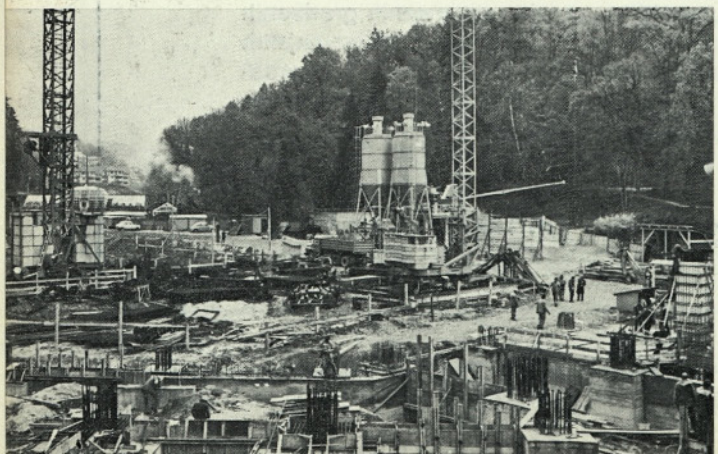
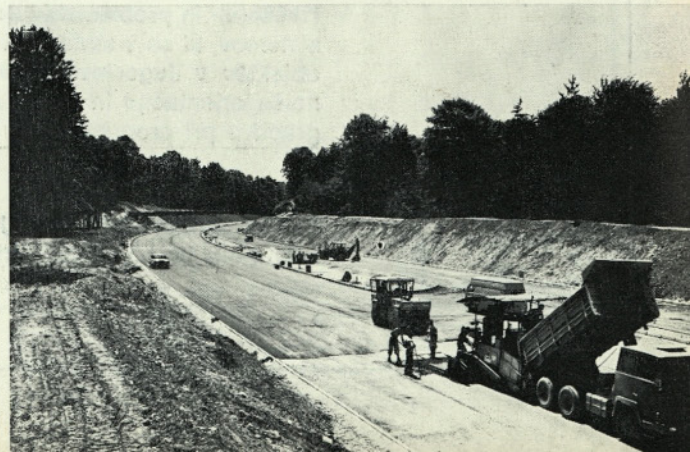
Foto: STRNAD PETER

Gradnja severne vpadnice Ljubljane

Razširitev jeklolivarne v Litostroju



Gradnja hotela SAVA v Rogaški Slatini



Gradnja II. etape hitre ceste v Mariboru