

GRADBENI VESTNIK

LJUBLJANA, JANUAR 1975
LETNIK 24, ŠT 1, STR. 1–24

1



Objekt: Gradbišče S 21 v Mariboru
Izvajalec: SGP KONSTRUKTOR Maribor

SGP »SLOVENIJA CESTE«
 SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE
 LJUBLJANA, TITOVA CESTA 38

Program dejavnosti podjetja:

Podjetje gradi vse vrste objektov s področja nizkih in visokih gradenj v tuzemstvu in inozemstvu

Specializacija podjetja je v gradnji in modernizaciji cest s težkim asfaltom ali betonskim voziščem

Podjetje gradi mostove, predore in letališča

Opravlja gradbena dela za industrijo in družbeni standard

Izvaja vsa v asfaltno stroko spadajoča dela, kot so ureditve parkirnih površin in komunikacije v naseljih, liti asfalt za tlake in kritine v industriji itd.

Posebne ekipe izvajajo izolacije in tlake, ki so visoko kemično in mehansko odporni za objekte v industriji in arhitekturi v vseh niansah — po postopku YUPOX^R

V mehaničnih obratih opravlja remont gradbenih strojev. Izdeluje opremo za separacije kamnolomov in gradbeništvo

Iz obratov gradbenega materiala dobavlja opečne izdelke in apnenčeve agregate

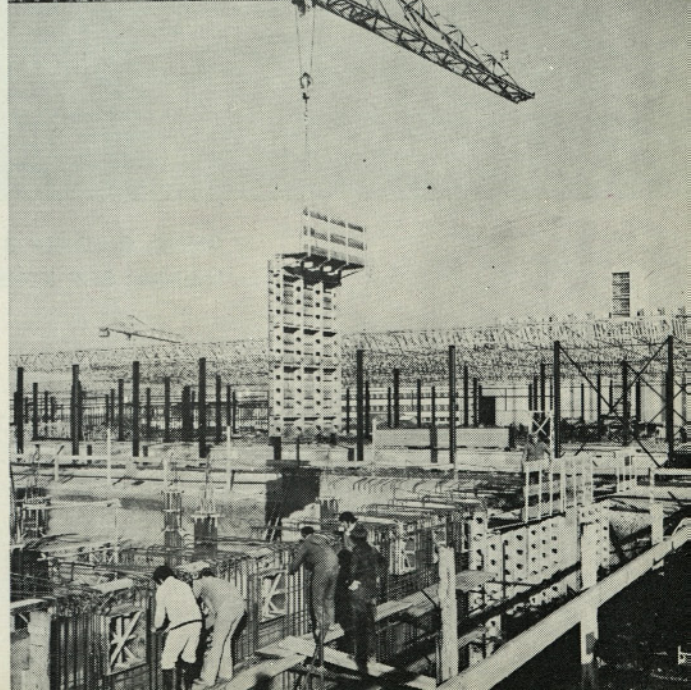
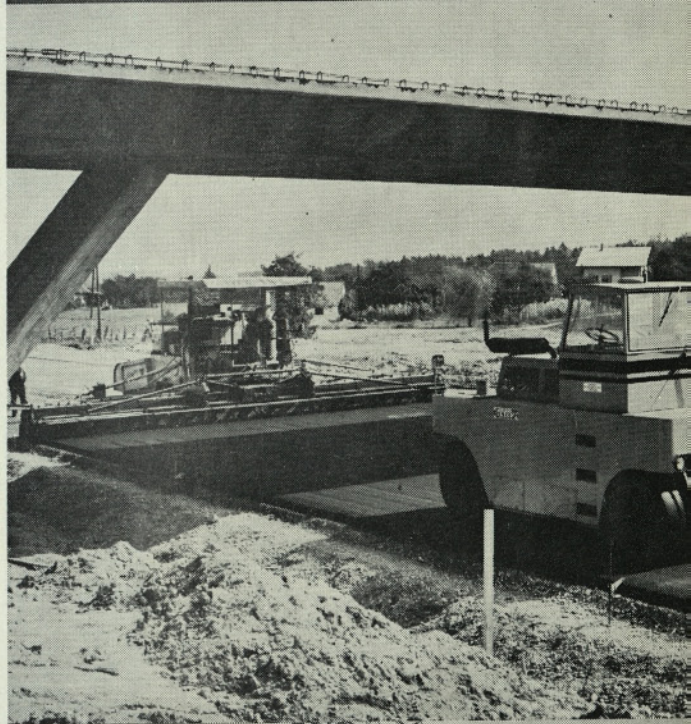
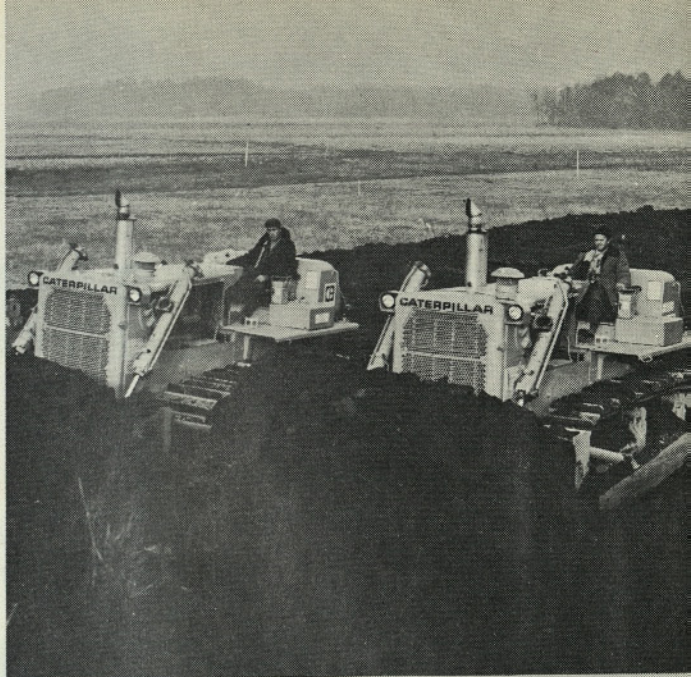
Projektivni biro podjetja izdeluje po naročilu projekte za objekte nizkih in visokih gradenj

TELEFON: Centrala 314 466 — Poštni predal 469
 TELEGRAM: SLOVCESTE LJUBLJANA

Gradimo letališče Maribor, težka mehanizacija na izkopu za vzletno stezo.

Gradnja avtoceste Hoče—Dramlje in Hudinje—Arja vas (41,5 km). Asfaltiranje vozišča s finišeerjem ABG Titan 410 S — delovna širina do 12 m.

Gradnja skladiščnih hal v »JAVNIH SKLADIŠČIH« Ljubljana.



VSEBINA-CONTENTS

Clanki, študije, razprave Articles, studies, proceedings	PETER FAJFAR:
	Račun konstrukcij pri seizmični obtežbi 2
	Seismic analysis of structures
Iz naših kolektivov From our enterprises	BOGDAN MELIHAR:
	Novice iz kolektivov:
	SGP Stavbenik, Koper 13
	Cementarna Trbovlje 13
	Cementarna Anhovo 13
	GIP Gradis Ljubljana 13
	SGP Pionir Novo mesto 14
	Ingrad Celje 15
	SGP Projekt Kranj 15
	GP Stavbar Maribor 15
	GP Tehnika Ljubljana 16
	SGP Slovenija ceste 16
	GP Obnova Ljubljana 16
	IMP Ljubljana 17
Prikazi in ocene New books	M. MARINČEK:
	Aluminium Taschenbuch 14. izd. 17
Standardi, predpisi, zakonodaja Prescriptions	B. F.:
	JUS standardi za gradbeništvo 18
Iz strokovnih revij in časopisov From technical reviews	ING. A. S.:
	Anotacije iz jugoslovanskih revij 19
	Razpis seminarja 20
Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana Reports of Institute for material and structures research in Ljubljana	STANKO KOVAČEVIČ:
	Uvedba torkret postopka za adaptacijo opekarskih peči (Se nadaljuje) 21

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.
Tehnični urednik: prof. Bogo Fatur

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Vladimir Cadež, dipl. inž., Marjan Gaspari, dipl. inž., dr. Miloš Marinček,
Maks Megušar, dipl. inž., Anton Podgoršek, Saša Skulj, dipl. inž., Viktor Turnšek, dipl. inž.

Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun pri
Narodni banki 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina sku-
paj s članarino znaša 50 din, za študente 20 din, za podjetja, zavode in ustanove 300 din

Račun konstrukcij pri seizmični obtežbi

UDK. 624.074.7:624.042

DR. PETER FAJFAR

1. UVOD

Dinamika gradbenih konstrukcij je zelo pomembno poglavje teorije konstrukcij, ki je bilo pri nas še v bližnji preteklosti povsem zanemarjeno. Šele katastrofalni potresi zadnjih let v svetu in pri nas so pripomogli k temu, da se je posvetilo več pozornosti vsaj najvažnejšemu področju aplikacije dinamične analize — računu konstrukcij pri seizmični obtežbi. Izdelani so bili predpisi o gradnji objektov na seizmičnih področjih, po mnenju mnogih priznanih strokovnjakov eni najboljših na svetu v tistem času. Ti predpisi so nedvomno pomenili velik napredek za varnost konstrukcij, obenem pa so podobno kot vse zbirke končnih obrazcev predstavljali večini projektantov potuho, saj ob uporabi predpisov ni potrebno skoraj ničesar vedeti o dejanskem obnašanju konstrukcij pri dinamični obtežbi.

Namen tega članka je zelo na kratko prikazati majhen del dinamike konstrukcij ter na ta način vsaj deloma osvetliti ozadje veljavnih predpisov. Obdelana je metoda reševanja sistema enačb, ki opisuje obnašanje konstrukcije pri splošni dinamični obtežbi ter aplikacija te metode pri seizmični obtežbi, pokazana je zveza med splošno teorijo in enačbami po predpisih, nazadnje pa je omenjenih nekaj problemov v zvezi z računom konstrukcij na seizmičnih področjih.

2. REŠEVANJE SISTEMA LINEARNIH DIFERENCIALNIH ENAČB

Pri dinamični analizi je potrebno rešiti sistem linearnih diferencialnih enačb oblike

$$[M]\{\ddot{U}\} + [C]\{\dot{U}\} + [K]\{U\} = \{P\} \quad \dots 1$$

Pri tem lahko $[K]$ tolmačimo bodisi kot togostno matriko po teoriji prvega reda, bodisi kot vsoto $[K] + [G]$, torej kot togostno matriko po teoriji drugega reda (glej [5]), kajti v obeh primerih je postopek popolnoma isti.

Za numerično rešitev sistema enačb se v glavnem uporabljajo tri metode in sicer direktna numerična rešitev sistema enačb, transformacija desnih strani s pomočjo Fourierjeve ali Laplacove transformacije in nato direktna rešitev sistema enačb

ter transformacija celotnega sistema enačb v glavne koordinate (modalna analiza). Pri tej zadnji metodi postanejo posamezne enačbe med seboj neodvisne, če je le matrika dušenja proporcionalna bodisi togostni matriki, bodisi masni matriki, bodisi linearni kombinaciji obeh. Zaradi zelo pomanjkljivih podatkov o dejanskih vrednostih koeficientov dušenja ta predpostavka ne predstavlja bistvene omejitve in jo bomo upoštevali v nadaljnjih izvajanjih. Neodvisne enačbe je možno reševati vsako zase in pri tem zanemariti tiste enačbe, ki ustrezajo višjim nihajnim oblikam, ker nimajo zaznavnega vpliva na obnašanje konstrukcije. Na ta način se bistveno zmanjša računsko delo, zato je metoda transformacije v glavne koordinate gotovo najprimernejša za elastično analizo konstrukcij. Pri popolnoma splošni matriki dušenja ali pri upoštevanju plastičnih deformacij ni mogoče več dobiti popolnoma neodvisnih enačb, pri plastifikaciji pa tudi ni več možno uporabiti principa superpozicije. Kljub temu je tudi v teh primerih izbira omenjene metode v kombinaciji z direktnim numeričnim reševanjem diferencialnih enačb verjetno najugodnejša rešitev. V takih primerih je potrebno najprej izvesti transformacijo v glavne koordinate elastične nedušene konstrukcije, zanemariti del enačb, ki ustrezajo višjim nihajnim oblikam in nato uporabiti direktne numerične integracijske metode.

2.1. Metoda transformacije v glavne koordinate

Osnovna ideja metode transformacije v glavne koordinate (modalne analize) je v prevedbi sistema odvisnih diferencialnih enačb (1) v sistem neodvisnih diferencialnih enačb. To je možno doseči s transformacijo v nov koordinatni sistem, kjer postanejo vse matrike diagonalne. Izkaže se, da je tako transformacijo možno izvesti s pomočjo lastnih vektorjev, ki jih dobimo pri rešitvi homogenega sistema diferencialnih enačb za nedušeno nihanje

$$[M]\{\ddot{Y}\} + [K]\{Y\} = \{0\} \quad \dots 2$$

Rešitev iščemo v obliki

$$\{Y_j\} = \{v_j\} \sin \omega_j t \quad j = 1 \dots n \quad \dots 3$$

Vektor $\{v_j\}$, ki je neodvisen od časa t in določa medsebojna razmerja med posameznimi pre-

miki, imenujemo nihajna oblika, ω_j pa je krožna frekvenca za j -to nihajno obliko. Absolutna vrednost amplitude je poljubna. Število diferencialnih enačb, ki je enako številu prostorskih stopenj konstrukcije je označeno z n .

Če nastavek (3) dvakrat odvajamo in vstavimo v enačbo (2), dobimo sistem homogenih linearnih algebraičnih enačb

$$(\omega_j^2 [M] - [K]) \{v_j\} = \{0\} \quad \dots 4$$

ki ima netrivialno rešitev le, če je determinanta enaka nič

$$|\omega_j^2 [M] - [K]| = 0 \quad \dots 5$$

Na ta način smo problem prevedli na posplošen problem lastnih vrednosti. Z eno od metod reševanja, ki so obširno obdelane v literaturi, določimo n lastnih vektorjev $\{v_j\}$, ki predstavljajo lastne nihajne oblike in n lastnih vrednosti ω_j^2 . Lastne vektorje lahko združimo v matriko $[V]$, kjer vsak stolpec predstavlja en lastni vektor.

Zdaj se vrnimo k zastavljeni nalogi, to je k transformaciji enačbe (1) v nov koordinatni sistem. Zvezo med premiki $\{U\}$ v osnovnem koordinatnem sistemu in premiki $\{A\}$ v novem koordinatnem sistemu napišemo v obliki

$$\{U\} = [V] \{A\} \quad \dots 6$$

Enačbo (6) je možno napisati tudi v obliki

$$\{U\} = \sum_{j=1}^n \{v_j\} a_j \quad \dots 7$$

kjer so $\{v_j\}$ stolpci matrike $[V]$ in a_j koeficienti vektorja $\{A\}$. Iz enačbe (7) je razviden fizikalni pomen transformacije: dejanske premike $\{U\}$ izrazimo kot linearno kombinacijo posameznih nihajnih oblik $\{v_j\}$. Amplitude, ki so odvisne od časa, so označene z a_j .

Na tem mestu je možno uvesti aproksimacijo

$$\{U\} = \sum_{j=1}^m \{v_j\} a_j \quad m \ll n \quad \dots 7a$$

Na ta način upoštevamo le vpliv najpomembnejših nihajnih oblik, to je osnovne in nekaj višjih, vpliv ostalih pa zanemarimo in tako bistveno zmanjšamo računsko delo. Izbira m je odvisna predvsem od vrste obtežbe in deloma tudi od vrste konstrukcije. Večkrat je dosežena zadostna natančnost že, če upoštevamo samo osnovno nihajno obliko, to je $m = 1$. Pri aproksimaciji (7 a) matrika $[V]$ ni več kvadratna, pač pa ima m stolpcev in n vrstic.

Vektor premikov $\{A\}$ in njegove odvode po času zdaj vstavimo v enačbo (1) ter vse sumande množimo z leve s transponirano matriko $[V]^T$. Dobimo

$$[V]^T [M] [V] \{\ddot{A}\} + [V]^T [C] [V] \{\dot{A}\} + [V]^T [K] [V] \{A\} = [V]^T \{P\} \quad \dots 8$$

Če matrike in vektor obtežbe v novem koordinatnem sistemu označimo z

$$[M] = [V]^T [M] [V] \quad \dots 9$$

$$[C] = [V]^T [C] [V] \quad \dots 10$$

$$[K] = [V]^T [K] [V] \quad \dots 11$$

$$\{P\} = [V]^T \{P\} \quad \dots 12$$

je možno napisati sistem enačb (8) v obliki

$$[M] \{\ddot{A}\} + [C] \{\dot{A}\} + [K] \{A\} = \{P\} \quad \dots 13$$

Lastni vektorji posplošenega problema lastnih vrednosti (4) so ortogonalni, zato sta matriki $[M]$ in $[K]$ diagonalni. Ob predpostavki, ki smo jo uvedli za matriko dušenja $[C]$ (matrika je proporcionalna bodisi masni matriki, bodisi togostni matriki, bodisi linearni kombinaciji obeh), je tudi matrika $[C]$ diagonalna, s tem pa je sistem (13) sistem neodvisnih enačb, ki jih je možno reševati vsako za sebe. Neodvisne enačbe imajo obliko

$$m_j \ddot{a}_j + c_j \dot{a}_j + k_j a_j = p_j \quad \dots 14$$

Vsaka taka enačba ustreza eni nihajni obliki, njihovo število pa je enako številu stolpcev v matriki $[V]$. Z m_j, c_j, k_j, p_j in a_j so označeni koeficienti matrik in vektorjev v enačbi (13).

Medtem ko dobimo vrednosti m_j, k_j in p_j po transformacijah (9), (11) in (12), določimo koeficiente dušenja c_j največkrat kar neposredno z izrazom

$$c_j = 2 \nu_j \omega_j m_j \quad \dots 15$$

kjer je ω_j frekvenca lastnega nihanja, ν_j pa razmerje dejanskega in kritičnega dušenja za ustrezno nihajno obliko. Konstrukcija s kritičnim dušenjem je ravno na meji, ko gibanje ni več oscilatorno in ko dejansko ne moremo več govoriti o nihanju. Ta način določanja koeficientov dušenja je daleč najbolj razširjen, ker je zelo enostaven in ker obstaja vsaj nekaj eksperimentalnih podatkov o numerični vrednosti ν (glej poglavje 3.5). Matrike dušenja v osnovnih koordinatah $[C]$ po tej metodi ni potrebno poznati, možno pa jo je izračunati ob upoštevanju enačbe (10).

Reševanje diferencialne enačbe (14) je opisano v poglavju 2.2. Ko poznamo premike a_j za vse nihajne oblike, ki nas zanimajo, sestavimo vektor premikov $\{A\}$ ter ga po izrazu (6) transformiramo v osnovni koordinatni sistem. Poudariti je treba, da so premiki $\{A\}$ in $\{U\}$ funkcije časa, tako da je treba ta postopek ponoviti za vse tiste vrednosti časa t , kjer želimo rezultate. Na podlagi znanih premikov je možno s pomočjo običajnih statičnih metod določiti poljubne notranje sile.

2.2. Duhamelov integral

Podobno kot pri sistemu enačb, je tudi za reševanje enačbe (14) znanih več vrst metod, npr. direktno numerično reševanje ali transformacija

desne strani po Fourierju ali Laplacu, ki omogoča analitično rešitev.

Klasičen način reševanja s pomočjo tako imenovanega Duhamelovega integrala je že malo pozabljen, čeprav omogoča eksaktne rešitve pri obtežbah, katerih časovni potek je odsekoma opisan z enostavnimi krivuljami, npr. s premicami. To dejstvo je posebno važno pri seizmični obtežbi, ki je posredno podana z akcelrogramom, to je s časovnim potekom pospeškov temeljnih tal. Akcelrogrami so izredno komplicirane funkcije, ki so z numeričnega stališča zaradi hitrih nihanj zelo neugodne. Njihov potek je običajno podan s koordinatami diskretnih točk, med posameznimi točkami pa je predpostavljen linearni potek. Pri tej, za prakso edino sprejemljivi predpostavki, izračunamo z Duhamelovim integralom točne rezultate, medtem ko se pri ostalih metodah napaki v podatkih, ki se ji praktično ni mogoče izogniti, lahko pridruži še napaka metode in poveča skupno napako. Vpliv raznih napak na rezultate je bil raziskan v [9].

Druga prednost Duhamelovega integrala je ta, da omogoča uporabo poljubno dolgih časovnih intervalov, če je potek obtežbe na takem intervalu linearen.

Iz navedenih razlogov smo se odločili za uporabo metode z Duhamelovim integralom in računi so pokazali, da je metoda ob uporabi primerno napisanega programa izredno hitra in s tem ekonomična.

Vrednost premika a v poljubnem času t je možno izračunati z izrazom (16), kjer je predpostavljeno, da ni nobenega začetnega premika in začetne hitrosti

$$a(t) = \int_0^t e^{-\nu\omega(t-\tau)} \sin[\omega_d(t-\tau)] p(\tau) d\tau / (m\omega_d) \quad \dots 16$$

Z ω_d je označena frekvenca dušenega nihanja

$$\omega_d = \omega \sqrt{1 - \nu^2} \quad \dots 17$$

ki se zaradi majhnih vrednosti ν pri gradbenih konstrukcijah zelo malo razlikuje od frekvence nedušenega nihanja ω .

Enačba (16) je imenovana Duhamelov integral in predstavlja rešitev enačbe (14) ob upoštevanju koeficienta dušenja po enačbi (15). Indeks j je povsod spušččen. Če je potek dinamične obtežbe $p(\tau)$ odsekoma linearen, je integral možno za vsak odsek posebej analitično rešiti in nato te delne rešitve sešteti. Točno rešitev, ki je v [5] izpeljana za omenjen primer odsekoma linearnega poteka dinamične obtežbe, je aproksimativno mogoče uporabiti za poljubno dinamično obtežbo, saj je možno vsako zvezno krivuljo s poljubno natančnostjo sestaviti iz premic.

2.3. Spekter odziva

Pri dimenzioniranju konstrukcij nas praviloma zanimajo le najugodnejši primeri. Za dinamično obteženo konstrukcijo z eno prostorsko stopnjo

moramo npr. poznati maksimalni premik, le redko pa nas zanima tudi celoten časovni potek premika. V takem primeru lahko uporabimo metodo s spektrom odziva. Spekter odziva (»response spectrum«) predstavlja maksimalni odziv idealizirane konstrukcije — sistema z eno prostostno stopnjo pri podani dinamični obtežbi. Točko v spektru dobimo tako, da kot absciso upoštevamo frekvenco ali nihajno dobo idealizirane konstrukcije, kot ordinato pa maksimalni odziv. Če ta postopek ponavljamo za različne lastne frekvence in različne koeficiente dušenja, lahko konstruiramo serijo krivulj, ki jih imenujemo spekter odziva.

Odziv lahko izrazimo v obliki maksimalne hitrosti S_v , maksimalnega pospeška S_a ali maksimalnega pomika S_d . Iz literature (npr. [7], [9]) je znana aproksimativna zveza med temi vrednostmi

$$S_d = \frac{1}{\omega} S_v = \frac{T}{2\pi} S_v, \quad \dots 18$$

$$S_a = \omega S_v = \frac{2\pi}{T} S_v, \quad \dots 19$$

kjer je T nihajna doba lastnega nihanja.

Priprava spektrov odziva je zamudna, saj je potrebno po eni od navedenih metod, npr. po enačbi (16), računati celoten časovni potek odziva za razne obtežbe p , za razne frekvence ω in za razne koeficiente dušenja ν . To delo je le enkratno, pri znanih spektrih pa je nadaljnji račun zelo enostaven. Za analizo konstrukcije z eno prostostno stopnjo je potrebno izračunati nihajno dobo lastnega nihanja in v spektru, ki ustreza dejanski dinamični obtežbi, odčitati eksaktno vrednost odziva v odvisnosti od koeficienta dušenja.

Pri konstrukcijah z več prostostnimi stopnjami je potrebno sistem odvisnih diferencialnih enačb najprej transformirati v glavne koordinate (poglavje 2.1) in ga s tem prevesti v sistem neodvisnih diferencialnih enačb. Vsaka od teh enačb ustreza neki fiktivni konstrukciji z eno prostostno stopnjo in z lastno frekvenco, ki je enaka eni od lastnih frekvenc dejanske konstrukcije. Ob predpostavki, da velja teorija elastičnosti, je možno zdaj za vsako od teh fiktivnih konstrukcij odčitati iz spektra maksimalno vrednost odziva ter nato s superpozicijo izračunati maksimalni odziv celotne konstrukcije, saj so po enačbi (6) dejanski premiki izraženi kot linearna kombinacija premikov za posamezne nihajne oblike.

Pri superpoziciji pride do izraza glavna pomanjkljivost metode računa s spektri odziva. Pri pripravi spektrov je bila izgubljena dimenzija, ki je značilna za dinamiko in to je čas. V spektrih so zbrani samo podatki o maksimalnih vrednostih odziva, manjkajo pa podatki o tem, kdaj časovno se te vrednosti pojavijo, zato točne vrednosti odziva konstrukcije z več prostostnimi stopnjami ni mogoče izračunati.

Zgornjo mejo odziva dejanske konstrukcije predstavlja aritmetična vsota vseh maksimalnih vrednosti za posamezne nihajne oblike (za posamezne fiktivne konstrukcije)

$$S = \sum_{j=1}^n |S_j| \quad \dots 20$$

kjer je s_j označena maksimalna vrednost odziva za j -to nihajno obliko. Ta vsota bi ustrezala dejanski vrednosti, če bi se vsi maksimalni odzivi pojavili v istem trenutku. Kot spodnja meja se običajno upošteva kar maksimalna od vseh vrednosti za posamezne nihajne oblike, torej

$$S = \max (S_j) \quad j = 1 \dots n \quad \dots 21$$

Medtem ko predstavlja enačba (20) tudi teoretično zgornjo mejo, obstaja možnost, da ima dejanska vrednost odziva še nižjo vrednost od vrednosti po enačbi (21), saj imajo odzivi za posamezne nihajne oblike lahko različne predznake.

Verjetna vrednost S leži nekje med obema mejama in je odvisna od karakteristik dinamične obtežbe (glej poglavje 3.4).

Čim se v konstrukciji pojavijo plastične deformacije, zakon o superpoziciji ne velja več in metoda s spektri odziva postane neuporabna.

3. SEIZMIČNA OBTEŽBA

3.1. Osnovni pojmi

Pri potresih pride do premikanja temeljnih tal, kar povzroči nihanje konstrukcije. To nihanje je v splošnem prostorsko, dominantni pa sta horizontalni komponenti. Vertikalna komponenta nihanja je lahko le v izjemnih primerih nevarna za stabilnost konstrukcije.

Karakteristike gibanja temeljnih tal (velikosti premikov, hitrosti in pospeškov pri gibanju tal) so odvisne od energije potresa, od oddaljenosti od epicentra in od vrste temeljnih tal.

Odziv konstrukcije na premikanje tal je odvisen od materiala, oblike, velikosti in vrste konstrukcije, od vrste temeljnih tal ter od karakteristik gibanja tal.

Naloga analize konstrukcij je določiti odziv konstrukcije pri danih karakteristikah gibanja tal, medtem ko je določitev teh podatkov naloga seizmologov.

3.2. Sistem linearnih diferencialnih enačb pri seizmični obtežbi

Ker vemo, da so vztrajnostne sile odvisne od absolutnih, notranje sile pa od relativnih vrednosti premikov in ker predpostavimo, da so sile dušenja odvisne od relativnih premikov, lahko napišemo sistem diferencialnih enačb pri delovanju seizmične obtežbe v obliki

$$[M]\{\ddot{U}_a\} + [C]\{\dot{U}_r\} + [K]\{U_r\} = \{0\} \quad \dots 22$$

kjer je $\{U_a\}$ vektor absolutnih premikov, to je vsota premikov tal in relativnih premikov konstrukcije, $\{U_r\}$ pa vektor relativnih premikov konstrukcije. Togostno matriko $[K]$ lahko tudi tu, podobno kot v enačbi (1), tolmačimo bodisi kot togostno matriko po teoriji prvega reda, bodisi kot vsoto $[K] + [G]$, torej kot togostno matriko po teoriji drugega reda. Z geometrijsko matriko $[G]$ lahko na ta način zelo enostavno upoštevamo vpliv lastne teže na nihanje objektov v visokogradnji [5].

Pri seizmični obtežbi ni nobenih zunanjih sil, zato je v enačbi (22) vektor zunanje obtežbe enak nič, kljub temu pa to ni homogen sistem, kot bi lahko na prvi pogled napačno sklepali. Velja namreč

$$\{U_a\} = \{U_r\} + \{U_t\} \quad \dots 23$$

kjer so z $\{U_t\}$ označeni premiki temeljnih tal. Z odvajanjem dobimo

$$\{\dot{U}_a\} = \{\dot{U}_r\} + \{\dot{U}_t\} \quad \dots 24$$

in

$$\{\ddot{U}_a\} = \{\ddot{U}_r\} + \{\ddot{U}_t\} \quad \dots 25$$

S temi odnosi je možno enačbo (22) transformirati na dva načina in sicer v obliko

$$[M]\{\ddot{U}_r\} + [C]\{\dot{U}_r\} + [K]\{U_r\} = -[M]\{\ddot{U}_t\} \quad \dots 26$$

ali v obliko

$$[M]\{\ddot{U}_a\} + [C]\{\dot{U}_a\} + [K]\{U_a\} = [C]\{\dot{U}_t\} + [K]\{U_t\} \quad \dots 27$$

Obakrat smo na desni strani zbrali znane količine — pospeške oziroma premike in hitrosti temeljnih tal. Desno stran si lahko predstavljamo kot fiktivno zunanjo obtežbo $\{P\}$ in na ta način smo sistem diferencialnih enačb (22) prevedli na običajno obliko (1). Od obeh oblik enačbe nihanja se v praksi več uporablja enačba (26), kajti podatki so največkrat podani v obliki akceleroگرامa, ki predstavlja časovni potek pospeškov temeljnih tal. Te pospeške je možno neposredno uporabiti v enačbi (26), medtem ko je potrebno hitrosti in premike tal, ki nastopajo v enačbi (27), izračunati z numerično integracijo pospeškov. Pri taki integraciji se nujno pojavijo numerične napake, to pomeni, da se pri že tako težavnem numeričnem problemu (gl. pogl. 2.2) pojavi še dodatna napaka v podatkih.

3.3. Račun dinamičnega odziva

Z rešitvijo sistema diferencialnih enačb (1) oziroma (26) ali (27) je možno določiti celoten časovni potek odziva konstrukcije pri poljubni dinamični obtežbi. Ena od možnih metod za račun dinamičnega odziva je opisana v pogl. 2.1 in 2.2, pri

čemer je pri potresnih obremenitvah treba upoštevati fiktivno zunanjo obtežbo, definirano v pogl. 3.2.

Pri določanju odziva konstrukcije je potrebno poznati celoten časovni potek obtežbe, v našem primeru torej akcelerogram potresa. Za potres, ki naj bi ga konstrukcija enkrat v prihodnosti vzdržala, lahko karakteristike samo predvidevamo. Lahko predpostavimo, da bo bodoči potres podoben minulim potresom na tem področju, računamo odziv z akcelerogrami teh minulih potresov in gradimo tako, da bi konstrukcija vzdržala te potrese. Pri nas ta možnost odpade, saj celotno sredozemsko področje, kolikor nam je znano, nima na žalost registriranega niti enega močnejšega potresa, uporaba akcelerogramov ameriških in japonskih potresov pa je vprašljiva, saj je npr. znano, da je imel skopski potres popolnoma drugačne karakteristike, kot jih imajo tipični ameriški potresi.

Druga možnost je določitev nekega »reprezentativnega« akcelerograma za področje, kjer bo stal projektirani objekt. V literaturi so objavljene metode za konstrukcijo takega akcelerograma v odvisnosti od geoloških karakteristik terena.

V splošnem velja, da je zaradi nezanesljivih podatkov zaenkrat račun časovnega poteka odziva umesten za komplicirane konstrukcije (npr. z zelo nesimetričnimi tlorisi ali z velikimi spremembami togosti ali mas po višini), kjer dajo lahko razne približne metode popolnoma napačne rezultate, medtem ko nima smisla računati celotnega časovnega poteka odziva pri seizmični analizi enostavnih objektov, saj kljub zelo obsežnemu računskemu delu ne dobimo bistveno natančnejših rezultatov kot npr. pri enostavnejši metodi s spektrom odziva.

3.4. Metoda s spektrom odziva

Metoda s spektrom odziva (imenovana tudi metoda z ekvivalentno statično obtežbo) je zaradi enostavnosti podlaga večine predpisov o gradnji na seizmičnih področjih. Osnovni principi metode so pojasnjeni v poglavju 2.3, specifično za uporabo pri seizmični obtežbi je le to, da vsak spekter vedno ustreza ovojnicam spektrov za posamezne akcelerogramne in predstavlja tako dejansko spekter za več različnih potresov. Upoštevano je zmanjšanje odziva zaradi plastičnih deformacij materiala, poleg tega pa je spekter zaradi večje enostavnosti in večje varnosti še idealiziran.

Kot primer metode s spektrom odziva si oglejmo metodo računa po veljavnih jugoslovanskih predpisih [1], ki jo je mogoče izpeljati iz splošnih enačb.

Iz enačbe (9) sledi izraz za račun posameznih koeficientov diagonalne masne matrike v glavnih koordinatah (indeks j se povsod nanaša na nihajno obliko)

$$m_j = \{v_j\}^T [M] \{v_j\} \quad \dots 28$$

iz enačbe (12) pa izraz za koeficiente vektorja zunanje obtežbe v glavnih koordinatah

$$p_j = \{v_j\}^T \{P\} \quad \dots 29$$

S primerjavo enačb (26) in (1) dobimo

$$\{P\} = -[M] \{\ddot{U}_t\} \quad \dots 30$$

tako da lahko pišemo namesto (29)

$$p_j = -\{v_j\}^T [M] \{\ddot{U}_t\} \quad \dots 31$$

Iz enačb (25) in (30) je razvidno, da je red vektorja pospeškov temeljnih tal $\{\ddot{U}_t\}$ enak številu prostostnih stopenj konstrukcije. Pri računski shemi, ki jo uporabljamo za ravninske konstrukcije v visokogradnji, so prostostne stopnje horizontalni etažni pomiki, zato so vsi koeficienti vektorja $\{\ddot{U}_t\}$ enaki komponenti pospeška tal v smeri ravninske konstrukcije. Pri prostorskih konstrukcijah so prostostne stopnje po dva etažna pomika in zasuk okoli horizontalne osi, zato je vektor $\{\ddot{U}_t\}$ sestavljen iz treh podvektorjev. Koeficienti teh treh podvektorjev so enaki trem komponentam pospeška tal (dve translaciji in rotacija, glej enačbo (45)).

Če se zdaj omejimo na primer ravninskih konstrukcij s koncentriranimi masami, postane masna matrika $[M]$ diagonalna, namesto vektorja $\{\ddot{U}_t\}$ lahko uporabljamo skalarno vrednost in izraza (28) in (31) se poenostavita

$$m_j = \sum_{i=1}^n M_i v_{ij}^2 \quad \dots 32$$

$$p_j = -\ddot{U}_t \sum_{i=1}^n M_i v_{ij} \quad \dots 33$$

M_i je koeficient diagonalne masne matrike v osnovnem koordinatnem sistemu, v_{ij} pa koeficient vektorja $\{v_j\}$. Fizikalno n predstavlja število etaž, M_i koncentrirano maso v etaži i , v_{ij} pa relativni pomik etaže i pri j -ti nihajni obliki.

Če vstavimo zvezi (32) in (33) v izraz za račun premikov a (enačba [16]) in pospešek temeljnih tal izrazimo kot produkt

$$\ddot{U}_t = k_c g \ddot{u}_t \quad \dots 34$$

kjer je g pospešek prostega pada, \ddot{u}_t od časa odvisna normirana, $k_c g$ pa od časa neodvisna maksimalna vrednost pospeška tal, dobimo

$$a_j(t) = -\frac{\sum M_i v_{ij}}{\sum M_i v_{ij}^2} \frac{1}{\omega_{dj}} \int_0^t e^{-\gamma_j \omega_j (t-\tau)} \cdot \sin[\omega_{dj}(t-\tau)] k_c g \ddot{u}_t(\tau) d\tau \quad \dots 35$$

Premik a_j je največji, ko ima integral maksimalno vrednost. Iz enačbe je razvidno, da predstavlja integral hitrost, maksimalna vrednost integrala pa je po definiciji ordinata v spektru S_v pri abscisi ω_j . Spekter S_v mora ustrezati poteku dinamične obtežbe \ddot{u}_t ter koeficientu dušenja γ_j . Če upoštevamo enačbo (19) in dejstvo, da ni velike razlike med frekvencama dušenega in nedušenega nihanja, lahko pišemo

$$a_j(t) = - \frac{\sum M_i v_{ij}}{\sum M_i v_{ij}^2} \frac{1}{\omega_{ij}} S_v = - \frac{\sum M_i v_{ij}}{\sum M_i v_{ij}^2} \frac{1}{\omega_j^2} S_a \quad \dots 36$$

Spekter pospeškov S_a normiramo, tako da velja

$$S_a = k_c g \beta, \quad \dots 37$$

kjer je β vrednost v normiranem spektru pospeškov.

Premike transformiramo v osnovni koordinatni sistem s transformacijo (6), torej velja za doprinos j -te nihajne oblike

$$\{U_j\} = \{v_j\} a_j = - k_c g \beta \{ \eta_j \} / \omega_j^2 \quad \dots 38$$

kjer je uporabljena okrajšava

$$\{ \eta_j \} = \{ v_j \} \frac{\sum M_i v_{ij}}{\sum M_i v_{ij}^2} \quad \dots 39$$

Z enačbo (38) so definirani premiki konstrukcije zaradi seizmične obtežbe. Če te premike pomnožimo s togostno matriko, dobimo ekvivalentno statično obtežbo $\{P_e\}$. Iz enačbe

$$\{P_{ej}\} = [K] \{U_j\} \quad \dots 40$$

je razvidno, da so premiki zaradi obtežbe $\{P_{ej}\}$, izračunani po statični teoriji prvega reda, ravno enaki dejanskim premikom za j -to nihajno obliko, to pa pomeni, da je možno po določitvi ekvivalentne statične obtežbe uporabiti v nadaljnjem računu vse običajne statične metode.

V praksi se uporablja največkrat drug način določevanja ekvivalentne obtežbe. Masna matrika je v splošnem enostavnejša kot togostna, zato upoštevamo zvezi (4) in (38) ter transformiramo enačbo (40) v obliko

$$\{P_{ej}\} = - \omega_j^2 [M] \{U_j\}, \quad \dots 41$$

Pri diagonalni masni matriki dobimo za koeficient vektorja $\{P_{ej}\}$, ki predstavlja ekvivalentno statično silo v etaži i za nihajno obliko j (imenovano tudi potresna sila), izraz

$$P_{eij} = k_c g \beta_j \eta_{ij} M_i = k_c \beta_j \eta_{ij} Q_i = S_{ij} \quad \dots 42$$

ki je identičen z enačbo v predpisih [1].

Enačba (42) predstavlja tako poenostavljen primer splošne metode, ki velja samo za konstrukcije s simetričnimi togostmi in s simetričnimi masami, koncentriranimi v višinah posameznih medetažnih plošč. Povsem analogna, vendar bolj splošna enačba, ki je uporabna tudi za nesimetrične konstrukcije, kjer so nihanja v posameznih smereh medsebojno odvisna, je izpeljana v [3]. Razlika napram prikazani izpeljavi je le v tem, da je v izrazih ohranjena celotna masna matrika. Končna enačba za ekvivalentno statično obtežbo se glasi

$$\{P_{ej}\} = \{S_j\} = k_c g \beta_j [M] \{v_j\} \Gamma_j \quad \dots 43$$

kjer je Γ_j definiran z izrazom

$$\Gamma_j = \frac{\{v_j\}^T [M] \{s\}}{\{v_j\}^T [M] \{v_j\}} \quad \dots 44$$

Iz zveze

$$\{\ddot{U}_t\} = k_c g \ddot{u}_t \{s\} \quad \dots 34 a$$

ki predstavlja splošno obliko enačbe (34), je razvidno, da je red vektorja $\{s\}$ enak številu prostostnih stopenj konstrukcije in da je ta vektor odvisen od smeri pospeškov temeljnih tal, npr.:

gibanje tal v smeri

x	y	xy (45°)	rotacija	
$\begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 0,707 \\ 0,707 \\ 0 \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$... 45

Posamezni podvektorji ustrezajo posameznim smerem gibanja. Pri ravninskih konstrukcijah vektor $\{s\}$ degenerira v vektor $\{1\}$, pri ravninskih konstrukcijah in diagonalni masni matriki pa v skalar 1.

Ekvivalentna statična obtežba po enačbah (42) oziroma (43) ustreza j -ti nihajni obliki. Ker predstavlja dejanski odziv konstrukcije vsoto odzivov za posamezne nihajne oblike, je potrebno kombinirati rezultate za vse tiste nihajne oblike, ki imajo pomemben vpliv (glej tudi poglavje 2.3). Za kombinacijo je v literaturi najbolj razširjena enačba

$$Q = \sqrt{\sum Q_j^2} \quad \dots 46$$

medtem ko je v naših predpisih podana enačba

$$Q = \sqrt{\max(Q_j^2) + 0,5 \sum \text{ostali } (Q_j^2)} \quad \dots 47$$

kjer je treba sešteti vse Q_j razen maksimalnega, ki je upoštevan v prvem sumandu. V obeh enačbah smo namenoma uporabili drugo oznako kot v enačbah (20) in (21), želeč s tem še posebej poudariti, da predstavlja Q_j poljubno statično količino, izračunano na podlagi obtežbe $\{S_j\}$. Enostavneje, toda napačno bi bilo po enačbah (46) ali (47) kombinirati ekvivalentno statično obtežbo ter nato s to obtežbo računati rezultirajoče notranje sile, ki bi bile v tem primeru prevelike.

Povsod, kjer se posamezne nihajne dobe precej razlikujejo in ima osnovna nihajna oblika dominanten vpliv (takšna je velika večina enostavnih simetričnih konstrukcij, ki jih obravnavamo ravninsko), je vpliv višjih nihajnih oblik sorazmerno majhen in rezultati kombinacije ob uporabi različnih enačb se ne razlikujejo dosti. Bolj kritične so nesimetrične konstrukcije, kjer so nihanja v posameznih smereh medsebojno odvisna, nihajne dobe pa so si običajno precej podobne. V teh primerih

je verjetnost, da se maksimalni odzivi pri različnih nihajnih oblikah pojavijo istočasno, veliko večja in zato je smotrno uporabljati za kombinacijo natančnejše enačbe (glej npr. [12]).

3.5. Nerešeni problemi pri računu konstrukcij na seizmičnih področjih

Dejstvo je, da danes dinamična analiza s stališča računa ne predstavlja več nobenega resnejšega problema. Težišče raziskav prehaja zato v zadnjem času na druga, manj raziskana področja, kot so priprava podatkov za pričakovane potrese, določitev koeficientov dušenja, upoštevanje sodelovanja temeljnih tal in neelastičnega obnašanja materiala.

Priprava podatkov za pričakovane potrese je naloga seizmologov. Na našem geografskem območju je ta naloga še posebno težka, saj nimamo registriranih karakteristik minulih močnih potresov.

Za določitev vsaj kolikor toliko zanesljivih koeficientov dušenja bo potrebno še ogromno eksperimentalnega dela. Trenutno obstajajo v glavnem le grobe ocene o velikosti koeficienta ν , ki predstavlja razmerje med dejanskim in kritičnim dušenjem. V [11] je zbranih nekaj predlogov raznih avtorjev za vrednosti ν pri armiranobetonskih konstrukcijah. Večinoma so predlagane vrednosti v mejah od 0.02 do 0.07. Glede na tako grobe ocene ni nobenega razloga, da ne bi v računu izbrali najenostavnejšega načina upoštevanja dušenja (poglavje 2).

Sodelovanje temeljnih tal ima zelo pomembno vlogo pri togih objektih (npr. jedrski reaktorji), medtem ko ima pri sorazmerno vitkih konstrukcijah v visokogradnji podrejen vpliv. Glede na pomembnost vpliva temeljnih tal je tako možno pri vitkih objektih uporabiti zelo grobe metode, pri togih objektih pa so potrebne natančnejše metode, ki zahtevajo veliko računskega dela in natančne podatke o tleh.

Problem upoštevanja neelastičnih deformacij je teoretično rešen tako, da se pri določanju togostne matrike namesto Hookovega zakona upošteva dejanski delovni diagram materiala. Potrebno je uporabiti iteracijski postopek in po vsakem koraku določiti novo togostno matriko, to pa je teoretično tudi edina razlika napram elastični analizi.

S stališča prakse je na žalost problem neelastične analize precej bolj težaven in za komplicirane konstrukcije zaenkrat še nerešljiv. Splošnih objektov v visokogradnji zaradi omejenih zmogljivosti računalnikov in zaradi previsoke cene ni mogoče reševati s klasično metodo končnih elementov ob uporabi standardnih elementov. Ta ugotovitev velja za elastično analizo in še toliko bolj za račun v neelastičnem področju. Začasno je verjetno potrebno uporabljati približne rešitve z upoštevanjem ustreznega povečanega koeficienta dušenja, saj plastifikacija materiala predstavlja podobno kot dušenje spremembo energije.

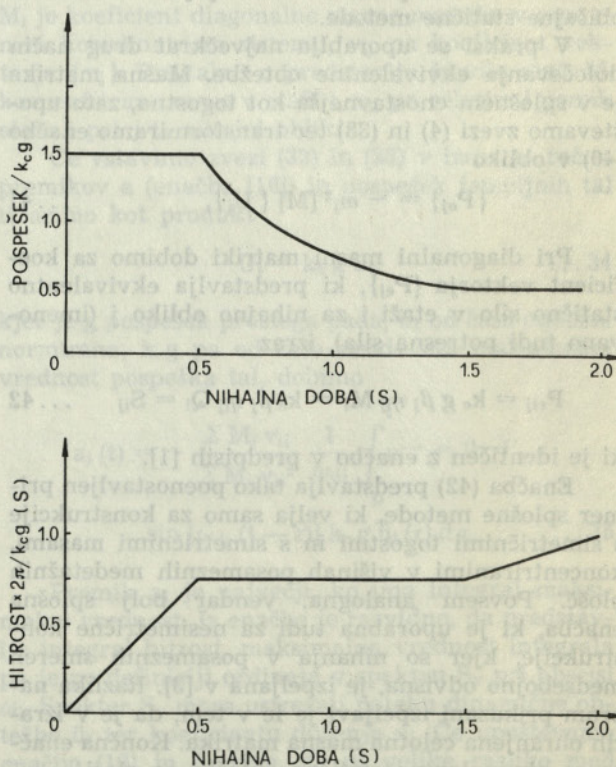
3.6. Kritična ocena veljavnih predpisov

Veljavni jugoslovanski predpisi o gradnji na seizmičnih področjih so bili v času, ko so izšli (1964), gotovo eni najboljših in najnaprednejših na svetu, danes pa bi jih bilo nedvomno potrebno nekoliko dopolniti in prilagoditi spoznanjem zadnjih desetih let in novim računskim možnostim. Na tem mestu naj samo navedemo najpomembnejše pomanjkljivosti.

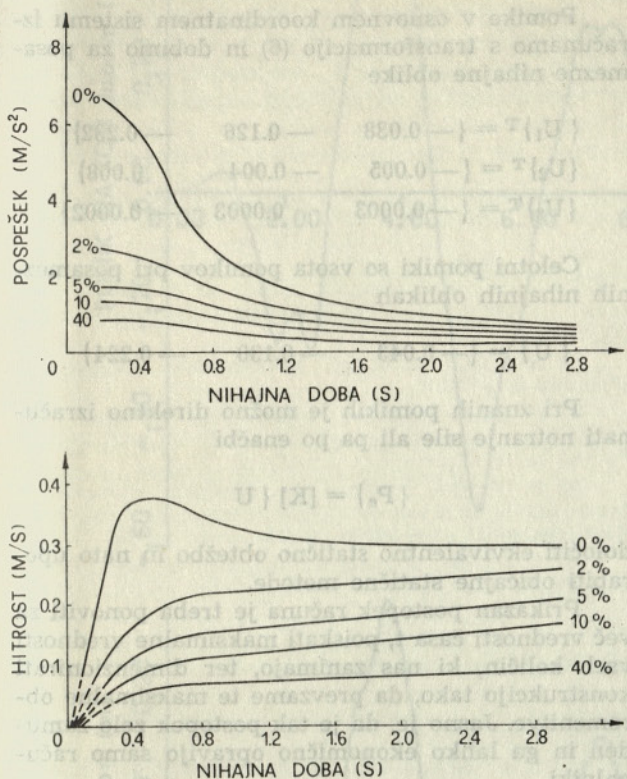
— Spekter v predpisih je privzet po inozemskih virih. Vprašanje je, ali tak spekter ustreza značilnostim naših potresov. V sliki 1 je za ilustracijo prikazan normiran spekter pospeškov po veljavnih jugoslovanskih predpisih in ustrezen spekter hitrosti, izračunan s pomočjo zveze (19). Spektra, ki ju je leta 1959 na podlagi registriranih ameriških potresov izračunal Housner [8], sta podana v sliki 2.

— Nikjer, razen v enem izjemnem primeru, ni dana možnost za upoštevanje različnih vrednosti koeficientov dušenja in različnega obnašanja v neelastičnem območju. Kljub skopim podatkom vendarle vemo, da so omenjene lastnosti npr. za armiranobetonske konstrukcije drugačne od tistih za jeklene konstrukcije, oziroma za skeletne konstrukcije drugačne kot za stenaste konstrukcije.

— Popolnoma je zanemarjena dinamična prostorska obravnava konstrukcij. Do občutnih torzijskih obremenitev lahko pride pri zelo nesimetričnih zgradbah, pa tudi že pri majhnih ekscentričnostih, če so togosti objekta v posameznih smereh približ-



Sl. 1. Normiran spekter pospeškov po jugoslovanskih predpisih in ustrezen spekter hitrosti



Sl. 2. Spektra pospeškov in hitrosti po [8]

no enake [10]. Celo pri popolni simetriji se lahko pojavi torzijsko nihanje konstrukcije večjih tlorisnih dimenzij zaradi fazne razlike nihanja tal na različnih mestih. Na vsak način so torzijske obremenitve dejstvo, ki mu je potrebno posvetiti veliko več pozornosti, kot mu jo posvečajo veljavni predpisi z zelo grobo statično metodo, ki lahko samo v izjemnih primerih daje dobre rezultate.

— V predpisih ni nikjer govora o kombinaciji vplivov različnih smeri nihanja tal, kar je zelo pomembno pri elementih, ki so nosilni v dveh horizontalnih smereh (npr. stebri) ali v eni smeri, ki ni vzporedna eni od glavnih osi konstrukcije. Podobno kot kombiniramo vplive različnih nihajnih oblik, je treba kombinirati tudi vplive različnih smeri nihanja tal.

4. RAČUNSKI PRIMER

Za ilustracijo metod je prikazana dinamična analiza zelo enostavne konstrukcije — konzole s porazdeljeno maso, ki je uporabljena kot računski primer tudi v članku [6]. Osnovni podatki so:

$$m = 10 \text{ Mps}^2/\text{m}^2$$

$$E = 3,000.000 \text{ Mp/m}^2, \quad J = 0.5 \text{ m}^4, \quad H = 30 \text{ m},$$

Povsod je uporabljen isti sistem enot kot pri podatkih.

Pri razdelitvi nosilca na tri odseke enake dolžine povzamemo po [6] togostno matriko

$$[K] = \begin{bmatrix} 2.77 & -1.59 & 0.415 \\ -1.59 & 1.52 & -0.554 \\ 0.415 & -0.554 & 0.242 \end{bmatrix} \cdot 10^4$$

in masno matriko

$$[M] = \begin{bmatrix} 0.667 & 0.167 & 0 \\ 0.167 & 0.667 & 0.167 \\ 0 & 0.167 & 0.333 \end{bmatrix} \cdot 10^2$$

Prva vrstica in stolpec se vedno nanašata na spodnji odsek, zadnja pa na vrhnji odsek nosilca

Z rešitvijo posplošenega problema lastnih vrednosti (4) izračunamo krožne frekvence oziroma nihajne dobe za tri nihajne oblike

$$\omega_1 = 1.499, \quad \omega_2 = 10.331, \quad \omega_3 = 31.159$$

$$T_1 = 4.192, \quad T_2 = 0.608, \quad T_3 = 0.202$$

in ustrezne lastne vektorje $\{v_j\}$, ki predstavljajo nihajne oblike.

Te vektorje združimo v matriko

$$[V] = \begin{bmatrix} 0.164 & -0.655 & -0.962 \\ 0.543 & -0.527 & 1.000 \\ 1.000 & 1.000 & -0.859 \end{bmatrix}$$

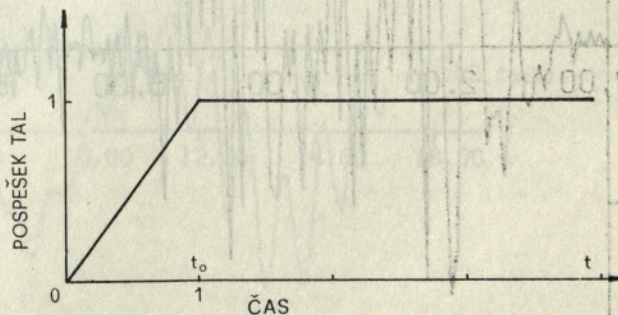
kjer predstavlja prvi stolpec prvo nihajno obliko $\{v_1\}$, drugi drugo itd. Če bi se npr. zadovoljili samo z upoštevanjem prve nihajne oblike, bi se matrika skrčila na en sam (prvi) stolpec.

Pri računu odziva je potrebno poznati točen časovni potek pospeškov temeljnih tal. Fiktivna zunanja obtežba, izračunana po enačbi (30), je odvisna od časa. Ob upoštevanju maksimalne vrednosti vektorja pospeškov tal (slika 3)

$$\{\ddot{U}_t\}^T = \{1 \ 1 \ 1\}$$

izračunamo maksimalno vrednost obtežbe

$$\{P\}^T = -\{0.834 \ 1.000 \ 0.500\} \cdot 10^2$$



Sl. 3. Časovni potek pospeškov tal za računski primer

Zdaj je potrebno izvršiti transformacijo v glavne koordinate in sicer dobimo po enačbi (9) diagonalno masno matriko

$$[M] = \begin{bmatrix} 0.759 & 0 & 0 \\ 0 & 0.744 & 0 \\ 0 & 0 & 0.922 \end{bmatrix} \cdot 10^2$$

po enačbi (12) pa vektor

$$\{P\}^T = \{-1.180 \quad 0.573 \quad 0.232\} \cdot 10^2$$

Pri enostavnem poteku zunanje obtežbe je možno Duhamelov integral (enačba [16]) izračunati analitično in sicer dobimo za obtežbo po sliki 3 in za konstrukcijo brez dušenja izraz

$$a(t) = \frac{p}{m \omega^2 t_0} \left(t - \frac{\sin \omega t}{\omega} \right) \quad t \leq t_0$$

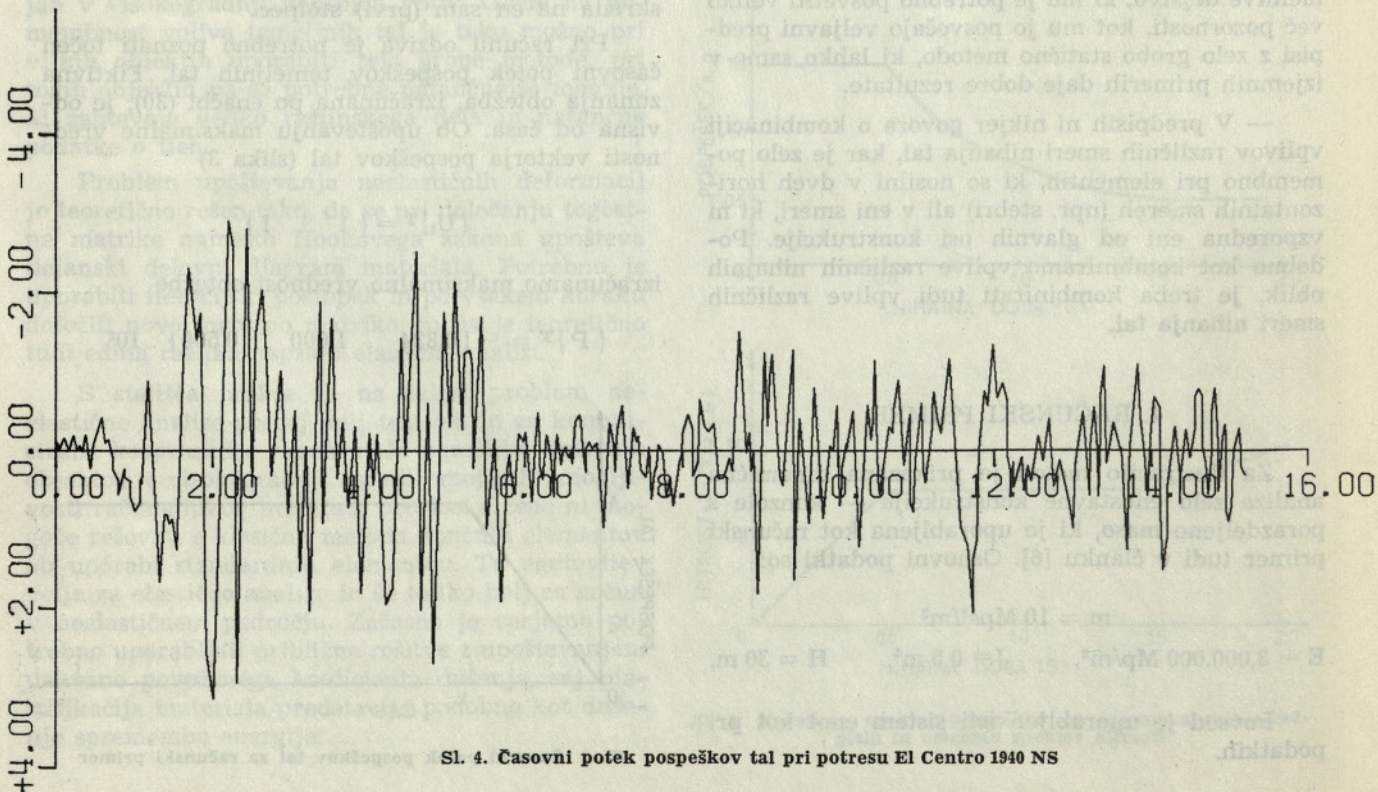
ki ga je treba uporabiti za vsako nihajno obliko posebej z ustreznimi koeficienti. Z oznakama m in p so označeni koeficienti masne matrike $[M]$ oziroma vektorja obtežbe $\{P\}$.

Na tem mestu ne bomo računali celotnega časovnega poteka odziva, pač pa samo odziv v času $t = t_0 = 1s$. Za posamezne nihajne oblike dobimo pomike

$$a_1 = -0.232, \quad a_2 = 0.00777, \quad a_3 = 0.00026$$

ki jih združimo v vektor

$$\{A\}^T = \{-0.232 \quad 0.00777 \quad 0.00026\}$$



Sl. 4. Časovni potek pospeškov tal pri potresu El Centro 1940 NS

Pomike v osnovnem koordinatnem sistemu izračunamo s transformacijo (6) in dobimo za posamezne nihajne oblike

$$\{U_1\}^T = \{-0.038 \quad -0.126 \quad -0.232\}$$

$$\{U_2\}^T = \{-0.005 \quad -0.004 \quad 0.008\}$$

$$\{U_3\}^T = \{-0.0003 \quad 0.0003 \quad -0.0002\}$$

Celotni pomiki so vsota pomikov pri posameznih nihajnih oblikah

$$\{U\} = \{-0.043 \quad -0.130 \quad -0.224\}$$

Pri znanih pomikih je možno direktno izračunati notranje sile ali pa po enačbi

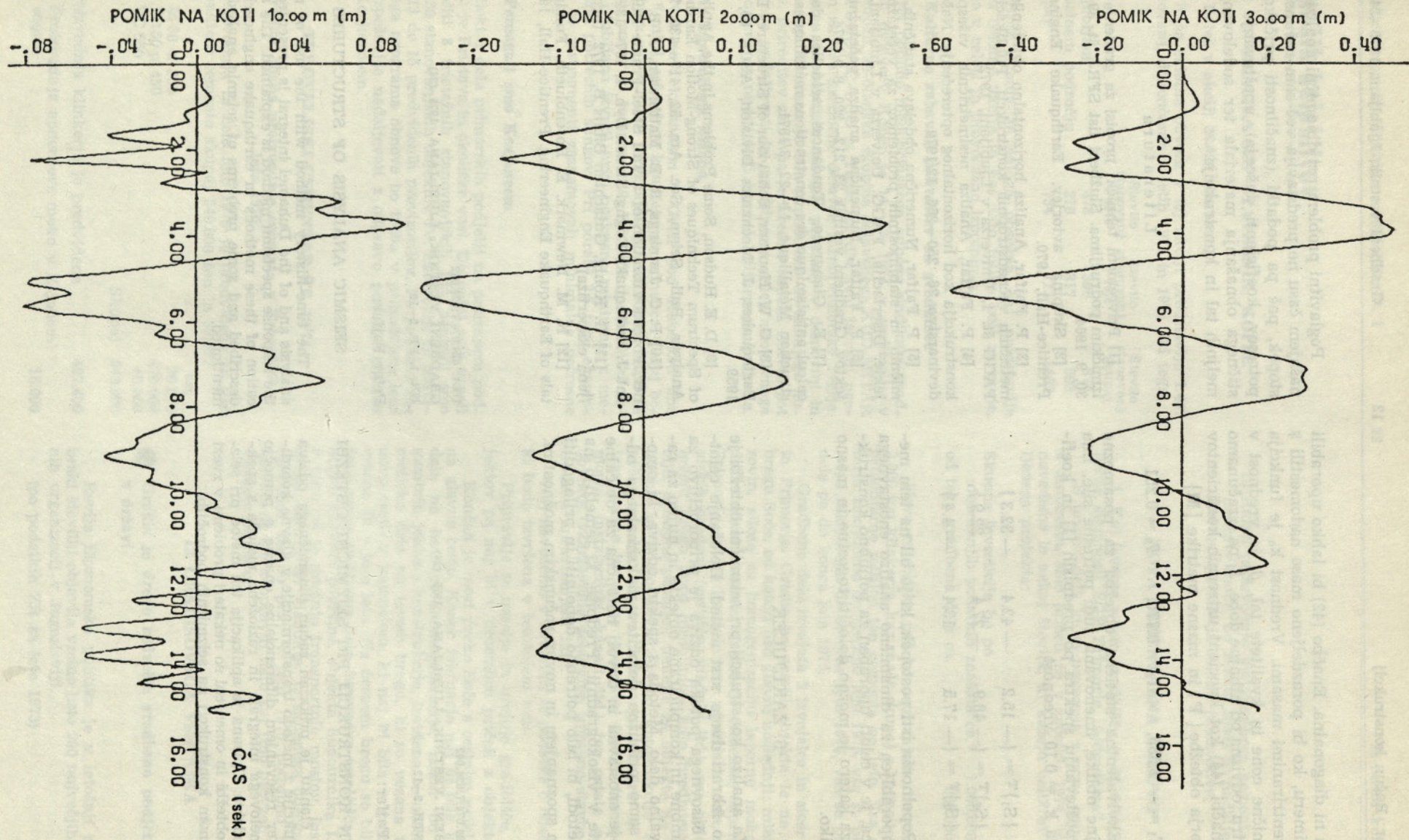
$$\{P_e\} = [K] \{U\}$$

določiti ekvivalentno statično obtežbo in nato uporabiti običajne statične metode.

Prikazan postopek računa je treba ponoviti za več vrednosti časa t , poiskati maksimalne vrednosti vseh količin, ki nas zanimajo, ter dimenzionirati konstrukcijo tako, da prevzame te maksimalne obremenitve. Jasno je, da je tak postopek zelo zamuden in ga lahko ekonomično opravijo samo računalniki.

Kot drugi primer obtežbe je vzet akcelorogram potresa El Centro (slika 4), na sliki 5 pa je prikazan odziv konstrukcije ob upoštevanju 5% kritičnega dušenja za vse nihajne oblike.

Pri metodi s spektrom odziva je v našem primeru potrebno uporabiti enačbo (43), saj masna ma-



Sl. 5. Odziv konstrukcije pri dinamični obtežbi po sl. 4

trika ni diagonalna. Enačbo (42) bi lahko uporabili v primeru, ko bi porazdeljeno maso nadomestili s koncentriranimi masami. Vrednost k_c je funkcija seizmične cone in kvalitete tal, β_j je vrednost v spektru, odvisna od nihajne dobe, Γ_j pa izračunamo po enačbi (44) kot kvocient ustreznih koeficientov vektorja obtežbe $\{P\}$ in masne matrike $[M]$

$$\Gamma_1 = -1.555, \quad \Gamma_2 = 0.770, \quad \Gamma_3 = 0.251$$

Ekvivalentna statična obtežba za posamezne nihajne oblike, imenovana tudi potresne sile, ima ob upoštevanju spektra po predpisih [1] in koeficienta $k_c = 0.10$ vrednost

$$\{S_1\}^T = \{-15.2 \quad -42.4 \quad -32.3\}$$

$$\{S_2\}^T = \{-48.9 \quad -27.4 \quad 22.9\}$$

$$\{S_3\}^T = \{-17.5 \quad 13.4 \quad -4.4\}$$

Popolnoma isti postopek, ki je bil na tem mestu uporabljen za dinamično analizo enostavnega nosilca, je v celoti uporaben za poljubno konstrukcijo, za katero je možno določiti togostno in masno matriko.

5. ZAKLJUČEK

Za analizo konstrukcij pri seizmični obtežbi je možno izbrati dvoje vrst metod. Določanje celotnega časovnega poteka odziva je priporočljivo za pomembne in komplicirane objekte in nujno za raziskovalno delo. Metoda s spektri odziva, ki omogoča samo približno določitev maksimalnega odziva, je enostavna in dovolj natančna za običajne objekte v visokogradnji. Predpise, ki temeljijo na tej metodi, bi bilo potrebno dopolniti in prilagoditi novim spoznanjem in novim računskim možnostim.

UDK 624.074.7:624.042

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1975 (24)

ST. 1, STR. 2—12

Peter Fajfar:

RAČUN KONSTRUKCIJ PRI SEIZMIČNI OBTEŽBI

V članku je prikazan račun dinamičnega odziva konstrukcije z metodo transformacije v glavne koordinate ter reševanjem diferencialne enačbe s pomočjo Duhamelovega integrala in razložena metoda s spektrom odziva. Opisana je aplikacija teh metod pri seizmični obtežbi in omenjeni so nekateri problemi v zvezi z računom konstrukcij na seizmičnih področjih.

Poglavitni problem pri dinamični analizi v današnjem času ne predstavlja več sam računski postopek, pač pa podatki (značilnosti pričakovanih potresov, koeficienti dušenja), upoštevanje neelastičnega obnašanja materiala ter sodelovanje temeljnih tal in konstrukcije.

Literatura

[1] Privremeni tehnički propisi za gradnje u seizmičkim područjima. Službeni list SFRJ, št. 39 z dne 30. 9. 1964.

[2] Skupina avtorjev. Earthquake Engineering. Prentice-Hall, 1970.

[3] P. Fajfar, Analiza horizontalno obteženih nesimetričnih večnadstropnih konstrukcij. Publikacija RC FAGG št. 1, Univerza v Ljubljani, 1972.

[4] P. Fajfar, Analiza nesimetričnih višespratnih konstrukcija kod horizontalnog opterećenja. Naše gradvinarstvo 26, 250—256, 12/1972.

[5] P. Fajfar, Numerična obdelava statičnih, dinamičnih in stabilnostnih problemov za večetažne objekte. Disertacija, FAGG, Univerza v Ljubljani, 1973.

[6] P. Fajfar, Numerična analiza večetažnih objektov. Gradbeni vestnik 23, 212—220, 8-9/1974.

[7] E. Giangreco, Tendances actuelles dans le calcul antisismique des constructions métalliques. Construction Métallique, 11—22, 3/1971.

[8] G. W. Housner, Behaviour of Structures During Earthquakes, J. Mechanics Division, ASCE 85, EM 4, 1959.

[9] D. E. Hudson, Some Problems in the Application of Spectrum Techniques of Strong-Motion Earthquake Analysis. Bull. Seism. Soc. Am. 52, 417—430, 2/1962.

[10] P. C. Jennings, R. B. Matthiesen, J. B. Hoerner, Forced Vibration of a Tall Steel-Frame Building. Int. J. Earthquake Engng. Struct. Dyn. 1, 107—132, 1972.

[11] G. König, Gutachten Biblis B, 1972. (neobjavljena ekspertiza)

[12] N. M. Newmark. E. Rosenblueth, Fundamentals of Earthquake Engineering. Prentice-Hall, 1971.

UDC 624.074.7:624.042

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1975 (24)

NR. 1, PP. 2—12

Peter Fajfar:

SEISMIC ANALYSIS OF STRUCTURES

The time-history method with the use of modal analysis and of the Duhamel integral is presented and the response spectrum method is explained. The application of these methods in earthquake engineering is described and some problems of seismic analysis are mentioned.

iz naših kolektivov

IZ GLASILA SGP STAVBENIK, KOPER

● Delež v akciji 26.000 stanovanj

Naša celotna obveza v tej akciji predstavlja 1.467 stanovanj, dokončanih v letih 1974 in 1975. Od tega:

	Število stanovanj v 1974	Število stanovanj v 1975	Število stanovanj skupaj
v Ljubljani	478	396	874
v obalnem področju	276	317	593
Skupaj	754	713	1467

Brez dvoma je naloga obsežna, saj predstavlja 5,7% celotne akcije in nas zato toliko bolj zavezuje, da jo v celoti in pravočasno izpolnimo.

● Kulturno zabavna prireditev za gradbince

Na pobudo medobčinskega odbora sindikata gradbenih delavcev Koper je 14. 12. 1974 v avditoriju v Portorožu, 36-članska skupina delavskega KUD MITAR TRIFUNOVIĆ-UČO iz Tuzle izvedla svoj izbrani program za vse gradbene delavce južnoprimorske regije. Skupina je dobitnik mnogih priznanj v domovini in na tujem. Dvorana je bila napolnjena do zadnjega kotička, prireditev sama pa je izredno uspela. Začeto pot je treba nadaljevati in gradbincem poleg strokovnega izobraževanja nuditi tudi čimveč kulturnega življenja.

● Iz kamnoloma Rižana

Naš novi kamnolom v Griži pod Kubedom ima nad 6 milij. m³ zaloge kvalitetnega apnenca. Torej bo mo brez skrbi lahko proizvajali po 100.000 m³ letno za beton, pesek in tampone. 19. XI. 1974 je Geološki zavod Ljubljana izvršil prvo poskusno miniranje z meritvami potresnih sunkov. Pri porabi 3,5 tone eksploziva so instrumenti zaznamovali minimalne potresne sunke.

● Pomagali smo Kozjancem

Sektor dela primorskih podjetij na potresnem področju je Pristava in okoliške vasi. Do sedaj smo uspeli zgraditi 8 trietažnih stanovanjskih hiš, sanirali smo nad 30 stanovanjskih objektov IV. kategorije in postavili 13 do 15 predvidenih provizorijev. Po pripravi solidnega programa obnove bo treba v prihodnjem letu še uspešneje nadaljevati z odpravo posledic potresa na Kozjanskem.

TRBOVELJSKI CEMENTAR ŠT. 12/74

Predlog plana proizvodnje cementa v Trbovljah leta 1975

1. Proizvodnja za celo leto 1975 je predvidena za vse kvalitete cementa skupaj 540.000 ton in sicer:

	ton
a) M 50 z 350	30.000
b) P 150 p 450	470.000
c) PC 550	40.000
Skupaj	540.000

2. Proizvodnja klinkerja je predvidena 427.400

a) Proizvodnja apnenčeve moke v Zidanem mostu	16.000
-----------------------------------------------	--------

b) Razen proizvodnje metalurškega cementa in apnenčeve moke, bo Zidani most še nadalje opravljal usluge mletja raznih proizvodov.

NOVA CEMENTARNA ANHOVO

1. Kaj izvemo o tem gradbišču iz št. 5/74 lista delovne skupnosti SGP Primorje, Ajdovščina?

S prvimi deli, ki so povezana z novo cementarno v Anhovem, smo pričeli že v začetku 1974. leta. Naj navedemo le nekaj števil, ki kažejo velikost zastavljenega projekta:

Skupna investicija bo po dosedanjih podatkih znašala ca.	1.000.000.000 din
od tega gradbena dela ca.	300.000.000 din

Nova rotacijska peč bo proizvajala dnevno okrog 2.000 ton klinkerja, kar znaša skupaj s kapaciteto stare cementarne milijon ton cementa na leto. Vsa dela do torja zaključena do sredine leta 1976, vsa še preostala torja zaključena do sredine leta 1976, vas še preostala dela pa do konca leta 1976.

Gradbena dela izvajata 2 izvajalca in sicer Gradis in Primorje. Gradis bo gradil objekte le na desnem bregu Soče, od kateri hso glavni naslednji: mlinica surovin, silosa za homogenizacijo laporne moke, skladiščni silosi cementa, pakiranje cementa, odprema itd. Primorje pa bo izvajalo vsa zemeljska dela, objekte nizkih gradenj (cestišča, viadukt itd.), vse objekte na levem bregu Soče (drobilnico, halo predhomogenizacije, presipne postaje), temelje za objekte na desnem bregu, ki imajo sicer jekleno konstrukcijo (temelje peči, temelje silosov, klinkerja, žlindre in gipsa), transportne in druge povezave (stebri transportnega mostu, instalacijski kanali itd.) ter ostale pomožne objekte (vzdrževalne delavnice, upravno stavbo s centralnim upravljanjem itd.).

Naj navedemo v kratkem še podatke o obsegu del, ki bodo izvršena v letošnjem letu.

Pripravlja se naselje in urejuje gradbišče, od objektov pa naj bi v decembru pričeli z objektom G7.

Končan je most preko Soče s cestnim priključkom na glavno cesto. Konec februarja naj bi bila končana dela na hali predhomogenizacije, nakar bo sledila montaža jeklene konstrukcije, izvršena so obsežna zemeljska dela na levem bregu, ki so vezana tudi na novo cesto v kamnolom, ki naj bi bila v grobem izvršena že v tem letu. Na desnem bregu so bila izvršena razna rušitvena dela, izravnava zemljišča na približno polovici površine, objekta hudournika I. in II., v teku pa je gradnja transportnih mostov, instalacijskega kanala ter viadukta. Iz skupnega obsega del je razvidno, da bo prav v letu 1975 potrebno narediti največ, da bomo opravili tisto kar smo prevzeli na tem velikem objektu.

IZ GRADISOVEGA VESTNIKA

● Gradis je drugo največje gradbeno podjetje v državi

Revija Ekonomska politika je v letošnji septembrski številki objavila vrstno listo 200 največjih delovnih organizacij v Jugoslaviji.

(po podatkih ZR za leto 1973)

Največja gradbena podjetja Jugoslavije so:

Vrstni red			Ime podjetja, kraj	Celotni dohodek v 000	Povprečno porabljena osnovna sredstva	Povprečno število zaposlenih
1971	1972	1973		din	din	
45	53	58	Komgrap Beograd	1512.921	461.918	6539
59	92	78	Gradis Ljubljana	1129.755	411.499	5208
74	76	—	Rad Beograd	974.318	48.281	4869
79	—	—	Industrogradnja, Zagreb	921.259	389.721	4313
80	90	86	Trudbenik, Beograd	911.544	305.820	4189
106	79	—	Pelagonija, Skopje	748.496	206.381	5963
113	104	96	Hidroelektro, Zagreb	708.517	446.617	4158
124	—	—	Vranica, Sarajevo	660.705	191.783	3487

● 20 let Gradisovega biroja za projektiranje

Po dolgoletnih zahtevah gradbenih podjetij je v Uradnem listu FLRJ, št. 12/51 in 6/54 izšla dopolnitev Odloka o gradnji in projektiranju, s katero so gradbena podjetja dobila pravico ustanavljati svoje projektivne biroje, ki pa morajo biti organizirani kot posebni obrati. 8. september 1954 lahko smatramo kot rojstni dan našega biroja. Biro, čeprav mala enota, je s svojo solidarnostjo tako po kvaliteti izdelka, kot tudi glede rokov kmalu zavzel mesto med najboljšimi projektivnimi organizacijami v Sloveniji.

Ko človek brska skozi dvajsetletni šifrant projektov, v trde platnice vezanji veliki zvezek ugotovi, da se bo kmalu zapisala tekoča številka 1000. To pomeni naročilo za tisočo projektno nalogo večjega obsega, saj manjše projektne usluge registriramo posebej v obliki delovnih nalogov. Tu je razviden tudi ves vsebinski opus ustvarjalnih naporov in doprinosov tega projektantskega kolektiva tako pri razvoju našega podjetja, kot pri vsej povojni izgradnji naše ožje in širše domovine. Danes je naš Biro s 50 člani največja projektantska organizacija v sklopu gradbenega podjetja v Sloveniji. Realizacija v letu 1974 bo dosegla 6.600.000 dinarjev.

● Jedrska elektrarna

V Krškem smo začeli graditi jedrsko elektrarno. ki bo eden največjih elektroenergetskih objektov pri nas, proizvajala pa bo dve tretjini današnje porabe električne energije v Sloveniji. Že konec desetletja bo nova elektrarna z močjo 632 megavatov dajala 4,4 milijarde kilovatnih ur električne energije na leto. Celotna gradnja, ki jo financirata Slovenija in Hrvaška, bo veljala predvidoma 7 milijard dinarjev. Opremo zanjo bo dobavila ameriška firma Westinghouse. Centrala bo na leto porabila 16 ton obogatene urana, ki bo prihajal iz rudnika na Žirovskem vrhu.

● Dimnik v TE Trbovlje že leze iz tal

Pričetek pripravljalnih del za velik dimnik v Termoelektrarni v Trbovljah je bil 29. VIII. 1974. Dimnik bo visok 360 m. Strupeni dim iz elektrarne bodo prav zaradi te višine, zračne struje razredčile in ga odnašale.

Pri gradnji tega giganta sodeluje poleg Gradisa tudi Vatrostalna iz Bosne in Carrena iz Düsseldorfa. Gradis je v bližini elektrarne postavil lastno betonarno SB 500, ki ima zmogljivost 23—25 m³ zmešanega betona na uro. Pred koncem pripravljalnih del so pričeli že z izdelavo pilotov. Pilotazo opravlja Geološki zavod iz Ljubljane. Po projektu je za dimnik predvidenih 62 benoto pilotov s premerom 1,5 metra. Pilote vrtajo od kote 13 do 14 pod terenom. Tako so

ti piloti najmanj 3 metre v dolomit. Takoj za tem so pričeli tudi z injiciranjem pete pilotov. Za pilote je predvideno okoli 1200 m³ MB 300 in 70 ton rebraste armature ϕ 32. V temelj dimnika bo vgrajeno približno 1300 m³ betona.

● Dvestoti obisk prijatelja

Naj povem, da je to naš »Gradisov vestnik«, ki z današnjo izdajo prihaja dvestotič med nas. Prav gotovo je to za mesečno glasilo številka, ki sama govori o prehojeni poti našega časopisa.

Ko danes listam po že porumenelih prvih izvodih glasila, sicer manj uglednih po zunanosti, in jih primerjam z novjšimi, brez posebnega truda odkrivam neverjetno podobnost. Predvsem vsebinsko. Kako dosledno je glasilo ves čas, ob prikazu vseh aktualnih dogodkov v kolektivu, ob številnih strogovih sestavkih, uspevalo doseči veliko mero preprostosti, za mnoge izmed nas tako zelo pomembne domačnosti. Številni prispevki iz življenja in dela gradbenega delavca so mnogo pripomogli k odkrivanju; včasih tudi slabosti in oblik reševanja vprašanj povezanih z delom.

Vseskozi je z ubranimi izraznimi besedami gojil razvijanje pravih odnosov znotraj kolektiva, moralnih vrednosti, skrbel za popularizacijo Gradisa v širšem smislu. Kot pomemben člen v sistemu informiranja je prav gotovo prispeval levji delež, da je obveščanje postalo sestavni del samoupravnih odnosov.

Da bi ostal tak tudi v bodoče, je naša velika želja!

● Zelena luč za Bernardin

Zasadili smo prve lopate na gradbišču velikega hotelskega kompleksa Bernardin. Komplex Bernardin bo imel 1616 postelj, po en notranji bazen v obeh hotelih, dva zunanja bazena, bazen za otroke, tri urejena kopališča, pristanišče za čolne, številne restavracije, prodajalnice in vrsto drugih pomožnih objektov. Z gradnjo hotela A kategorije »Pečina« se bo pričelo takoj, saj mora biti gotov že septembra 1975. Hotel visoke B kategorije »Pristan«, ter tretjina vasi pa mora biti gotova do konca leta 1975. Torej so roki za tako velik kompleks gradnje izredno kratki in bo potrebno pošteno pljuniti v roke.

NOVA DELA SGP PIONIR, NOVO MESTO

V času od 17. V. 1974 pa do izida št. 11-12/74 BILTENA so bile z investitorji dokončno podpisane pogodbe za naslednje pomembne objekte v vrednosti nad 4 milijone dinarjev:

— s podjetjem »Novoteks«, Novo mesto za skladišče konfekcije v Novem mestu — investicijska vrednost 4,060.000 din,

— s podjetjem »Ljubljanske opekarne«, Ljubljana za gradnjo tovarne keramičnih ploščic v Trebnjem — investicijska vrednost 9,802.132 din,

— s podjetjem »Žito«, Ljubljana za gradnjo pekarnice v Črnomlju — investicijska vrednost 4,159.623 dinarjev,

— s Tovarno celuloze in papirja »Duro Salaj«, Krško za gradnjo objektov: Trafopostaja v Krškem, Kondenzatorska postaja in Papirni stroj III — investicijska vrednost 23,262.980 din,

— z Zdraviliščem Rogaška Slatina za dodatna dela pri gradnji hotela — investicijska vrednost 22,203.859 dinarjev,

— s Skupščino občine Krško za gradnjo viadukta in nadvoza v Krškem — investicijska vrednost 13,670.000 dinarjev,

— s Domom počitka Impoljca za gradnjo depandanse v Krškem — investicijska vrednost 11,576.677 din,

— s podjetjem »Žito«, Ljubljana za gradnjo pekarnice na Vrhniki — investicijska vrednost 4,335.618 dinarjev,

— s podjetjem »Savske elektrarne«, Ljubljana za gradnjo razdelilne transformatorske postaje Ljubljana II — investicijska vrednost 39,729.263 din,

— s podjetjem »Jedinstvo«, Zagreb-Jankomir za gradnjo montažne hale — investicijska vrednost 6,212.094 din,

— s podjetjem PLIVA, Zagreb za gradnjo objekta Kemofarmacija v Kalinovici — investicijska vrednost 10,806.036 din,

— z GP »Izgradnja«, Bihac za montažno konstrukcijo — investicijska vrednost 4,934.080 din,

— s podjetjem »Novomontaža«, Novo mesto za gradnjo proizvodne skladiščne hale — investicijska vrednost 4,271.773 din,

— s Tovarno kondenzatorjev »Iskra«, Semič za objekt Proizvodna hala v Semiču — investicijska vrednost 9,660.000 din,

— s podjetjem ŠIK »Gornji Ibar«, Rožaj za montažno konstrukcijo — investicijska vrednost 6,655.720 dinarjev.

Poleg gornjih je bilo sklenjenih v istem času še 34 pogodb za objekte v vrednosti manj kot 4 milijone din, katerih skupna vrednost znaša 61,634.000 din.

PETNAJST LET INGRADA

Pred petnajstimi leti je pet celjskih gradbenih kolektivov: Beton, Graditelj Stavbenik, Savinjgrad in Cementnine sklenilo, da se združijo. Tako je nastalo novo, veliko gradbeno-industrijsko podjetje Ingrad, Celje.

V teh petnajstih letih se je Ingrad uveljavil kot izvajalec vseh, pa tudi najzahtevnejših gradbenih del, zlasti na področju SR Slovenije. Izvajal pa je tudi investicijska dela v sosednji Hrvaški in v inozemstvu, v ZR Nemčiji. Delavci Ingrada so v tem času zgradili in izročili v uporabo:

- 177 stanovanjskih objektov s 4.322 stanovanji,
- 141 industrijskih objektov,
- 64 objektov javne gradnje,
- 39 objektov za trgovino, gostinstvo in kmetijstvo,
- 22 objektov nizkih gradenj.

Kolektiv Ingrada je ponosen na svoje petnajstletne delovne uspehe in obogaten z izkušnjami, z izpopolnjeno tehnologijo in boljše opremljeno mehanizacijo prevzema nove naloge.

POGODBE SGP PROJEKT KRANJ

Iz OBVESTILA, št. 4/74 SGP PROJEKT, Kranj izvemo da imajo za leto 1974 z investitorji sklenjenih pogodb v skupni vrednosti 222,356.218 dinarjev. Delež posameznih TOZD v prevzemu pogodbenih obveznosti znaša:

TOZD Kranj	123,693.887.— din
TOZD Javornik	36,070.676.— din
TOZD Kamnik	26,236.014.— din
TOZD Tržič	25,297.051.— din

GRADNJA 26.000 STANOVANJ IN STAVBAR

(povzeto po glasilu GP Stavbar, Maribor, št. 1/V)

GP Stavbar se vključuje v program »Akcija 26.000 stanovanj« v okviru sporazuma o družbeno usmerjeni gradnji stanovanj v Mariboru. Ta zajema gradnjo stanovanj v delih petih sosesk. V Mariboru je v letih 1974 in 1975 predvidena izgradnja 2.600 stanovanj, tj. 10 % obsega celotne republiške akcije. Stavbar bo v letu 1974 predal 203 stanovanja, v letu 1975 pa 736 stanovanj, torej v obeh letih skupaj 939. Vsa stanovanja, katera nameravamo predati v letu 1975 so v gradnji in to nam daje jamstvo, da bomo načrt izpolnili.

Zadovoljstvo ob predvidenem obsegu stanovanjske gradnje pa nam kvari dejstvo, da smo prvič v zadnjih 10 letih brez zemljišča, na katerem bi lahko pripravljali nadaljnjo gradnjo stanovanj. Danes je že dejstvo, da v prvem polletju 1975 ne bomo pričeli pomembnejših stanovanjskih novogradenj, ker niso pripravljena gradbena zemljišča. Pripravljeno zemljišče namreč ni tisto, za katero se je nekje porodila določena ideja o zazidavi, ampak le ono, za katerega je sprejet zazidalni načrt, izdelana lokacijska dokumentacija in je predano graditelju v uporabo za gradnjo, nakar šele lahko pričnemo z izdelavo projektov. V takem stanju pa nimamo danes žal nobenega zemljišča. Pričakujemo, da bo stanje kot ga imamo danes pripomoglo, da bodo vsi dejavniki pospešili svoje napore zato, da odpravimo to ozko grlo pri graditvi stanovanj. Stanovanjska gradnja je zahtevna, obvladali jo bomo lažje, če bomo govorili isti jezik vsi in stalno, v vseh fazah — od priprave, same gradnje pa do predaje stanovanj tistim, ki jih težko pričakujejo.

KAJ ŠE GRADI STAVBAR?

Poleg graditve stanovanj gradimo tudi druge investicijske objekte, med katerimi so najpomembnejši:

— OBJEKT VEKŠ: pravočasno smo končali gradnjo »B« objekta VEKŠ v Mariboru. Z novim objektom sta pridobljeni dve veliki predavalnici (1 s 300 in 1 s 140 sedeži), čitalnica, knjižnica, 10 seminarjskih sob, 65 kabinetov in računski center,

— DOM UPOKOJENCEV: v 368 delovnih dneh smo opredelili v upravljanje dom upokojencev. Trije trakti s 6 etažami nudijo preskrbo 240 upokojencem. Dom ima posebno bolniško etažo, kuhinjo, restavracijo, pralnico, hobi sobo, telovadnico, frizerski salon in zaklonišče,

— PROIZVODNA HALA PLANIKE v Turnišču: 7000 m² proizvodnih prostorov predstavlja do danes največjo proizvodno halo, zgrajeno pri Stavbarju. Hala je ločnega sistema »Gorica«,

— PROIZVODNA HALA MARIBORSKI TISK: tri ladje razpona 16 m so dolge 130 m, ena pa 100 m. Hala je v celoti 2-etažna z vmesno ploščo nosilnosti 2500 kg na m². Priključen je še trietažni aneks s površino 1200 m². Ves objekt je klimatiziran. Celotna gradnja bo trajala 18 mesecev.

— SKLADIŠČNA HALA SLOVENIJALEŠ: Objekt ima 4 ladje dolžine 81 m, razpona 17,5 m s površino 6570 m². Dvoetažni aneks s 560 m² bo obsegal razstavne in pisarniške prostore,

— PROIZVODNA HALA »DELTE« v PTUJU: zelo zanimiv objekt je v celoti montažen. Podporna konstrukcija je betonska, strešna pa jeklena, pokrita s ploščami iz glinopor betona. Tudi fasada je iz lahkih glinopor-betonskih plošč. Hala meri 220 m² in je gotova,

— PROIZVODNA HALA »OPTYL« v ORMOŽU: pričeli smo z izgradnjo novih proizvodnih prostorov tovarne Jože Kerenčič v Ormožu. Po konstruktivni zasnovi je hala podobna hali »DELTE« v Ptuju. Meri 2100 m² in bo gotova do 1. maja 1975. Pričakujemo še gradnjo aneksa kakih 1000 m² površine,

— UMETNO DRŠALIŠČE: gradnja dršališča v Mariboru spada med zelo zahtevne in redke objekte. Olimpijska plošča dimenzij 30 × 60 m je debela 2 × 14 centimetrov v prednapeti izvedbi in smo vanjo v manj kot v 24 urah vgradili 520 m³ betona. V plošči je vgrajenih kakih 21 km hladilnih cevi.

— SKLADIŠČNI PROSTORI STTC: v oktobru smo sklenili pogodbo za izgradnjo Skladiščno transportnega in trgovskega centra v Mariboru. Hala bo velika 16.541 m² v dvoetažni izvedbi, razpetine 2 × 24 m. Ob hali bo tudi aneks s 1800 m². Objekt mora biti dokončan do 29. XI. 1975,

— OSTALI OBJEKTI: proizvodne hale Cevovoda, Atmos, Avtoobnove, Talisa, Primata, Sloge-Djurdjevac, Podravke-Koprivnica, Avtobusnega prometa, Elektrokovine, Elrada iz Radgone, Študentski paviljon z ambulanto ter osnovna šola v Radvanju.

IZ GLASNIKA DELOVNE SKUPNOSTI GP TEHNIKA

● V marcu bomo predali preko 100 stanovanj:

v aprilu letos je Tehnika prevzela na Koleziji v Ljubljani gradnjo prek 100 stanovanj, ki se gradijo iz solidarnostnega sklada naročnika občine Vič-Rudnik. Stanovanja bomo predali predvidoma v marcu. V objektu A 2 bo 53 stanovanj, od teh 14 enosobnih, 4 enopol sobnih, 20 dvosobnih, 10 dvoipol sobnih ter 5 garsonjer. Objekt A 1 bo večji še za eno stopnišče. Tlorisna razporeditev je ugodna in sama stanovanja so dovolj velika. Gradnja poteka brez zastojev.

KAJ GRADI DELOVNA SKUPNOST SGP SLOVENIJA CESTE?

(iz št. 72—73 glasila KOLEKTIV)

● TOZD Nizke gradnje

Na avtocesti kaže, da plana ne bomo dosegli. Glavni vzrok je izredno deževno leto, spremembe projektov na deviacijah in delno na trasi. Tehnična dokumentacija je kasnila za vse tri priključke v Framu, Slovenski Bistrici in Konjicah. Zemeljska dela so na prvem sektorju v glavnem končana, na drugem in tretjem pa so nad planom. Kasnimo v glavnem pri delih na zgornjem ustroju. Poudariti moramo, da nam tu ne grozi časovna stiska, ker razpolagamo z zadostnimi zmogljivostmi. Vprašljiva pa bi bila kvaliteta, če bi asfaltbeton polagali v takem vremenu, kot je bila letošnja jesen.

Na gradbšču Portorož je investitor za dela na Bernardinu zakasnil s tehnično dokumentacijo in z zagotovitvijo finančnih sredstev. Podobno je bilo tudi pri ankaranskem križišču. Zakasnitev dokumentacije je pričetek del pomaknila v drugo trimesečje in zato

nismo mogli izkoristiti ugodne zimske sezone. Kljub navedenim zakasnitvam pričakujemo, da bomo planirano proizvodnjo le dosegli.

Za naslednje leto imamo prevzeta naslednja dela:

— dokončanje del na Avtocesti v vrednosti	180 milij. din
— dokončanje del na aerodromu Maribor	27 milij. din
— odsek avtoceste Hudinja—Arja vas	65 milij. din
— komunalna ureditev Bernardina	18 milij. din
— dokončanje del za Biro 71 v Trzinu	9 milij. din
	skupaj 299 milij. din

Če se bodo pričela še gradbena dela na hidroelektrarni Drava II, potem nas tu čakajo še dela v vrednosti 80 milijonov din. Ti podatki nam kažejo, da se bomo morali pozimi temeljito pripraviti, da bomo kos prevzetim nalogam.

● TOZD Visoke gradnje

Pregled realizacije na visokih gradnjah za prvih deset letošnjih mesecev nam pokaže, da smo izvršili za 151.541.006 din skupne realizacije, od tega 101.545.255 dinarjev neto gradbenih del, kar pomeni 106,9% izvršitve plana. Za nami so uspešno zaključena dela na več objektih, od katerih naj naštejemo najpomembnejše:

- skladišče STOL, Duplica,
- most čez Kamniško Bistrico v Domžalah,
- obrat Žarnice v Stegnah,
- rezervoar PETROL v Zalogu,
- avtobusna postaja v Kočevju,
- hala XVI v Javnih skladiščih,
- razna dela v Mineralu,
- novi proizvodni prostori Ljubljanskih mlekarn,
- silosi za krmo za Ljubljanske mlekarn,
- oporni zidovi na nadomestni cesti Portorož—Piran,
- razni mostovi, nadvozi in oporni zidovi na AC Hoče—Dramlje,
- podhod za pešce, propusti, galerije in most čez Rižano na ankaranskem križišču.

Dejavnost TOZD Visoke gradnje je, kot je videti iz pregleda, v letu 1974 organizirana v treh regijah: štajerski predel, kjer gradimo objekte na avtocesti, primorski bazen, kjer delujemo na hotelskem kompleksu Bernardin, ankaranskem križišču, v Luciji in v Lomu pri Logatcuter ljubljanski bazen, kjer delamo na področju Most, Domžal, Medvod, Brnika in drugod.

»OBVESTILA« DELOVNEGA KOLEKTIVA GP OBNOVA, LJUBLJANA

● Kaj gradimo

— TOZD Splošnih gradenj ima nekaj precej velikih del. V Goričanah pri Medvodah gradi glavni proizvodni jarek novega papirnega stroja v Tovarni celuloze in papirja.

— Za Autocommerce gradi skladišče rezervnih delov in nekaj objektov v kafileriji Koteks-Tobus v Zalogu.

— Od stanovanjske gradnje je treba omeniti stanovanjski blok B-2 v Dravljah, ki je grajen v sistemu zidakov PRSF, stolpnico B-1 v Šiški in skupino treh stolpnice v Domžalah. Za papirnico na Količevem pa gradijo v Radomljah stanovanjski stolpič.

— Hotel Argonavti v Novi Gorici bo končan do novega leta, če ne bo prevelikih zamud z obrtniškimi deli.

— Pričeli smo z gradnjo dveh osnovnih šol, in sicer v Novem Polju ter v Sostrem. V Domžalah pričnemo z gradnjo velike blagovne hiše »Napredek« s pribl. 6.000 m² površine. Dovršitveni rok je februar 1976.

— TOZD Splošnih gradenj se je vključil tudi v obnovo porušenega Kozjanskega v krajevnih skupnostih Loka pri Žusmu in Prevorje. Kaže, da bomo prevzeli tudi gradnjo nove šole v Ponikvi.

— TOZD Montažne gradnje se je preselil iz Šiške za Bežigrad na sososko BS-3. Tu bo v naslednjih letih zrastle stanovanjsko naselje z 2.700 stanovanji. Polovico jih bo zgradila OBNOVA, drugo polovico pa PIONIR in TEHNIKA.

— V Slapah se nadaljuje z gradnjo stanovanj še po sistemu lahke montaže.

— Poleg stanovanj gradi TOZD Montažne gradnje tudi industrijske objekte. Tako gre delo na proizvodni hali Black-Decker v Grosupljem h koncu, pričnejo pa z gradnjo enakega objekta iz madžarskih montažnih elementov v Ivančni Gorici za Agrostroj iz Ljubljane. Do konca leta bo gotova tudi nadzidava poslovne stavbe Metalka. Projekti za novo skladišče Metalke v Vižmarjih bodo gotovi še letos. Objekt bo velika armiranobetonska montažna hala s površino prek 16.000 m².

Iz navedenega sledi, da so prevzete obveznosti velike. Potruditi se bo treba, da jih bomo pravočasno in kvalitetno izpolnili.

● Kako gradijo stanovanja v Budimpešti

Pod tem naslovom je objavljen zelo zanimiv in izčrpen sestavek v decembrski številki OBVESTILA. Najbrž pa bi bila zanimiva tudi primerjava nekaterih prikazanih pomembnih podatkov z ustreznimi našimi podatki, ki vplivajo na obseg, hitrost, ceno in kakovost graditve stanovanj v obeh državah.

TUDI IMP MED 200 NAJVEČJIMI V JUGOSLAVIJI

Revija Ekonomska politika je tudi letos objavila seznam 200 največjih podjetij v lanskem letu v Jugoslaviji. V letu 1973 je naše podjetje zavzelo 110. me-

sto. Za primerjavo naj povemo, da smo bili leta 1972 še na 126. mestu. Ob tem pa je treba povedati, da je bilo naše podjetje leta 1972 po stopnji rasti 14. podjetje v državi, lani pa že 7. po vrsti v Jugoslaviji.

IMP OPREMILO NOVO ISKRO NA TRGU REVOLUCIJE V LJUBLJANI

(Iz IMP GLASNIKA)

Kaj pravi investitor?

»Na začetku moram poudariti, da ISKRA je naše podjetje pri izvajanju investicij že vrsto let zelo uspešno sodelujeta in da je bilo prav to odločilno, da smo IMP zaupali izvajanje del na projektivno-poslovnem centru na Trgu revolucije. Mi se dobro zavedamo, da lahko praktično le IMP kompleksno prevzame vsa takšna dela. Pri Vašem podjetju je združeno tako projektiranje, se pravi načrtovanje in izvajanje.

Glede poteka dela nimam nobenih pripomb. To je bilo eno redkih gradbišč pri nas, ki je bilo predano predčasno, saj smo dobili uporabno dovoljenje mesec dni pred rokom in mislim, da je to kakovost več.«

In kaj pravi predstavnik našega podjetja?

»Iskrino poslovno stavbo smo začeli projektirati leta 1971, dela pa izvajati leta 1972. V kurilni sezoni 1972/73 je bil objekt že zasteklen in ogrevan. Stavba je konstrukcijsko enaka stavbi Ljubljanske banke, zato smo vse izkušnje, ki smo jih pridobili pri montaži instalacij stolpnice Ljubljanske banke s pridom uporabili pri Iskra-commercu. Klimatsko je stolpnica razdeljena v tri različna območja, oziroma ima tri različne naprave:

1. Kapa: sejna dvorana, pisarne, strojnice — to so nizkotlačne klimatske naprave.

2. Od 1. do 12. nadstropja je visokotlačna klimatizacija z indukcijskimi konvektorji.

3. Prva in druga klet, v katerih so, računski center, telefonska centrala, menza, arhiv, kompaktni pa so klimatizirane z nizkotlačnimi napravami. Del strojnice je skupen tako za Ljubljansko banko kot za Iskra-commerce, poleg tega so skupne še trafo postaje, agregati, agregatski prostor, hladilne naprave in centralni kontrolni prostor — selectacot.

Na montaži je delalo povprečno po 12 električarjev, 6 vodovodnih inštalaterjev, 8 monterjev centralne kurjave, 12 kleparjev, v konicah pa seveda več, zlasti električarjev. Pri delu niti ni bilo posebnih težav.

Bogdan Melihar

prikazi in ocene

ALUMINIUM — TASCHENBUCH, 13. izd. Aluminium — Verlag, Düsseldorf, 1974 (1055 strani)

Priročnik je namenjen za potrošnike in za predelovalce aluminija. Glede na prejšnjo izdajo je tekst povsem predelan in bistveno razširjen.

O pridobivanju aluminija in o osnovah materiala je podana bolj splošna informacija. Zato pa je večji poudarek na ostalih poglavjih: lastnosti aluminija, polproizvodi in gotovi deli (dobljeni z valjanjem, iztiskavanjem, vlečenjem in kovanjem ter odlitki), toplotna obdelava pri predelovalcu, mehanska predelava, spajanje (varjenje, lepljenje, kovičenje, vijaceenje), površinska obdelava (mehanska, kemijska, anodna, premazi), konstruiranje z aluminijem, področja uporabe aluminija ter končno oznake za material.

Knjiga podaja stanje znanja s področja uporabe aluminija na izredno temeljit in pregleden način, tako kot smo tega vajeni le pri najboljših nemških pri-

ročnikih. Zelo ugodno je tudi to, da so na koncu poglavij dodani zelo obsežni seznam sodobne literature, iz katere lahko koristnik priročnika poišče snov za poglobljen študij. Poleg običajnih so uporabljene tudi SI-enote za mere.

Za konstruktorja nosilnih konstrukcij sta posebno zanimiva nov pristop za določanje uklonskih koeficientov v odvisnosti od trdnosti stopnje aluminijeve zlitine in uvajanje sodobne mehanike loma v zvezi z obnašanjem raznih zlitin pri lomu. Tako kot pri uklonu tlačnih delov pa bo slej ko prej potrebno upoštevati vpliv zakrivljenosti pri delovnem diagramu materiala tudi pri določanju dopustnih napetosti drugih nosilnih elementov.

Ta res odličen priročnik je skoraj nepogrešljiv za vsakogar, ki mora uporabljati znanje o uporabi aluminija in njegovih zlitin bodisi kot konstruktor ter izvajalec ali kot raziskovalec in učitelj.

M. Marinček

standardi, predpisi, zakonodaja**PREGLED STANDARDOV JUS
S PODROČJA GRADBENIŠTVA*****PANOGA U
GRADBENIŠTVO**

Glavna skupina U.A	Osnovni in splošni standardi za gradbeništvo		
JUS			
U.A2.020	1963	Določanje koeficienta toplotne prevodnosti z grelno ploščo	29.—
U.A9.001	1957	Enotna modularna koordinacija v stavbarstvu	10.—
U.A9.004	1967	Nadstropna višina stanovanjskih zgradb	17.—
Glavna skupina U.B			
Gradbena tla			
JUS			
U.B1.010	1968	Geomehanske raziskave: Vzetje vzorcev	19.—
U.B1.012	1968	Določanje vlažnosti zemljin	10.—
U.B1.014	1968	Določanje specifične teže zemljin	10.—
U.B1.016	1968	Določanje prostorninske teže zemljin	13.—
U.B1.018	1968	Določanje zrnavosti	17.—
U.B1.020	1968	Določanje konsistence zemljin	14.—
U.B1.022	1968	Določanje spremembe prostornine zemljin	14.—
U.B1.024	1968	Določanje vsebine organskih primesi v zemljinah	10.—
U.B1.026	1968	Določanje sestave karbon-skih tal	14.—
U.B1.028	1968	Neposredni strig (neposredna preiskava trdnosti)	20.—
U.B1.029	1970	Preiskava trdnosti v triosnem aparatu	23.—
U.B1.030	1968	Določanje trdnosti zemljin pri enosnem tlaku	10.—
U.B1.032	1969	Določanje stisljivosti zemljin	17.—
U.B1.034	1969	Določanje koeficienta	14.—
U.B1.036	1968	Določanje kapilarnega dvižka vode v zemljini	14.—
U.B1.038	1968	Določanje optimalne vsebine vode	14.—
U.B1.040	1968	Določanje ekvivalenta peščenih zemljin	10.—
U.B1.042	1969	Določanje kalifornijskega indeksa stabilnosti	20.—
U.B1.044	1969	Določanje produkta koeficienta kapilarne propustnosti in maksimalnega kapilarnega dvižka vode v zemljini	17.—
U.B1.046	1968	Določanje deformacijskega modula s krožno ploščo	17.—

* Uredništvo GV je sklenilo, da bo v glasilu redno spremljalo izhajanje standardov in drugih predpisov na področju gradbeništva. V dveh ali treh nadaljevanjih bomo najprej podali pregled vseh obstoječih, sedaj veljavnih predpisov JUS te panoge.

U.B1.048	1968	Določanje optimalne količine vode v zemljinah stabiliziranih s cementom za	10.—
U.B1.050	1969	Raziskava odpornosti proti mrazu za zemljine stabilizirane s cementom	14.—

Glavna skupina U.C
Gradbeno projektiranje

JUS			
U.C2.100	1966	Površina in volumen stavb. Pogoji izračunavanja	14.—
U.C2.200	1971	Naravno prezračevanje prostorov brez zunanjih oken skozi pokončne in vodoravne kanale. Sistemi kanalov	14.—
U.C2.201	1971	Naravno prezračevanje prostorov brez zunanjih oken skozi pokončne in vodoravne kanale. Sistem zbirnih kanalov	14.—
U.C2.202	1971	Prezračevanje prostorov brez zunanjih oken z ventilatorjem	17.—
U.C9.100	1962	Naravna in električna osvetlitev prostorov v stavbah	41.—

Glavna skupina U.E
Čista gradbeniška dela v gradbeništvo

JUS			
U.E3.020	1964	Tehnični pogoji za izdelavo betonskega vozišča	56.—
U.E4.010	1964	Tehnični pogoji za izdelavo površinskih obdelav	32.—
U.E4.012	1964	Tehnični pogoji za izdelavo bitumenskih in katranskih makadamov	56.—
U.E4.014	1964	Tehnični pogoji za izdelavo asfaltnih betonov	56.—
U.E4.016	1965	Tehnični pogoji za izdelavo katranskih betonov	44.—
U.E4.018	1965	Tehnični pogoji za izdelavo asfaltnih in katranskih betonov po hladnem postopku	41.—
U.E4.020	1970	Tehnični pogoji za izdelavo litih asfaltov	38.—
U.E9.020	1966	Klasične in sodobne podlage za ceste. Tehnični pogoji za izdelavo	59.—
U.E9.022	1970	Nosilni sloji zgornjega ustroja. Mehansko stabilizirani nosilni sloji zgornjega ustroja cest. Tehnični pogoji za izdelavo	29.—
U.E9.024	1970	S cementom stabilizirani nosilni sloji zgornjega ustroja cest. Tehnični pogoji za izdelavo	23.—
U.E9.026	1970	Z apnom stabilizirani nosilni sloji zgornjega ustroja cest. Tehnični pogoji za izdelavo	23.—

Glavna skupina U.F
Gradbeništvo

JUS			
U.F3.010	1960	Podi iz ksilolita	
		Definicija, vrste in kvaliteta	10.—

U.F3.020	1960	Podlaga	17.—	U.F7.010	1966	Naravni kamen. Tehnični pogoji za polaganje kamnitih plošč	44.—
U.F3.030	1960	Ksilolit za podlago (blindit)	17.—				
U.F3.040	1961	Enoslojni in dvoslojni	17.—				
U.F3.050	1966	Tehnični pogoji za polaganje teraca	20.—	Glavna skupina U.G		Instalacijska dela v gradbeništvu	
U.F3.052	1966	Teraco plošče. Tehnični pogoji za izdelavo in polaganje teraco plošč	20.—	JUS			
U.F3.060	1966	Vinil azbestne plošče za pode. Tehnični pogoji za polaganje podov	14.—	U.G1.500	1964	Cevi in oblikovni (fazonski) kosi iz trdega polivinilhlorida za kanalizacijo. Tehnični pogoji za uporabo (naprodaj v kompletu s skupino standardov od JUS G.C6.511 dalje)	
U.F3.070	1968	Tla iz litega asfalta. Tehnični pogoji za izdelavo	29.—				

(Se nadaljuje)
Zbral B. F.

iz strokovnih revij in časopisov

IZGRADNJA — Beograd, 1974. Št. 10

- Mgr. ing. Ž. Praščević: Prilog rešenju statički nedodređenih armiranobetonskih sistema. Str. 1—9, 5 sl.
- Ing. M. Milivojević: Rekonstrukcija postojeće poletno-sletne staze na aerodromu »Skopje« s posebnim osirom na kvalitet izvođenja radova. Str. 10—17, 7 sl.
- Ing. V. Dučić: Mineralna ulja kao primese u vodi za spravljanje betona i kao agresivni agensi na očvršli beton. Str. 18—20.
- Ing. B. Rogić: Novi pravci razvoja konstruktivnih sistema u oblasti industrijske izgradnje visokih stanbenih zgrada panelnog sistema u Moskvi. Str. 21—25, 6 sl.
- Ing. J. Mladjenović: Od ideje do racionalnog stanja (IX). Str. 26—31, 7 sl.
- Ing. M. Stojić: Organizovanje poslova od zajedničkog interesa u gradjevinarstvu. Str. 32—35.
- Projektovanje — Gradjenje — Objekti. Str. 36—38, 3 sl.
- Iz inostranih časopisa. Str. 39, 2 sl.
- Vesti i saopštenja. Str. 40.
- Pregled periodike i knjiga. Str. 41—42.

DOKUMENTACIJA ZA GRADJEVINARSTVO I ARHITEKTURU — Beograd, 1974. Št. 255

- ILB-573. Proizvodnja u gradjevinarstvu do kraja aprila 1974. godine. 6 str.
- ILG-574. Proizvodnja u industriji grajevinarskog materijala do kraja aprila 1974. godine. 4 str.
- ILG-575. Lični dohoci u gradjevinarstvu i ostalim oblastima privrede u aprilu 1974. godine. 2 str.
- ILG-576. Proizvodnja u gradjevinarstvu do kraja maja 1974. godine. 4 str.
- ILG-577. Proizvodnja u industriji gradjevinarskog materijala do kraja maja 1974. godine. 4 str.
- SGA-1297. Toplotna obrada betona (Prikaz nekih inostranih izračunavanja, autor: Č. Rajić). 58 str.
- KIG-160. Klasifikovani indikatori za gradjevinarstvo (od r. br. 403 do r. br. 456 — prikaz članka iz jugoslov. i stranih stručnih časopisa). 16 str.
- TKD-250. Prosečna prodajna cena proizvođača gradjevinarskog materijala za teritoriju SFRJ u junu 1972, 1973 i 1974. godine. 10 str.
- TKD-251. Prosečna prodajna cena proizvođača gradjevinarskog materijala u julu 1972, 1973 i 1974. godine. 10 str.

DOKUMENTACIJA ZA GRADJEVINARSTVO I ARHITEKTURU — Beograd, 1974. Št. 256

- ILG-578. Proizvodnja u gradjevinarstvu do kraja juna 1974. godine. 6 str.
- ILG-579. Proizvodnja u industriji gradjevinarskog materijala do kraja juna 1974. godine. 4 str.
- ILG-580. Lični dohoci u gradjevinarstvu i ostalim oblastima privrede u maju 1974. godine. 2 str.
- ILG-581. Stanbena izgradnja u društvenom sektoru u prvom polugodištu 1974. godine. 2 str.
- DGA-1298. Snegobran (Autor: M. Krstić). 6 str.
- DGA-1299. Nomenklatura zanimanja u gradjevinarstvu. 6 str.
- DGA-1300. Standardizacija elemenata za otvoreni sistem gradjenja (Prikaz). 2 str.
- DGA-1301. Programiranje, planiranje, projektovanje i ustupanje na izvođenje objekata hidrogradnje i niskogradnje (Prikaz). 4 str.
- DGA-1302. Metoda izrade koordinacionih projekata komunalnog uredjenja u stanbenim naseljima (Prikaz). 4 str.
- KIG-161. Klasifikovani indikatori za gradjevinarstvo (od r. br. 457 do r. br. 544 — Prikaz članka iz jugoslov. i stranih stručnih časopisa). 26 str.
- TKD-252. Prosečna prodajna cena proizvođača gradjevinarskog materijala za teritoriju SFRJ u avgustu 1972, 1973 i 1974. godine. 10 str.
- TKD-253. Cene gradjevinarskog materijala od 1. I. do 31. V. 1974. godine. 34 str.
- TKD-254. Analiza kretanja cena po nekim karakterističnim pozicijama gradjevinarskih radova u 1973. godini. 28 str.
- TKD-255. Cena gradjevinarskih radova u prvom tromesečju 1974. godine. 10 str.

DOKUMENTACIJA ZA GRADJEVINARSTVO I ARHITEKTURU — Beograd, 1974. Št. 257

- ILG-582. Proizvodnja u gradjevinarstvu do kraja jula 1974. godine. 6 str.
- ILG-583. Proizvodnja u industriji gradjevinarskog materijala do kraja jula 1974. godine. 4 str.
- ILG-584. Lični dohoci u gradjevinarstvu i ostalim oblastima privrede u junu 1974. godine. 2 str.
- DGA-1303. Ustupanje izgradnje investicijskih objekata (Autor: J. Vojinović: Pregled i analiza propisa ovog područja). 24 str.
- DGA-1304. Bušenje i sečenje betona i armiranog betona termičkim postupkom. 14 str.

- DGA-1305. Standardizacija dimenzija sanitarne i kuhinjske opreme u stanu. 2 str.
- DGA-1306. Problemi prefabrikacije mostova manjih raspona, podužne i poprečne veze i roštiljnog dejstva (Prikaz). 2 str.
- DGA-1307. Uticaj viskoznosti zemljanih materijala u temeljnom tlu na sleganje visokih objekata (Prikaz). 2 str.
- KIG-162. Klasifikovani indikatori za gradjevinarstvo (od r. br. 545 do r. br. 614 — prikazi članka iz jugoslov. i stranih stručnih časopisa). 22 str.
- TKD-256. Prosečna prodajna cena proizvođača gradjevinskog materijala za teritoriju SFRJ u septembru 1972, 1973 i 1974. godine. 10 str.
- TKD-257. Cene gradjevinskog materijala u junu 1974. godine. 20 str.
- TKD-258. Cene gradjevinskih radova u drugom tromesečju 1974. godine. 10 str.

MATERIJALI I KONSTRUKCIJE — Beograd, 1974. Št. 2

- Mgr. Ing. N. Redžepagić: Stabilnost visokih oblagališta na površinskim kopovima kao problem konsolidacionih pornih pritisaka. Str. 3—23, 18 sl.
- Ing. N. Exel: Statističke metode u kontroli kvaliteta armature za prednapregnuti beton. Str. 24—37, 4 sl., 7 tab.
- Ing. F. Verić: Proračun temeljne ploče na usoljenom tlu. Str. 38—48, 10 sl.
- Ing. B. Kujundžić, prof. univ. direktor: Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«. Str. 49—50.
- Bibliografija. Str. 51—53.
- Kongresi — Savetovanja — Simpozijumi — Kolokvijumi. Str. 54—59.
- Iz jugoslovenskih društava za mehaniku stena i podzemne radove. Str. 60.

Ing. A. S.

Zaradi prevelikega števila prispelih prijav za informativno-pripravljalni seminar za strokovne izpite in z namenom, da bi omogočili udeležbo vsem kandidatom, objavljamo

RAZPIS

še enega

INFORMATIVNO-PRIPRAVLJALNEGA SEMINARJA ZA STROKOVNE IZPITE

v pomladanskem terminu. SEMINAR BO 12. MAJA 1975 v učilnici hotela »BOR« v Preddvoru. Program bo enak seminarjem 3. marca in 7. aprila 1975, ki sta povsem zasedena.

Ker je za majski seminar le malo prostih mest, priporočamo, da kandidati oziroma podjetja prijave takoj odpošljejo.

Tovrstni seminarji se bodo potem nadaljevali v jesenskem času od septembra dalje.

Prosimo, da na seminarje ne prihajajo kandidati, ki niso pravočasno prijavljeni in izrecno pozvani, ker ne bodo mogli biti sprejeti.

ZVEZA GRADBENIH INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV SLOVENIJE

Uvedba torkret postopka za adaptacijo opekarskih peči

1.0 UVOD

V zadnjem času velikih tehniških dosežkov so razvite države v svetu zaradi pomanjkanja delovne sile in predolгих zastojev v proizvodnji ter zaradi dolgotrajnih adaptacij toplotnih agregatov uporabile nov postopek saniranja notranjih oblog peči. Ta postopek se imenuje torkretiranje in so ga gradbeniki uporabljali že pred drugo svetovno vojno.

Kaj je torkretiranje

To je postopek nanašanja sveže betonske zmesi s pomočjo komprimiranega zraka kot transportnega sredstva na poškodovane površine sten. S torkret postopkom izravnavamo grobe površine sten na eni strani, na drugi strani pa naneseš sloj betona služi v statične namene (ojačenje sten, obokov in podobno). V primeru statičnega ojačevanja konstrukcije namestimo po potrebi armaturo, debelino ojačitve pa naneseš v več slojih.

Pri reparaurnih delih s torkret postopkom je potrebno predhodno očistiti površine, ki jih saniramo, kajti samo čiste površine so prvi izključni pogoj za dobro sprijemljivost med steno in sveže nanesenim slojem.

Znano je, da so izgube materiala pri torkretiranju zelo velike, posebno pa pri torkretiranju gradbenih objektov. Te izgube se lahko gibljejo do 25 % in udi več, kar je odvisno predvsem od sestave granulacije mase, maksimalnega zrna v agregatu, usmerjenosti šobe pri torkretiranju, vlažnosti mase ter kota med steno in šobo.

Kljub visokemu odstotku izgube materiala pri torkret postopku, je končna poraba materiala manjša od porabe materiala pri klasičnih izvedbah adaptacij, saj ni potrebno odstranjevati poškodovanih konstrukcijskih elementov.

Uporaba torkret postopka za adaptacijo poškodovanih površin peči je danes v industrijsko razvi-

tih državah tako močno razvita, da sanirajo hladne, tople in celo razžarjene stene peči, ki so segrete na 1200° C in tudi več. Pri saniranju notranjih poškodovanih površin peči uporabljamo namesto sveže betonske zmesi ognjestalne mase na osnovi keramično-kemičnih veziv.

2.0 TOPLOTNI OBJEKTI, KI JIH JE MOŽNO SANIRATI S POSTOPKOM TORKRETIRANJA

Danes se praktično lahko in tudi se sanirajo s postopkom torkretiranja skoraj vse vrste peči, bodisi v toplem ali hladnem stanju. Pogoj je le ta, da ima peč dober dostop do površin, ki jih namestavamo sanirati.

Kemična sestava mase za torkretiranje naj bi imela podobno sestavo kot osnovna podloga, ki jo saniramo.

Pri vpeljavi postopka torkretiranja za sanacije toplotnih agregatov smo se v prvi fazi omejili le na dotrajane krožne peči za žganje opečnih izdelkov. Znano je, da so toplotne dilatacije pri obratovanju peči zelo velike in da so peči izpostavljene zelo močnim temperaturnim spremembam. Ti temperaturni šoki pa lahko povzročajo poleg ostalih vplivov tudi porušitev peči oziroma dela peči (stene, stropovi, kurilne odprtine, odprtine za odsesavanje toplega zraka in odprtine za odvod dimnih plinov).

Sanacija peči s postopkom torkretiranja ima naslednji namen:

- da poveže razrahljano konstrukcijo v monolitno celoto,
- da prepreči vstop sekundarnega hladnega zraka skozi razpoke sten peči in
- da izravna grobo hrapavost notranjih površin peči.

Sanacija peči s postopkom torkretiranja ni dolgotrajna rešitev, temveč jo je potrebno vsakoletno obnavljati. Za to obnovitev so dani zelo ugodni pogoji, kot so:

- majhna poraba materiala,
- sanacija med obratovanjem peči, in
- sorazmerno nizki stroški sanacije.

3.0 MASE ZA TORKRETIRANJE

Vse starejše peči za žganje opečnih proizvodov (krožne peči) so grajene z dobro žgano opeko, ki pod vplivom temperaturnih sprememb, velikih toplotnih dilatacij in ostalih vplivov začne razpadati. Razpadati pa začne tudi ognjestalna malta, katero uporabljajo pri gradnji.

Za čim boljše prilagoditev kvalitete torkret mase tako na kemične kot tudi na fizikalno mehanske lastnosti osnovnega materiala v peči uporabljamo pri izdelavi torkret mas naslednje komponente:

- agregat iz dobro žgane in zdrobljene opeke (po možnosti je uporabljati agregat opekarne, ki jo saniramo),
- visoko ognjestalno glino,
- nizko ognjestalno glino in
- kemično vezivo.

3.1 Agregat

Agregat za torkretiranje mora biti vsaj 50 do 100° C višje žgan, kot je maksimalna temperatura v peči med obratovanjem. Dobro žgano opeko zdrobimo in presejemo na ustreznem situ. Velikost odprtine sita (maksimalno zrnov agregatu) je odvisna od debeline sloja, ki ga bomo nanесли oziroma od velikosti poškodb površin peči. Za močno poškodovane površine uporabljamo agregat z maksimalnim zrnom 8 mm, za manj poškodovane površine pa agregat z maksimalnim zrnom 4 mm. Pri drobljenju opeke je treba paziti tudi na granulacijsko sestavo agregata. Granulacija agregata naj se po možnosti približuje Fullerjevi krivulji zrnivosti.

Če imamo v agregatu preveč drobnih frakcij, pride pri obratovanju peči do prevelikih skrčkov in torkretni sloj preveč razpoka. Če pa imamo preveč grobih frakcij, potem so izgube materiala pri torkretiranju prevelike.

Kvaliteta mase pri slabi granulacijski krivulji močno pade. Nadalje se moramo izogibati uporabi agregatov z visokim odstotkom kremenca.

3.2 Visoko ognjestalna glina

Surovo glino najprej posušimo, nato zmeljemo in presejemo na sito 0,5 mm. Visoko ognjestalno glino uporabljamo zato, da bi nekoliko zvišali tališče mase oziroma zato, da ne pride do čezmerne

tvorbe tekoče faze, zlasti pri kurilnih odprtinah in njihovi okolici. Poleg tega pa je ta glina močno plastična in ima zelo dobre vezivne sposobnosti.

3.3 Nizko ognjestalna glina

Nizko ognjestalno glino dodajamo iz dveh vzrokov in sicer:

- da nadomestimo mikrofrakcije v agregatu in
- da pride do delnega sintranja pri obratovni temperaturi peči.

Postopek priprave nizko ognjestalne gline je isti kot pri pripravi visoko ognjestalne gline. Tudi sejanje poteka na istem situ (0,5 mm).

Tako pri nizko, kot pri visoko ognjestalni glini je bistveno to, da ne sme biti preveč vlažna, ker sicer pride pri daljšem času skladiščenja do tvorbe grud.

3.4 Kemijska veziva

Kemijska veziva, alkalijske in zemljo-alkalijske soli dodajamo zato, da bi dobili primerne trdnosti torkret mase tako v posušenem stanju, kot tudi po žganju oziroma za delno zasintranje mase pri obratovanju peči. Poleg tega pa delujejo nekateri dodatki soli kot elektroliti, ki znižujejo dodatek vode in povečujejo plastičnost in tudi sprijemljivost.

3.5 Postopek izdelave mas za torkretiranje

Pri izdelavi mase za torkretiranje je potrebno sestaviti vse komponente v utežnem ali pa volumskem razmerju. Pri doziranju posameznih komponent je upoštevati tudi vlago za vsako komponento posebej. Zlasti je to važno za agregat, za katerega je zaželeno, da vsebuje vlago med 10 in 15 %, računano na suho težo.

Celotno mešanico je treba temeljito homogenizirati.

Če imamo opraviti z vlažnim agregatom, pride do oblepljenja zrn agregata s keramičnim oziroma s kemijskim vezivom že pri suhi pripravi mešanice. S tem dobimo enakomerno porazdelitev keramično-kemijskega veziva in tudi homogenost kvalitete. Poleg tega pa je čas, ki je potreben za navlaženje delno vlažne zmesi, neprimerno krajši; tudi sprijemljivost je zaradi bolj enakomerno razporejene vlage boljša.

4.0 POSTOPEK TORKRETIRANJA

4.1 Splošni oris torkretnega stroja »Aliva 400«

Za izvajanje sanacijskih del s postopkom torkretiranja, obstajajo danes mnogoštevilni tipi torkretnih strojev. Razlika med njimi je le v konstrukciji, teži stroja in kapaciteti, medtem ko je princip nanašanja mase ostal isti.

ZRMK ima torkretni stroj znamke »ALIVA 400« švicarske proizvodnje. Ta stroj se odlikuje predvsem po svoji univerzalnosti. Ima majhne dimenzije in težo ter je zelo enostaven za obratovanje.

»Aliva 400« se lahko v nekaj minutah predela iz naprave za grobo nanašanje betonov in malt v napravo za fino brizganje malt ali pa v napravo za peskanje.

Pogon je možen z elektromotorjem ali pa motorjem na komprimirani zrak. Za specialne namene se lahko uporabi tudi motor na tekoče gorivo. Zamenjava pogonskega motorja je hitra in se lahko opravi na delovišču samem.

Suho mešanico torkretne zmesi (z naravno vlago surovin ca. 10 %) potiska komprimirani zrak po gumijasti cevi do šobe, kjer dodajamo potrebno količino vode. Velikost maksimalnega zrna v agregatu je lahko do 15 mm.

4.2 Učinek »Alive 400« pri posameznih delih

Brizganje grobe malte:

— učinek (suha mešanica)	2 m ³ /h
— potrošnja zraka	4—5 m ³ /min (pri 4—6 atm)
— transportna cev	∅ 38/58 mm
— maksimalno zrno	12—15 mm
— šoba	∅ 30 mm

Brizganje fine malte:

— učinek (suha mešanica)	11—14 m ³ /h
— potrošnja zraka	3—4,5 m ³ /min (pri 4—6 atm)
— transportna cev	∅ 38/58 mm
— maksimalno zrno	8 mm
— šoba	∅ 25—30 mm

Peskanje:

— učinek	0,6—1,4 m ³ /h
— potrošnja zraka	3—4 m ³ /min (pri 4—6 atm)
— transportna cev	∅ 32/52 mm (38/58 mm)
— zrno	pesek, opilki in podobno
— šoba	∅ 7—15 mm

Brizganje betona:

— učinek (suha mešanica)	3—5 m ³ /h
— poraba zraka	4—6 m ³ /h (pri 4—6 atm)
— transportna cev za zrno 15—20 mm	∅ 50/70 mm
— šoba	∅ 35 mm
— transportna cev za zrno do 10 mm	∅ 38—58 mm
— šoba	∅ 30 mm

Suha mešanica za brizgani beton, ki jo dodajamo v lijak torkretne naprave, bi načelno lahko bila zemeljsko vlažna, vendar je treba vedeti, da vlažna mešanica poveča porabo zraka in lahko povzroča zastoje pri obratovanju.

Aliva 400 ima naslednje dimenzije:

— dolžina	1100 mm
— širina	650 mm
— polnilna višina	900 mm
— maksimalna višina	1200 mm
— teža	280 kg

PRIPOMBA: Podatki za učinek torkretnega stroja Alive 400, ki so podani v tej točki, so povzeti iz prospektov. Praktični učinek stroja pa je neprimerno manjši.

4.3 Opis postopka za torkretiranje

Gotovo mešanico, ki ne sme biti preveč vlažna, enakomerno dodajamo v lijak torkretnega stroja. Dozirni boben enakomerno odvaja sipko maso v transportno cev, po kateri jo transportira komprimirani zrak. Preden zapusti material transportno cev, mu dodamo potrebno količino vode, ki je potrebna za dobro sprijemljivost z adaptirano površino. Pri doziranju vode na ustju transportne cevi je treba dodati optimalno količino vode.

Nepravilno doziranje vode na ustju transportne cevi ima za posledico naslednje pomanjkljivosti:

Dodana količina vode je premajhna:

- izguba materiala previsoka,
- slaba sprijemljivost med maso in steno,
- neenakomerno ovlažjenje mase,
- slabo zapolnjevanje razpok in fug,
- močno zapraševanje prostora in
- slabše fizikalno-mehanske lastnosti vgrajene mase, predvsem po žganju.

Dodana količina vode je prevelika:

- lezenje torkretne mase po površini stene,
- previsoka odpadki predvsem grobih zrn in
- previsoki skrčki pri žganju, ki povzročijo močno razpokanje površin nanesenega torkretnega sloja.

Poleg zgoraj omenjenih pomanjkljivosti, ki so posledica nepravilnega doziranja vode, vplivajo na vzdržljivost nanesenega torkretnega sloja še naslednji faktorji:

- pritisk komprimiranega zraka,
- razdalja šobe od površine, ki jo saniramo,
- smer šobe pri torkretiranju (vodoravna, poševna, navpična),

- usmerjenost šobe pri torkretiranju (ta naj bo vedno pravokotna na sanirano steno) in
- tehnika nanašanja torkretnega sloja.

Močan vpliv na kvaliteto nanesenega torkretnega sloja ima tudi višina temperature stene, ki jo torkretiramo. Iz praktičnih izkušenj smo ugotovili, da dobimo dobro sprijemljivost torkretnega sloja z adaptirano steno takrat, ko je stena segreta nad 80° C. To velja seveda za našo sestavo torkretna mase, ki bazira na keramično kemični vezi. In ne nazadnje je odvisna sprijemljivost (in tudi vzdržljivost) torkretnega sloja od debeline nanesenega torkretnega sloja.

5.0 SANACIJA KROŽNE PEČI ZA ŽGANJE OPEKE

5.1 Stanje peči pred adaptacijo

V dosedanjem uvajanju torkret postopka za sanacijo peči smo se omejili in tudi izvršili več sanacij le na oblogah krožnih peči za žganje opečnih proizvodov.

Med drugimi smo sanirali tudi krožno peč za žganje opečnih izdelkov, ki je bila zgrajena pred ca. 65 leti. Peč je ves čas obratovala.

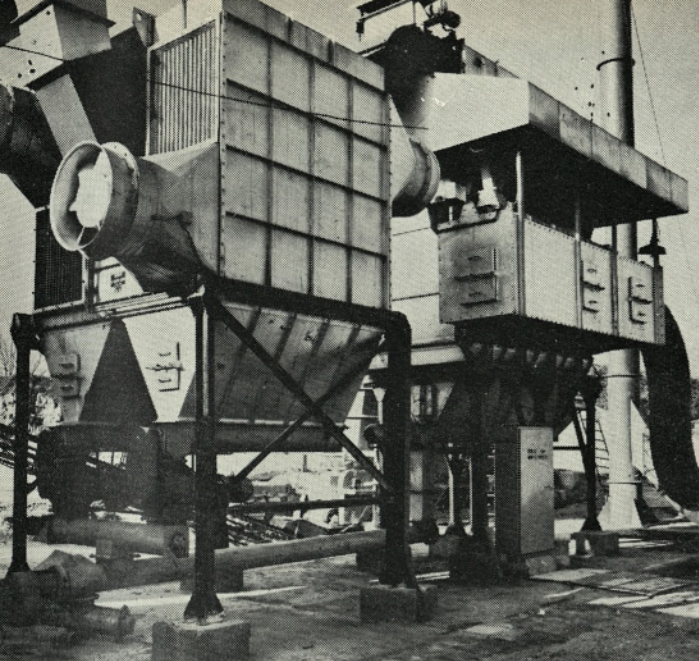
Večja sanacija peči je bila izvršena pred 12 leti. Pred ca. dvema letoma je bila peč podaljšana za nekaj metrov na vsaki strani. Notranje stene podaljškov peči so izdelane v nizko ognjestalnem betonu. Dolžina žgalnega kanala je 110 m. Peč je po letu 1961 bila le zasilno vzdrževana.

»Krožna peč« je dobila ime po kroženju ognja med obratovanjem. Maksimalna temperatura v žgalni coni (žgalna cona potuje) med obratovanjem znaša 900—1000° C. V času, ko je bila ta peč projektirana in zgrajena, je trajal enkratni obhod ognja 10 do 14 dni, medtem ko danes traja obhod le štiri dni. Poleg tega pa uporabljajo za tekoče obnavljanje notranjih sten peči lastno, navadno, nekoliko bolj žgano polno opeko. Po kemični sestavi pa vsebuje ta opeka veliko kremena, ta pa je zelo občutljiv na temperaturne šoke. Vsi ti vplivi (termo šoki, velike dimenzije peči), zamenjava trdega goriva (premoga) s tekočim gorivom (mazutom), kremen pa tudi mehanske poškodbe (z viličarji), povzročijo močne poškodbe sten, pomike opornih sten, posedanje stranskih sten in oboka kot tudi približno vporedne lome vgrajenih opek z notranjo površino sten.

Iz priloženih fotografij je razvidno, da je peč v resnici bila le zasilno vzdrževana in da je bil že zadnji čas za resnejšo sanacijo.

Stanko Kovačević

(Nadaljevanje prihodnjič)



TOZD MEHANIČNI OBRATI

Ljubljana, Kavčičeva 66, tel.: 44 704, 44 816



Filter za odpraševanje v asfaltnih bazah — eden od novih proizvodov MO.



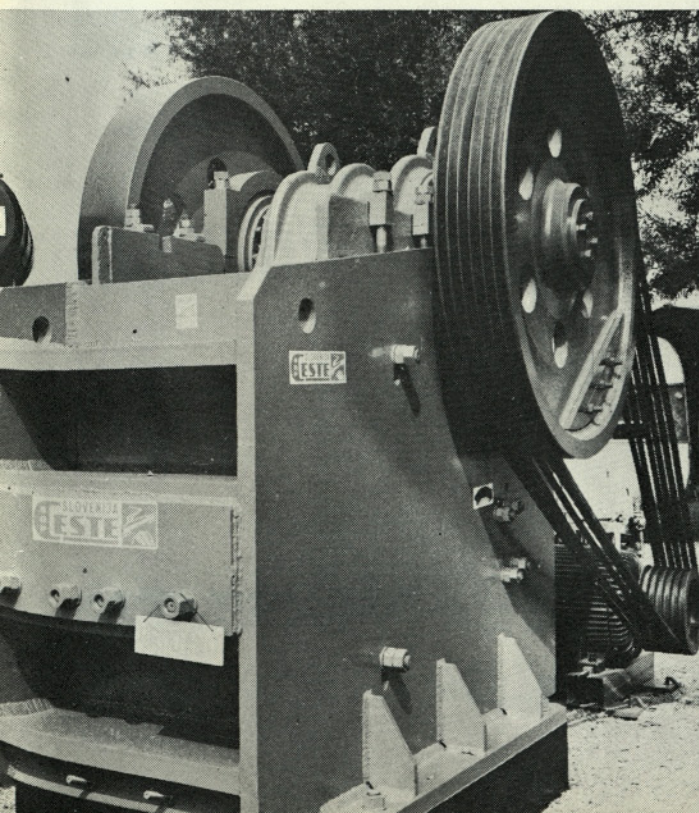
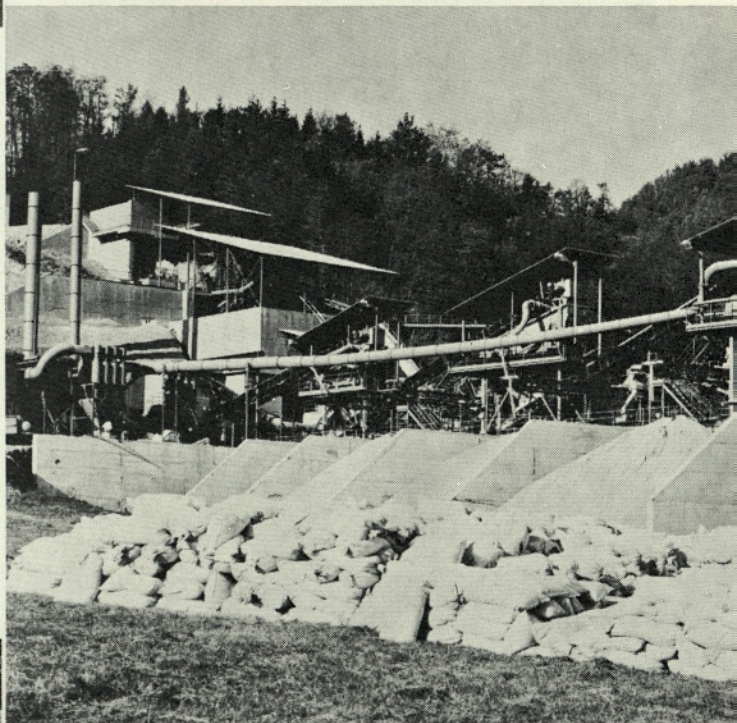
Separacije eruptivnih agregatov — Izdelano v letu 1974 za GP Rogaska Slatina.



Čeljustni drobiliec ČD 900/710 kapacitete 80 do 150 m³/h — novi proizvod MO. Uporaben je kot primarni drobiliec za drobljenje sedimentnih in eruptivnih kamenin.

Proizvodni program:

kladivni mljini / udarni drobilniki / vibracijska sita / vibracijske rešetke / elektromagnetna sita / dozirne naprave / vibracijski dodajalci, elektromagnetni dodajalci in druge naprave / transporterji / odpraševalne naprave za drobilnice in asfaltna baza / elektro oprema / separacije in naprave za kamnolome



SPLOŠNO O SEPARACIJAH

Dosedanjo razvojno stopnjo v mehanizaciji priprave gradbenega materiala je TOZD »Mehanični obrati« dosegel na osnovi bogatih izkušenj, ki jih je pridobil pri izdelavi separacij in naprav za kamnolome. S tega področja imamo veliko izbiro strojev in naprav, s katerimi rešujemo najzahtevnejše tehnologije.

Naši strokovnjaki vam svetujejo pri izbiri strojev in naprav.

Glede na to, da so vsi stroji v ozki medsebojni odvisnosti, smo vam pripravljene svetovati najprimernejšo kombinacijo z upoštevanjem vrste materiala in podatkov oziroma zahtev, ki nam jih boste posredovali.

Prevzamemo kompletna dela: projektiranje strojno tehnološkega dela, projektiranje odpraševanja, projektiranje elektroinstalacijskih del in izdelavo ter dobavo celotne opreme. Nadziramo in montiramo strojno opremo. Nadziramo tudi poskusno obratovanje zaradi morebitnih izpopolnitev tehnoloških jamstev.

Za vse informacije vam je na voljo naša strokovna služba.



MONTAŽNA HALA

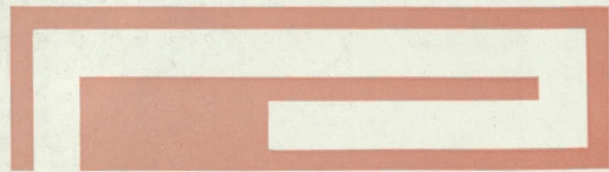
Objekt: »NOVOTEKS« Konfekcija v Vinici

Projektant: SGP »PIONIR« Novo mesto TOZD Projektivni biro

Izvajalec: SGP »PIONIR« TOZD Gradbeni sektor Novo mesto

SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE

PIONIR



NOVO MESTO

68000 NOVO MESTO, Kettejev drevored 37, telefon: (068) 21826 telex: 33 710