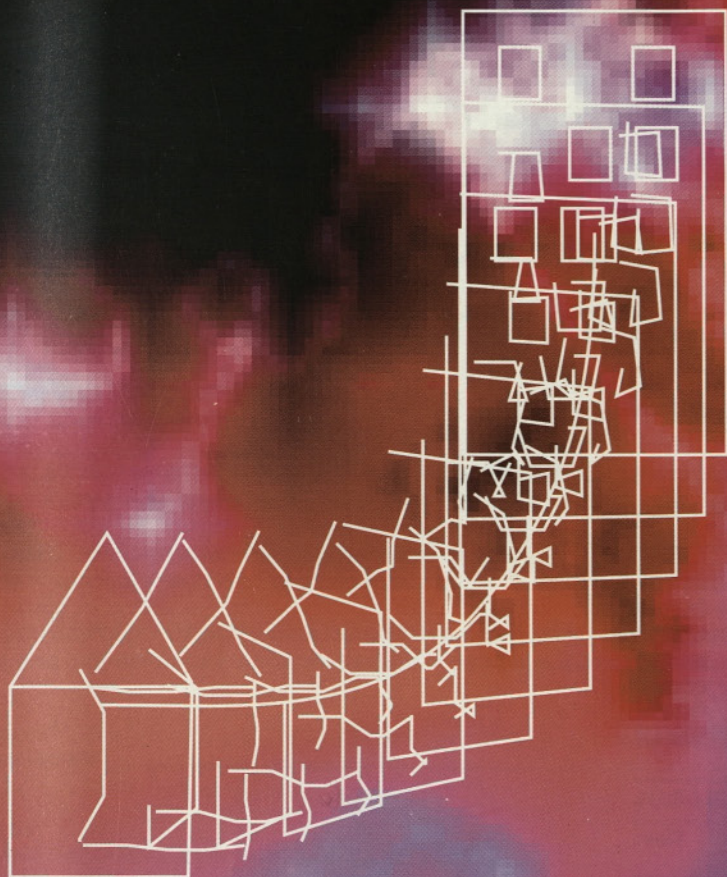


# GRADBENI VESTNIK

GLASILO  
ZVEZE DRUŠTEV  
GRADBENIH INŽENIRJEV  
IN TEHNIKOV  
SLOVENIJE

# 4-5

1997



gradbeno podjetje grosuplje



**Glavni in odgovorni urednik:**

---

Franc **ČAČOVIČ**

**Lektor:**

---

Alenka **RAIČ-BLAŽIČ**

**Tehnični urednik:**

---

Danijel **TUDJINA**

**Uredniški odbor:**

---

Sergej **BUBNOV**  
mag. Gojmir **ČERNE**  
prof. dr. Miha **TOMAŽEVIČ**  
dr. Ivan **JECELJ**  
Andrej **KOMEL**  
Stane **PAVLIN**  
dr. Franci **STEINMAN**

**Tisk:**

---

**TISKARNA TONE TOMŠIČ d.d.**  
v LJUBLJANI

Revijo izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Karlovška c. 3, telefon/faks: 061/221-587, ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo, Gradbenega inštituta ZRMK, Zavoda za gradbeništvo Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani ter Fakultete za gradbeništvo, Univerze v Mariboru.

Tiska Tiskarna Tone Tomšič d.d., Ljubljana.

Letno izide 12 števil. Individualni naročniki plačajo letno naročnino v višini 2.600 SIT, študentje in upokojenci 1.300 SIT. Gospodarske organizacije in podjetja plačajo letno naročnino za 1 izvod revije 32.000 SIT. Naročnina za naročnike v tujini znaša 100 US\$.

Po mnenju Ministrstva RS za kulturo je v ceno vključen 5% prometni davek.

Žiro račun se nahaja pri Agenciji RS za plačilni promet, nadziranje in informiranje, Enota Ljubljana, številka: 50101-678-47602.

# GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV  
IN TEHNIKOV SLOVENIJE  
UDK-UDC 05:625;ISSN 0017-2774  
LJUBLJANA, APRIL, MAJ 1997  
LETNIK XXXVI STR.: 85 - 144

## VSEBINA - CONTENTS

### Članki, študije, razprave - Articles, studies, proceedings

Irena DARIS: 50. JUBILEJ GRADBENEGA PODJETJA GROSUPLJE .....	86
The 50 th Anniversary of building enterprise Grosuplje Bogdan KOROŠEC: PRED NAMI JE PETLETNO OBDOBJE SPREMEMB .....	89
Before us there is a period of changes Bojan SROVIN: V PRIMERJAVI S PANOGO ODLIČNI REZULTATI VARSTVA PRI DELU .....	91
Excellent work - protection results in comparison with others in branch Janez KOVAČIČ: ZAŠČITA GRADBENE JAME, IZDELAVA PILOTOV IN TEMELJNE PLOŠČE ZA POSLOVNI OBJEKT OB LANGUSOVI ULICI .....	93
Excavation protection, piles and plate construction, for building in Langus Street Drago SEVER: UPRAVLJANJE MESTNIH CESTNOPROMETNIH SISTEMOV .....	97
Management of town road - traffic systems Boštjan KOVAČIČ: GEODETSKA DELA Z NOVIM INSTRUMENTOM NIKON - TOTALNA POSTAJA SERIJE DTM-700 .....	102
Surveying works using new Nikon instrument Andrej PREDIN: FREKVENČNI ODZIV GUMIJASTIH MEHASTIH KOMPENZATORJEV .....	107
The frequency response of skin rubber compensators Dušan ZUPANČIČ: ORGANIZACIJA IN KONTROLA VZDRŽEVANJA STANOVANJSKIH OBJEKTOV V DOBI NJIHOVE UPORABE .....	113
Organization and maintenance control of residential buildings during their use <hr/> <b>IN MEMORIAM</b> <hr/>	
Svetko LAPAJNE: g. dipl. inž. IVAN MAREK .....	120
<hr/> <b>JUBILEJ</b> <hr/>	
Sergej BUBNOV: g. dipl. inž. FRANC ČAČOVIČ - sedemdesetletnik .....	122
<hr/> <b>Poročila Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani - Proceedings of the Department of civil Engineering and Geodesy University in Ljubljana</b> <hr/>	
E.RODOŠEK, D. ZUPANČIČ: INTEGRALNO DOLOČANJE PORABNE VREDNOSTI STANOVANJ IN STANOVANJSKIH OBMOČIJ .....	123
Complete definition of applicable value of appartments and appartments environment <hr/> <b>Novosti Fakultete za gradbeništvo, Univerza v Mariboru - Civil Engineering News of the University in Maribor</b> <hr/>	
Matjaž SKRINAR: PRIMERJAVA RAZLIČNIH PRISTOPOV PRERAČUNAVANJA NAPETOSTI IN SKRČKOV PRI KOLOBARJASTIH TEMELJIH .....	131
Comparison of different approaches for stresses and settlements computation at ring foundations <hr/> <b>Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12</b> <hr/>	
Mihael RAMŠAK: VPLIV OBLAGANJA MASIVNIH PREGRAD S TOPLOTNOIZOLACIJSKIMI KOMBI PLOŠČAMI NA NJIHOVO SKUPNO ZVOČNO IZOLIRANOST .....	139
The influence of ading thermal insulation plates to massive walls on their total sound insulation	

# 50. JUBILEJ GRADBENEGA PODJETJA GROSUPLJE

## The 50 th Anniversary of building enter- prise Grosuplje

IRENA DARIS

### P O V Z E T E K

V 50 - letni zgodovini Gradbenega podjetja Grosuplje so bili vzponi in padci, toda če pogledamo celoto z današnje časovne perspektive, je to zgodba o podjetju, ki je začelo iz nič, danes pa sodi v vrh slovenskega gradbeništva. Zanimivo je, da so ravno krizna obdobja v podjetju spodbudila globoke spremembe, ki so nato pospešile njegovo rast.

27. avgusta 1946 je okrajni ljudski odbor v Grosupljem izdal odlok o ustanovitvi gradbenega podjetja in tehničnega biroja Dolenjgrad. Sprva lokalno podjetje z majhnim številom zaposlenih (7 ob ustanovitvi) in skromno opremo je v naslednjih letih naglo raslo. Pridobivalo je vse večji obseg del, širilo območje svojega delovanja iz Grosuplja in okolice na širšo Dolenjsko in v Belo Krajino, sredi 50. let že v Ljubljano, ki je postajala njegovo vse pomembnejše tržno območje.

### 1962 SMELA POSLOVNA POTEZA - GRADNJA ZA TRG

Obdobje rasti je zavrila gospodarska kriza v 60. letih. Podjetju je vse bolj primanjkovalo dela. Leta 1962 se je direktor Alojzij NEBEC odločil za smelo poslovno potezo: SGP Grosuplje, kot se je tedaj imenovalo, je začelo graditi stanovanjske in poslovne objekte za trg. Prvo med vsemi gradbenimi podjetji. Stanovanjska gradnja je postala in dolga leta ostala najpomembnejši proizvodni program podjetja.

70. leta so bila za gradbince "zlata" leta. GPG je gradilo po več sto

Avtor:

Irena DARIS dipl. novinar, Predstavnica za odnose z javnostjo

stanovanj letno. Ocenjujemo, da je zgradilo četrtno vseh v Ljubljani po vojni zgrajenih stanovanj. Prav tako večino fakultet ter drugih univerzitetnih objektov, številne šole, vrtce in zdravstvene domove, katerih gradnja je bila financirana s samoprispevki. Glede na delež v skupnem obsegu del je sledila gradnja gospodarskih objektov.

## **CELOVITO PRESTRUKTURIRANJE PODJETJA V OBDOBJU 1989 - 1993**

80. leta so prinesla novo gospodarsko krizo. GPG je zaradi drastičnega in trajnega zmanjšanja povpraševanja po gradbenih storitvah na domačem trgu močno primanjkovalo dela, poleg tega pa je bilo podjetje veliko, neokretno, njegovo poslovanje drago in težko obvladljivo. Konec leta 1983 je število zaposlenih, ki je v preteklih letih postopno naraščalo do nekaj več kot 2.700, začelo upadati.

Leta 1989 je bil pripravljen celovit program prestrukturiranja podjetja. Ta je zajel spremembe v proizvodno tržni strukturi in usmeritvi, izboljšave trženja, zmanjševanja stroškov, ukrepe za spremembo finančne in organizacijske strukture vključno s prvimi spremembami lastniške strukture.

Izvedba programa je trajala pet let. Iz delov nekdanj enovitega podjetja je bilo ustanovljenih več novih družb, ki so se specializirale za izvajanje določenih faz gradnje ali spremljajočih del. V nekatere od njih so zaposleni že vložili lastni kapital, tako da se je z reorganizacijo začel tudi proces privatizacije. Opuščene so bile nekatere manj donosne dejavnosti (npr. steklarstvo, teracerstvo, proizvodnja montažnih hal) ter postopno prodane nedonosne nepremičnine. Izkupiček od prodaj je bil vložen v perspektivne programe in tehnološko opremo. Poslovodstvo je sprejelo tudi strateško odločitev, da iz korporacije postopno izloči dejavnosti, ki niso gradbeniške, torej strojogradnjo, gostinstvo in mizarstvo.

GPG se je usmerilo na nove trge v tujino, v Nemčijo, Rusijo, Belorusijo in Ukrajino, ter na nove tržne segmente, npr. poslovne trgovske centre in objekte nizke gradnje. Število zaposlenih, ki je bilo 1989 leta 2.155, se je do leta 1993 prepolovilo. Zmanjšanje je bilo doseženo zlasti z upokojitvami, pa tudi tako, da je podjetje svojim delavcem pomagalo pri ustanavljanju lastnih firm in nato z njimi kooperiralo. Pri tem je znalo v podjetju zadržati visoko izobražene strokovnjake in jedro usposobljenih delavcev.

## **GPG JE USPOSOBLJENO ZA USPEŠNO POSLOVANJE V TRŽNIH RAZMERAH**

Proces prestrukturiranja in čiščenja korporacije GPG je bil v glavnem zaključen leta 1993. Pokrivanje izgub iz preteklosti, zmanjševanje števila zaposlenih, vlaganje v nove trge in organizacijske spremembe niso bili poceni, kar se je odrazilo tudi na poslovnih rezultatih (GPG je prvič poslovalo z dobičkom leta 1993), toda tako je korporacija novi investicijski cikel pričakala usposobljena za uspešno poslovanje v tržnih razmerah.

GPG v zadnjih letih ustvari prek 7 milijard tolarjev prihodkov letno. V letu 1996 je GPG zaposlovalo 966 ljudi. Po kriteriju dobička in tržnega deleža sodi v "trojico velikih" v panogi.

Gradi predvsem:

- javne objekte
- industrijske objekte
- stanovanja

Najpomembnejši trg je Slovenija, zlasti širše ljubljansko območje.

GPG ima že od septembra 1992 znanega lastnika. Tedaj je GPG matično podjetje družbeni kapital preneslo na Sklad RS za razvoj. 29. marca 1994 se je dotlej družba z omejeno odgovornostjo preoblikovala v delniško družbo. V sodni register vpisani osnovni kapital GPG d.d. znaša 1,994 milijarde SIT. 23. decembra 1994 so bile delnice GPG d.d. kot prvega gradbenega podjetja uvrščene v kotacijo na Ljubljanski borzi.

V letu 1996 je Sklad R Slovenije za razvoj kot večinski lastnik GPG d.d. upravičencem (po Zakonu o privatizaciji pravnih oseb v lasti Sklada RS za razvoj) ponudil v odkup 60% osnovnega kapitala družbe za zadolžnice za v preteklosti premalo izplačane plače in certifikate. V začetku leta 1997 postopek še traja. S tem bo v podjetju predvidoma dosežena naslednja lastniška struktura: 30% do 35% kapitala bo v lasti zaposlenih, 8% do 10% v lasti Pokojninskega sklada, Sklad za razvoj bo ohranil 15- do 20- odstotni delež, preostali del kapitala pa je že v rokah večjega števila manjših delničarjev.

## VIZIJA

Gradbeno podjetje Grosuplje ima jasno vizijo:

- GPG je eno največjih gradbenih podjetij v Sloveniji in bo to pozicijo tudi zadržalo
- korporacija bo finančno stabilna združba, katere rast bo temeljila na notranjih finančnih virih in znanju
- usmerjena bo na evropski trg

# PRED NAMI JE PETLETNO OBDOBJE SPREMEMB

## Before us there is a period of changes

BOGDAN KOROŠEC

### P O V Z E T E K

Stalnica današnjega časa so spremembe. Čeprav je GPG v začetku 90. let ravno končalo proces prekonstruiranja in pravkar potekajo pomembne lastniške spremembe, je pred podjetjem novo obdobje obsežnih sprememb, ki jih bomo, kot načrtujemo, izpeljali v naslednjih petih letih. Razlogov za novo preurejanje GPG je več in izhajajo predvsem iz razmer na tržišču.

## ZAKAJ SPREMEMBE?

Naročniki oz. kupci od ponudnikov gradbenih storitev upravičeno pričakujejo visoko stopnjo profesionalnosti pri zadovoljevanju njihovih potreb, načrtovanju in izvedbi gradbenega projekta, saj gre za velike vsote, ki jih investirajo v gradbene projekte, in tudi za dolgoročne posledice, ki se odražajo bodisi v rentabilnosti poslovanja naročnika ali v "zgodbi o uspehu" politične nomenklature. Čeprav GPG slovi po tem, da zna prisluhniti naročnikom, ne moremo biti povsem zadovoljni z našimi trženjskimi metodami in stopnjo profesionalizma pri svetovanju naročnikom in razvoju projekta.

Zadovoljni ne moremo biti tudi glede hitrosti gradnje, ki ga najbolje izraža slogan, "da gradbenega projekta

ne znamo začeti in končati, vmes smo pa kar dobri". Opozarja, da so naše šibke točke pri načrtovanju in organizaciji izvedbe projektov, da pa imamo sposobne ljudi na gradbišču.

Res je, da je funkcionalnost projekta v veliki meri odvisna od projektantskih rešitev, premalo pa se zavedamo, da je pomembna tudi kakovost izvedbe, tako gradbenih del kot obrtniških storitev. Tovrstna dela so premalo cenjena. Preveč smo usmerjeni v varčevanje, premalo pozornosti pa namenjamo zadovoljstvu naročnikov in kupcev.

Če se takšnim zahtevam tržišča ne bomo uspešno prilagodili, nam preti, da nas bodo domači konkurenti prehiteli v učinkovitosti in nas potisnili na raven

*Avtor:*

Bogdan KOROŠEC dipl. ekon., Direktor GPG Grosuplje

Bogdan KOROŠEC: Obdobje sprememb

lokalnega gradbenega podjetja, tuji konkurenti, ki bodo imeli s pristopom Slovenije k Evropski uniji olajšan dostop na naš trg, pa na raven podizvajalskega podjetja. To bi gotovo drastično poslabšalo naše finančne rezultate.

## SMERI SPREMEMB

V prihodnje se bo moral vsak od nas še bolj predano posvetiti zadovoljevanju potreb naročnikov oz. kupcev, in sicer tako, da bo s svojo storitvijo izpolnil pričakovanja vsakega posameznega kupca, da bo razumel njegove individualne finančne razmere, se odzval z jasnimi informacijami, osebno pozornostjo in spoštovanjem.

Kupcem oz. naročnikom bomo znižali stroške in stopnjo tveganja tako, da jim bomo predlagali boljše ali cenejše rešitve, tako tehnološke kot finančne, in jim trdno jamčili, da bomo gradnje izvedli v ustreznem roku, kakovosti in v okviru dogovorjenih stroškov

Vloga kupca bo le v tem, da bo povedal, kaj želi, podpisal pogodbo, plačal kupnino in ob koncu prevzel ključ.

Z GPG-jem bo lahko kooperiralo vsako podjetje, ki bo pripravljeno sprejeti naše standarde kakovosti in se vključiti v naš sistem zagotavljanja kakovosti. Kakovostno in v roku pripravljene storitve bomo plačevali po pošteni ceni.

GPG bo pri trženju in realizaciji naročil delovalo lokalno in izrabljalo vse prednosti, ki si jih lahko zagotovi z angažiranjem virov na teh trgih.

V podporo našim prizadevanjem za razvoj tehnologij in operativnih procesov ter v podporo razvoju gradbenih projektov bomo organizirali mrežo projektantskih in konsultantskih podjetij, s katerimi bomo dolgoročno sodelovali na osnovi medsebojnega zaupanja in poznavanja ter kakovosti storitev.

Investiranje v ljudi in znanje bo prva prioriteta pri investicijskih odločitvah. Delovodje v GPG bodo tehniki.



# V PRIMERJAVI S PANOGO ODLIČNI REZULTATI VARSTVA PRI DELU

## Excellent work- protection results in comparision with others in branch

BOJAN SROVIN

### P O V Z E T E K

Gradbeništvo je delovno intenzivna panoga, kjer je zaradi težkih delovnih pogojev tudi nevarnost nesreč precejšnja. Ker te pomenijo veliko materialno škodo za podjetje, če so poškodbe zaposlenih težje, pa lahko tudi prave osebne in družinske tragedije, v Gradbenem podjetju Grosuplje varstvu pri delu posvečamo veliko pozornosti.

Služba varstva pri delu poleg običajnih nalog vsako leto organizira posebno akcijo, s katero skuša še dodatno osvestiti zaposlene in tako sta v preteklih letih npr. potekali akciji "-10%" in "Preprečimo nesrečo". Glavno sporočilo je bilo, da je z doslednim upoštevanjem predpisov in zahtev varstva pri delu mogoče večino nesreč preprečiti. Podatki namreč že vsa leta kažejo, da je nepredvidnost daleč najpogostejši vzrok nesreč zaposlenih. V okviru akcije "Preprečimo nesrečo" delavci službe varstva pri delu, da bi zagotovili varne razmere za delo, dodatne aktivnosti v okviru načrtovanja, organizacije in izvajanja del na gradbišču. S poudarkom na preventivnem delovanju izvaja služba varstva pri delu nadzor na deloviščih, svetuje in skrbi za

sistematično izobraževanje vseh zaposlenih od operativnih delavcev do vodstva.

K previdnosti in upoštevanju predpisov zaposlene na vidnih mestih na deloviščih neprestano opozarja že uveljavljen znak, v obliki barvnih nalepk, plakatov in koledarjev.

Obrestovati so se začela tudi v zadnjih letih večja vlaganja v sodobnejšo gradbeno opremo, mehanizacijo in zaščitna sredstva, kar olajšuje delo, zmanjšuje nevarnost in povečuje učinkovitost ter kakovost dela. Rezultat številnih preventivnih aktivnosti in

Avtor:

Bojan SROVIN dipl.inž.org.dela, Vodja službe varstva pri delu GPG Grosuplje

Bojan SROVIN: Varstvo pri delu

ozaveščanja vseh zaposlenih so nadpovprečni rezultati varstva pri delu, ki jih Gradbeno podjetje Grosuplje dosega že vrsto let. To najbolje kaže primerjava z gradbeno panogo:

leto	gradbeništvo RS	GPG
1991	65	37
1992	54	31
1993	53	39
1994	58	39
1995	53	32

Primerjava števila poškodb na 1000 zaposlenih v GPG in gradbeništvu Republike Slovenije

**Sika**® **SIKA**

Ljubljana tel.: 1593 430 d.o.o.  
 fax.: 1524 867  
 Tehnična pisarna Maribor  
 tel./fax.: 225 360

Ime Sika je pojem v gradbeništvu že od leta 1910.

Vaš partner na področju: tehnologije betonov, sanacij, vodotesnosti - hidroizolacij, tlakov, zaščiti podtalnice, konstrukcijskih lepljenj

**Svetovanje    Servis    Prodaja**



# ZAŠČITA GRADBENE JAME, IZDELAVA PILOTOV IN TEMELJNE PLOŠČE ZA POSLOVNI OBJEKT OB LANGUSOVI ULICI

## Excavation protection, piles and plate construction, for building in Langus Street

JANEZ KOVAČIČ

### P O V Z E T E K

Poslovna zgradba Langusova, ki ima 23.000 m<sup>2</sup> netto površine, je urbanistično zasnovana iz treh v celoto povezanih delov. Poleg dveh kleti, pritličja in mezzanina ima prvi, najnižji del še tri nadstropja, višji del imenovan "kocka", šest nadstropij, tretji del pa sedem nadstropij.

Uporabne površine je 21.000 m<sup>2</sup>. Od tega je 267 pisarn, skupni prostori pa so glavna dvorana, ki ima 202 sedeža in bo namenjena za seminarje, konference in druge večje poslovne dogodke, ter kuhinja s kapaciteto priprave 500 do 600 obrokov dnevno in jedilnico z 10 sedeži. V pritličju je osem lokalov s površino 470 m<sup>2</sup>, ki so zgrajeni do podaljšane III. faze in jih bodo dokončali kupci sami. Namenjeni so trgovski in storitveni dejavnosti, Prek 200 garaž je urejenih v dveh kletnih etažah, nekaj parkirišč pa je tudi ob zgradbi. Posebnost zgradbe je izvedba zaščitne gradbene jame, pilotov in temeljne plošče.

GPG d.o. je pričelo z izvajanjem zaščitne gradbene jame, pilotov in temeljne plošče za dve etaži garaž pod nivojem terena konec julija 1995 in končalo

ta dela v začetku februarja 1996. Za navedena dela je bila sklenjena pogodba z italijanskim podjetjem ICOP S.p.A iz UDIN.

V zasnovi projekta je bila predvidena izvedba dveh etaž pod nivojem terena v talni vodi s t.i. vodotesnim kesonom, ki se naj bi izvajal v gradbeni jami, izvedeni z AB piloti, sidranimi v zemljinino s horizontalnimi sidri. Gradbena jama naj bi bila širša od predvidenega projekta za ca. 2m v vseh smereh.

Zaradi velikih stroškov zaščite gradbene jame (4 mili. DEM) in kratkega roka izgradnje smo pričeli z italijanskim podjetjem ICOP iskati rešitev, s katero bi istočasno izvajali keson in zaščito gradbene jame. Tako smo prišli do rešitve, kjer je obodna stena

Avtor članka:

Janez KOVAČIČ dipl.inž.arh., Vodja obravnavanega projekta

Janez KOVAČIČ: Zaščita gradbene jame

objekta (diafragma) prevzela tudi funkcijo zaščite gradbene jame. Na ta način so v celoti odpadli stropki zaščite in temeljenja obodne stene, prav tako pa se je zmanjšala količina izkopa.

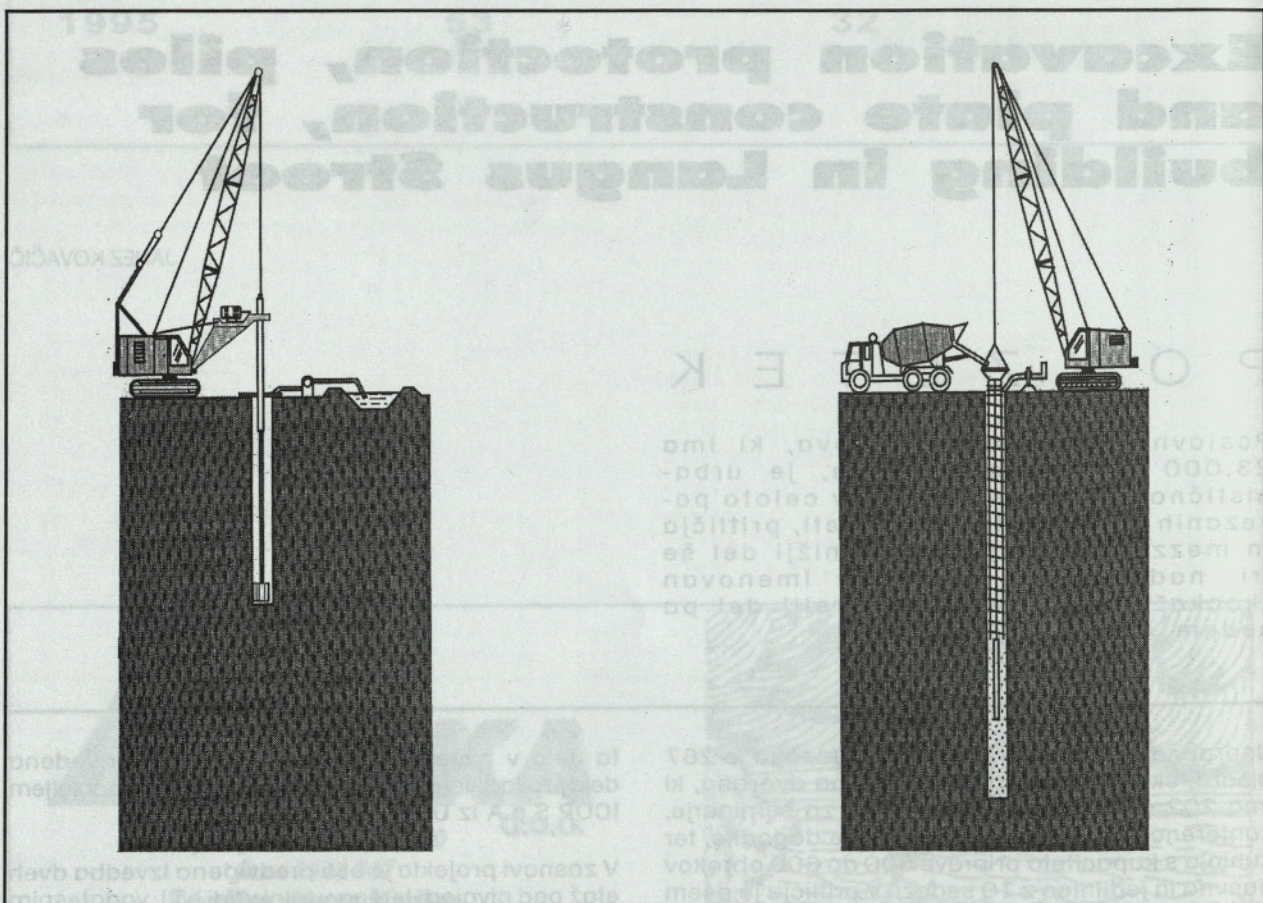
Bistveni razlog pri izboru izvajalca je bil, da je edini ponudil izvedbo diafragme in temeljne plošče v vodotesni izvedbi.

Diafragma, izdelana iz armiranega betona, je v bistvu vertikalna stena v temeljnih fleh, ki je sposobna prevzeti vertikalne obremenitve, horizontalne pritiske in upogibne momente. Izvajala se je z izkopom v temeljnih fleh globine 24 m po celotnem obodu

prerezov dim 80/250 m.

Neprepustnost za vodo se je dosegla s pomočjo "moško - ženskega" stika in z vgraditvijo tesnilnega vložka, ki se je sprostil ob betoniranju posameznega elementa diafragme, tako da je bil dosežen medsebojni stik posameznih elementov in preprečeno zamakanje oziroma prodiranje vode skozi stik med posameznimi elementi.

Izkop za diafragma se je izvajal iz nivoja terena za vsak prerez diafragme posebej z uporabo bentonitne izplake. Izkopani del se je sprotno zapolnjeval z bentonitno izplako, in ima lastnost, da prodre v



Sliki 1 in 2: IZVEDBA PILOTA

1. Izvedba vrtine s pomočjo bentonitne izplake
2. Postavitev armature
3. Betoniranje pilota s spodnje stran in istočasno črpanje bentonita

objekta, sestavljena iz posameznih pravokotnih

zemljino okoli izkopanega dela in na površini tvori "film" oziroma zaščitno plast, ki preprečuje krušenje zemljine v notranjost izkopanega dela. Dela, pri katerih se uporablja bentonit, se izvajajo s pomočjo posebne za ta namen izdelane opreme.

Po enakem principu kot diafragma so se izvajali tudi piloti  $\phi$  80 cm in  $\phi$  100 cm ter pravokotne oblike 80/250 cm in 100/250 cm globine od 24 do 40 m, merjeno od nivoja terena, s tem se je

zaključilo betoniranje na globini - 8, 10 m na koti predvidenega izkopa. Po izvedenem betoniranju pilotov je bil nezabetoniran del v višini 8, 10 m začasno zasut z zasipnim materialom.

Stena objekta (diafragma) je prevzela tudi funkcijo zaščite gradbene jame. Na ta način so v celoti odpadli stropki zaščite in temeljenja obodne stene, prav tako pa se je zmanjšala količina izkopa.

Bistveni razlog pri izboru izvajalca je bil, da je edini ponudil izvedbo diafragme in temeljne plošče v vodotesni izvedbi.

Diafragma, izdelana iz armiranega betona, je v bistvu

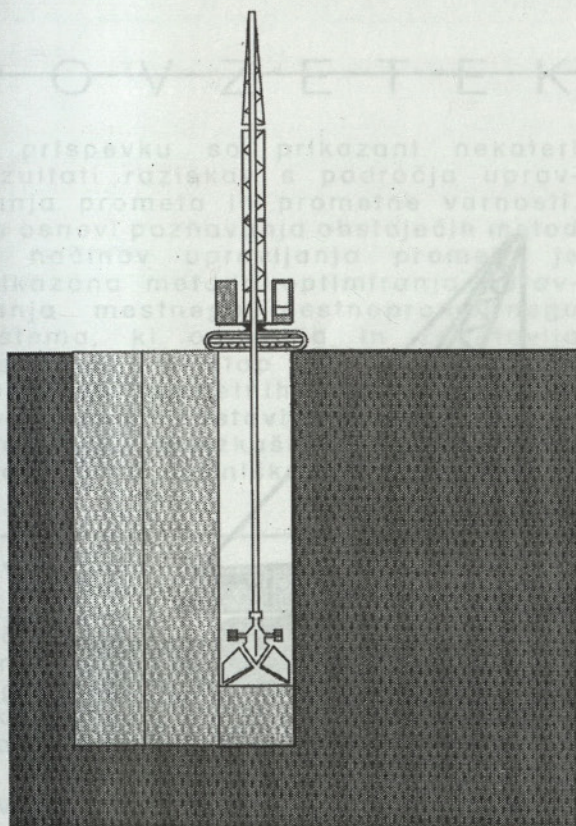
prerezov dim 80/250.

Po izvedbi navedenih del se je diafragma po celotnem obodu povezala s t.i. obodnim nosilcem višine 2,5 m, nakar se je začela I. faza izkopa na koti - 3,70 m in horizontalno sidranje diafragme v zunanji teren.

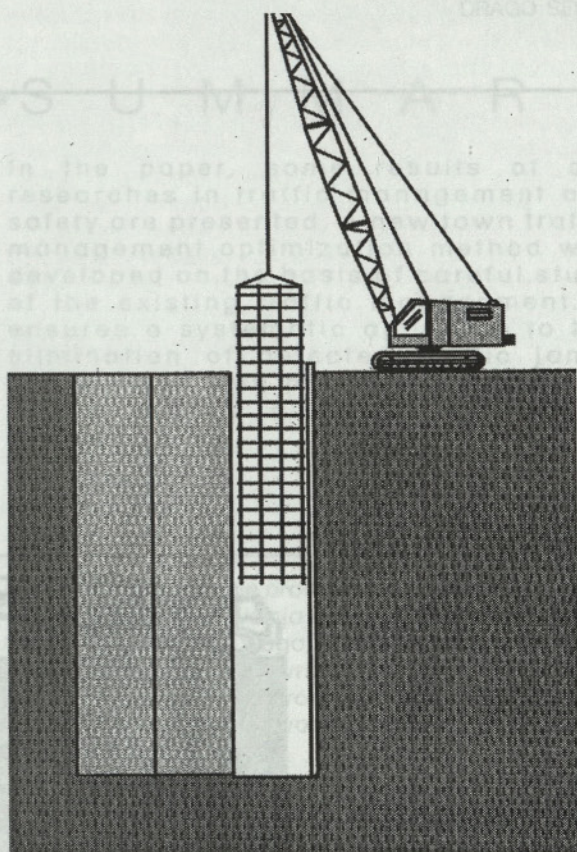
Sidranje je bilo izvedeno z začasnimi sidri, katerih najdaljši čas uporabe je tri leta.

Sidra so bila v uporabi do izvedbe talne in obeh kletnih plošč, ki so prevzele funkcijo razpiranja diafragme.

Sidra so se izvajala na globini -3,70 m v osnem



Slika 3: IZVEDBA DIAFRAGME  
Izkop s pomočjo posebne opreme in zaplnitev izlopa z bentonitno izplako



Slika 4: IZVEDBA DIAFRAGME  
Vstavljanje armature in tesnilnih vložkov (pri nepropustnih diafragmah) med izvedeno diafragmo, ki se izvaja

vertikalna stena v temeljnih tleh, ki je sposobna prevzeti vertikalne obremenitve, horizontalne pritiske in upogibne momente. Izvajala se je z izkopom v temeljnih tleh globine 24 m po celotnem obodu objekta, sestavljena iz posameznih pravokotnih

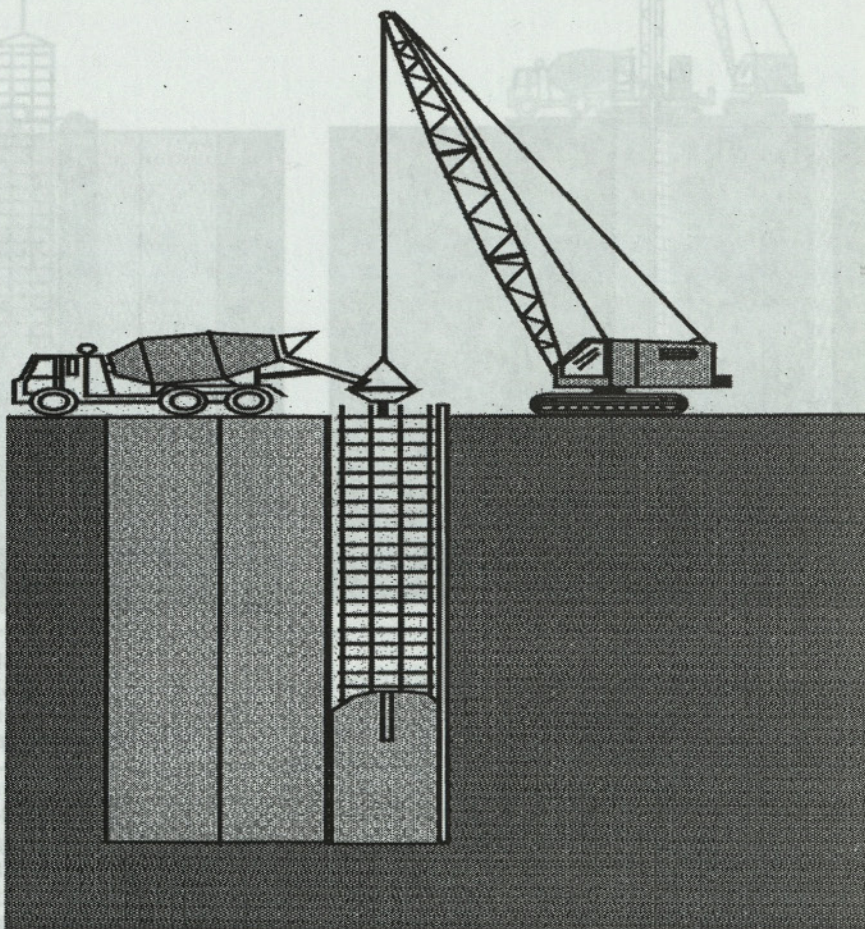
razmiku 1,25 cm v naklonu 7°, dolžine 20 m na celotnem obodu diafragme. Vgrajenih je bilo vsega skupaj 180 sider s tehniko "jet grouting". Postopek injiciranja je potekal po principu "protifoka" zaradi zagotavljanja iztiskanja zraka ob istočasnem vtiskanju

Janez KOVAČIČ: Zaščita gradbene jame

injecirne mase. Obtežba pri poružitvi posameznega sidra je znašala 1200 kN, kar je bilo v okviru varnostnih meja projektirane obtežbe 600 oz. 900 kN.

Vogali diafragme so se razpirali s kovinskimi cevmi, tako da so na vogalih odpadla sidra. Po izvedbi horizontalnih sider in razpiranja vogalov stavbe se je začela izvedba dokončnega izkopa iz kote -8,10 m. Talna (deb. 50 cm) in kletna plošča sta

bili sidrani v diafragmo z armaturo v izvrtane odprtine globine 50 - 70 cm z ekspanzijsko cementnosilikatno injektirano neskrčljivo maso. Utori oz. ležišča za naleganje obeh plošč so bili izvedeni v fazi betoniranja diafragme, in sicer tako, da so se trakovi stiropora pritrtili na armaturo na zahtevani višini. Za diafragmo in pilote so bile izvedene kontrole na zveznost (PIT) in dokaz nosilnosti.



**Slika 5: IZVEDBA  
DIAFRAGME -  
Betoniranje s spodnje  
strani**

# UPRAVLJANJE MESTNIH CESTNOPROMETNIH SISTEMOV

## Management of town road - traffic systems

UDK 656.1.02:519.68

DRAGO SEVER

### P O V Z E T E K • S U M M A R Y

V prispevku so prikazani nekateri rezultati raziskav s področja upravljanja prometa in prometne varnosti. Na osnovi poznavanja obstoječih metod in načinov upravljanja prometa je prikazana metoda optimiranja upravljanja mestnega cestnoprometnega sistema, ki omogoča in zagotavlja sistemski pristop k razreševanju zaznanih prometnih zagat v mestih. Teoretično zastavljena metoda je praktično preizkušena v pilotskem projektu računalniške aplikacije CATSM.

In the paper, some results of our researches in traffic management and safety are presented. A new town traffic management optimization method was developed on the basis of careful study of the existing traffic management. It ensures a systematic approach to the elimination of detected traffic jams. The method was practically tested on a pilot CATSM computer application project.

### UVOD

Začetki raziskav s področja prometne varnosti in upravljanja prometa na Inštitutu prometnih ved Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru (takrat še Tehniške fakultete Maribor, Gradbeništvo) segajo v leto 1990. V okviru dveh raziskovalnih nalog in sicer:

- Varnost v prometu in umirjanje prometa v urbanih okoljih (1991 - 1993), vodja raziskave: mag. Tomislav Šibenik ter
- Klasifikacija cest glede na funkcijo, ki jo ima posamezna cesta v prostoru (1993), vodja raziskave: mag. Tomislav Šibenik (do 1992), mag. Drago Sever smo ugotovili, da na prometno varnost v mestih bistveno vpliva sistemski pristop k upravljanju prometa oziroma upravljanju mestnega cestno-prometnega sistema. Poleg nekaterih neposredno uporabljivih

ukrepov za povečanje prometne varnosti smo izdelali smernice razvrščevanja mestnih prometnic glede na njihovo dejansko vlogo, pomen in namen. Izkazalo se je, da je tovrstno razvrščanje mestnih prometnic temeljna analiza vsem prometno-tehničnim analizam in zato osnova za kakovostno upravljanje prometa.

### UPRAVLJANJE PROMETA

V okviru predhodnih raziskav smo opravili študij podobnih obstoječih sistemov v razvitih zahodnih državah ter analizo stanja tega nacionalno zelo pomembnega področja v R Sloveniji. Ugotovili smo, da v razvitih zahodnih državah obstaja več delujočih sistemov za upravljanje prometa. Ti sistemi temeljijo na sprotnem (on-line) zbiranju podatkov o prometu (prometnih obremenitvah, hitrostih in podobno), sprotni analizi tako zbranih rezultatov

Avtor:

Doc. Dr. Drago Sever, dipl.inž.gradb., Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo

Drago SEVER: Cestnoprometni sistemi

ter na direktnem, avtomatskem vodenju in usmerjanju prometa s pomočjo prometno odvisne svetlobne signalizacije ter prometnih znakov spremenljive vsebine. Skupni cilj teh računalniško podprtih sistemov je zagotoviti pretočnost mestnih cestnoprometnih sistemov zaradi izrednih prometnih obremenitev. V tem primeru govorimo o upravljanju prometa (Traffic management, Advanced traffic management)

## UPRAVLJANJE MESTNEGA CESTNO-PROMETNEGA SISTEMA

Analiza obstoječega stanja področja prometa v Republiki Sloveniji je pokazala, da so prometni problemi v slovenskih mestih veliki in kažejo na trend naraščanja. Rezultati stanja področja upravljanja prometa se kažejo v nenehnem naraščanju števila prometnih nezgod, večanju zastojev na prometni mreži, slabšanju kakovosti bivalnega okolja v mestih in drugo. Zaznanih problemov ni moč reševati enostavno z uveljavljanjem novih sistemov po zgledu zahodnih držav. Za to nimamo zadostnega števila visoko usposobljenih kadrov ter nimamo zadostnih finančnih sredstev. Razreševanja problemov se je potrebno lotiti večplastno. Pri tem pa moramo upoštevati vsaj dva cilja, in sicer, da bodo rešitve prispevale k večji prometni varnosti in k boljši pretočnosti mestnih cestno-prometnih sistemov (MCPS). V tem primeru ne moremo več govoriti o upravljanju prometa, temveč govorimo o upravljanju mestnega cestnoprometnega sistema.

Z izrazom "upravljanje mestnega cestnoprometnega sistema" razumemo množico aktivnosti, ki vplivajo na mestno cestnoprometno infrastrukturo in na promet, pri tem pa upoštevamo soodvisnost med različnimi prometnimi in neprometnimi značilnostmi ter stanji mestnega cestnoprometnega sistema.

Kakovostno upravljanje MCPS pomeni uresničitev in realizacijo vseh pogojev upravljanja. Razpolagati moramo z množico različnih podatkov, imeti moramo potrebna znanja in primerno opremo. Materialni osnovi mora slediti primerna organizacija mestnih strokovnih služb in zadostna finančna sredstva. Krono vsega pa tvori potrjena mestna prometna politika ter učinkovita zakonodaja.

Iz pogojev kakovostnega upravljanja MCPS je moč izluščiti štiri temeljna področja, ki vsako zase in v celoti pomembno prispevajo k razreševanju zaznanih problemov:

- reorganizacija upravnih in strokovnih služb na vseh nivojih odločanja in upravljanja,
- popolna pravna podpora (zakonska in tehniška regulativa),

- primerna finančna politika,
- učinkovite tehniške rešitve (nove metode, znanja in orodja za učinkovitejše upravljanje MCPS).

Prva tri področja zahtevajo sodelovanje strokovnjakov iz drugih netehniških strokovnih področij. Ker teh področij ne obvladujemo, smo se v nadaljevanju omejili na tehniške aspekte upravljanja MCPS.

Poleg pogojev, potreb in zahtev tehniškega upravljanja MCPS je bil osnovni namen raziskave najti nove, primernejše načine upravljanja ter z njimi zagotoviti postopno preobrazbo obstoječega načina upravljanja.

S pomočjo prometnih strokovnjakov - upravljalcev MCPS smo določili pogoje, potrebe in zahteve tehniškega upravljanja MCPS:

- izbrana metoda mora biti prenosljiva v računalniško okolje,
- na podlagi izbrane metode izdelana aplikacija, mora omogočati dostop, uporabo, analiziranje in prikazovanje različnih prostorskih podatkovnih baz,
- mora biti sposobna ocenjevati različna stanja prometnega sistema in svetovati aktivnosti, ki bi v danem trenutku optimalno prispevale k izboljšanju zaznanega stanja,
- naj bo operativna že v pilotski fazi projekta,
- naj v pretežni meri uporabi obstoječo strojno in programsko opremo upravljalcev MCPS,
- naj kakovostno nadomesti klasične prometne študije,
- mora omogočati učinkovito delo izkušenim prometnim strokovnjakom in začetnikom, tako, da jim pri delu svetuje in jih vodi skozi posamezna področja upravljanja.

Ker podobnih obstoječih sistemov v svetu ni in ker tudi v literaturi nismo zasledili podobnega pristopa, smo poskušali razviti lastno, izvirno metodo, ki smo jo poimenovali metoda optimiranja upravljanja MCPS.

## METODA OPTIMIRANJA UPRAVLJANJA MCPS

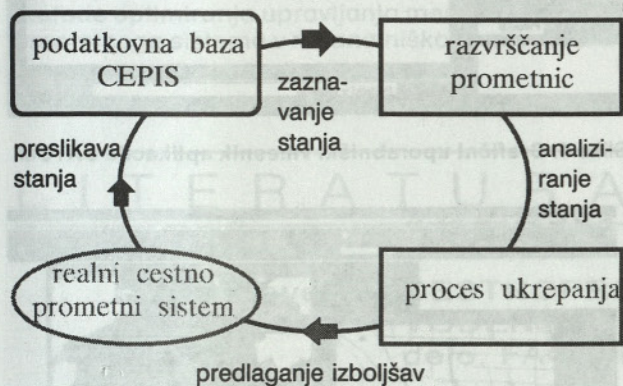
Osnovna ideja metode optimiranja upravljanja MCPS (slika 1) je naslednja:

Z neskončnim številom ciklično ponavljajočih se procesov upravljanja želimo zagotoviti prometno varen in učinkovit MCPS.

V posameznem ciklu se zaporedno ponavljajo štiri procesi in sicer:



- vzpostavitev in vzdrževanje relevantnih prostorskih podatkov v okviru podatkovne baze CEst Prometnega Informacijskega Sistema (CEPIS),
- razvrščanje mestnih prometnic glede na njihovo dejansko vlogo, pomen in namen v okviru enovitega mestnega cestnoprometnega sistema,
- predlaganje ukrepanja (izboljšav) na podlagi opravljene analize stanja MCPS in vgrajene baze znanj strokovnega področja upravljanja MCPS in
- realizacija predlaganih izboljšav v realni cestnoprometni prostor



Slika 1: Metoda optimiranja upravljanja MCPS

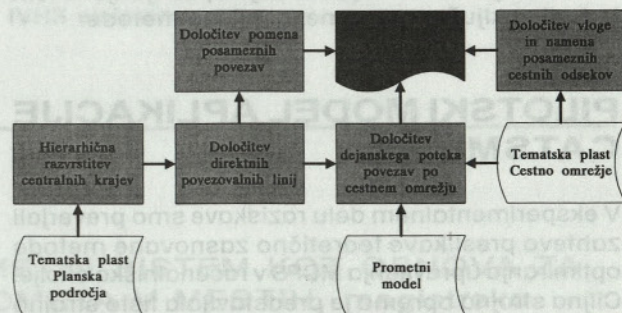
Realni mestni cestnoprometni sistem se preslika v digitalno obliko podatkovne baze CEPIS-a z digitalizacijo obstoječega kartnega materiala in z geodetskim snemanjem. S pomočjo te podatkovne baze lahko upravljalec natančno in preprosto zazna dejansko stanje. Na podlagi dejanskega stanja se opravi analiza razvrščanja prometnic, glede na njihovo dejansko vlogo, pomen in namen. Rezultat te analize je enotno izraženo stanje prometnih površin. Proces ukrepanja na osnovi analiziranja stanja ponudi predloge izboljšav.

Upravljalec MCPS lahko te predloge upošteva - izvede izboljšavo realnega MCPS. To spremembo sistema je potrebno prenesti v podatkovno bazo CEPIS-a, nakar sledina slednja iteracija.

Že v predhodnih raziskavah smo ugotovili, da je analiza razvrščanja mestnih prometnic glede na njihovo vlogo, pomen in namen temeljna analiza tudi v upravljanju mestnega cestnoprometnega sistema. V opisanem procesu lahko uporabimo že obstoječo kategorizacijo ali pa jo šele izvedemo. Za ta namen smo na podlagi razvrščanja prometnic po nemških predpisih (RAS-N) razvili modificirano metodo razvrščanja prometnic.

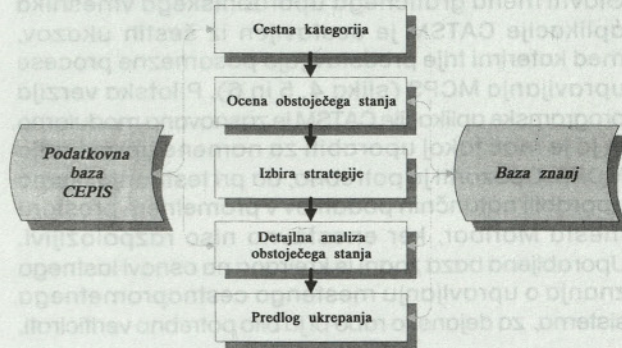
Modificirana metoda razvrščanja mestnih prometnic (slika 2) ima določene prednosti pred klasično metodo razvrščanja po RAS-N:

- postopek analiziranja je avtomatiziran, zato je izvedba analize enostavna, hitra, natančna, rezultati pa enolično določeni,
  - spremembe posameznih značilnosti prometnega sistema se hitro in enostavno odražajo v rezultatu analize,
  - možnosti izvajanja variantnih analiz so povečane,
  - uporablja se lahko tudi za simulacijo bodočega stanja.
- Opisane prednosti v glavnem izhajajo iz avtomatizacije postopka.



Slika 2: Razvrščanje prometnic glede na njihovo dejansko vlogo, pomen in namen

V procesu ukrepanja se na podlagi zaznanega stanja posameznih cestnih odsekov poiščejo možne izboljšave. Proces ukrepanja je dejansko ekspertni sistem, katerega bazo znanj tvorimo na podlagi obstoječega strokovnega znanja. Rezultat procesa je seznam predlaganih gradbenih, prometno-tehniških, prometno-varnostnih ali drugih ukrepov. Mehanizem procesa ukrepanja je tesno povezan s podatkovno bazo CEPIS-a in bazo znanj. Sestavljen je iz petih zaporednih nivojev (slika 3).



Slika 3: Mehanizem ukrepanja

Bazo znanj procesa ukrepanja smo sestavili na podlagi lastnega strokovnega znanja in predstavili v grafični obliki odločitvenega drevesa. Za to obliko predstavitev znanja smo se odločili predvsem zaradi ugodnih lastnosti tovrstnega načina grafičnega predstavljanja

Drago SEVER: Cestnoprometni sistemi

znanja. S pomočjo odločitvenega drevesa lahko prikažemo zelo strogo definirane vzorčno-posledične povezave med posameznimi nivoji odločitev. V računalniško okolje smo prikazano odločitveno drevo preslikali s pomočjo pravil.

Zadnji proces metode optimiranja upravljanja MCPS je neavtomatiziran. Avtomatizacija tega procesa dejansko niti ni možna. Upravitelj prometnega sistema se mora na podlagi lastnih izkušenj in razpoložljivih finančnih sredstev odločiti glede realizacije določene predlagane izboljšave. Kolikor se upravljalec odloči za določeno izboljšavo le-ta pomeni spremembo stanja MCPS po realizaciji predlogov v splošnem i-te iteracije metode optimiranja upravljanja. S tem je tudi zaključen posamezni cikel metode.

### PILOTSKI MODEL APLIKACIJE CATSM

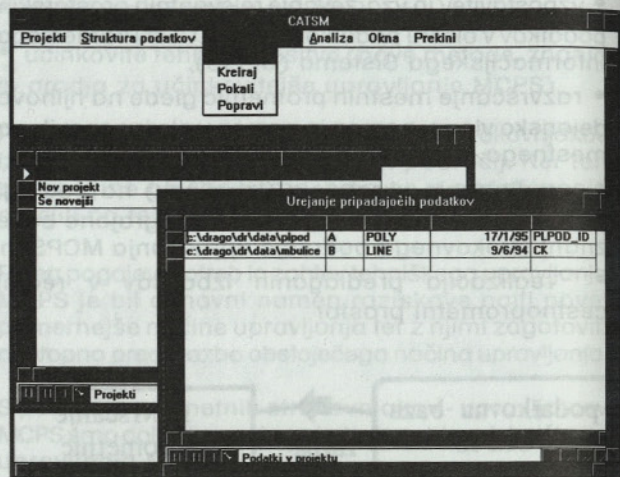
V eksperimentalnem delu raziskave smo preverjali zahtevo preslikave teoretično zasnovane metode optimiranja upravljanja MCPS v računalniško okolje. Ciljna strojna oprema je predstavljala tisto strojno opremo za katero ocenjujemo, da z njo razpolaga večina morebitnih bodočih uporabnikov - osebni računalnik.

Za realizacijo pilotskega projekta aplikacije CATSM (Computer Aided Traffic System Management) smo uporabili programsko opremo, s katero v glavnem razpolagamo, posamezna specializirana orodja pa smo za ta namen nabavili. Pilotsko verzijo računalniške aplikacije CATSM smo testirali s pomočjo razpoložljivih podatkov o mestnem cestnoprometnem sistemu mesta Maribor.

Glavni menu grafičnega uporabniškega vmesnika aplikacije CATSM je sestavljen iz šestih ukazov, med katerimi trije predstavljajo posamezne procese upravljanja MCPS (slika 4, 5 in 6). Pilotska verzija programske aplikacije CATSM je zasnovana modularno in jo je moč takoj uporabiti za namene upravljanja MCPS. Opozoriti je potrebno, da pri testiranju nismo uporabili natančnih podatkov v prometnem prostoru mesta Maribor, ker enostavno niso razpoložljivi. Uporabljena baza znanj je kreirana na osnovi lastnega znanja o upravljanju mestnega cestnoprometnega sistema, za dejansko rabo bi jo bilo potrebno verificirati.

V skladu z zahtevo po postopnem prehodu obstoječega načina upravljanja na avtomatiziranega smo zasnovali bodoči pričakovani razvoj sistema CATSM. Postopni razvoj pričakujemo na treh področjih:

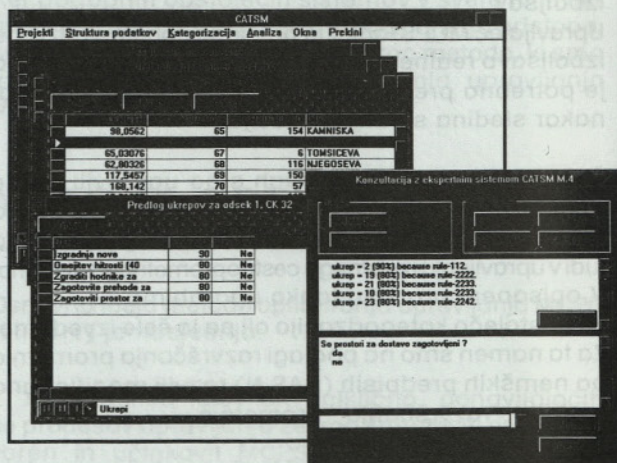
- strojna oprema:
- uporabo računalniških omrežij,



Slika 4: Grafični uporabniški vmesnik aplikacije CATSM



Slika 5: Vmesni in končni rezultat razvrščanja prometnic glede na njihovo dejansko vlogo in pomen



Slika 6: Proces ukrepanja vključuje svetovanje uporabnika z ekspertnim sistemom

- navezava avtomatskih sistemov za spremljanje in vodenje prometa;

- programska oprema:

- navezava dodatnih prometno tehniških aplikacij (HDM, QRS ...)

- razširitev podatkovne baze in baze znanj

## SKLEPNE UGOTOVITVE

Opravljeni eksperiment je pokazal, da je preslikava metode optimiranja upravljanja mestnega cestnoprometnega sistema v računalniško okolje možna.

Računalniška aplikacija CATSM omogoča postopen prehod iz obstoječega načina upravljanja na avtomatiziranega, pri tem pa upošteva osnovne cilje upravljanja mestnega cestnoprometnega sistema. Ne nazadnje, s pomočjo eksperimenta smo potrdili, da so teoretična pričakovanja skladna z eksperimentalnimi rešitvami.

Predstavljena raziskava je le začetni člen na poti k dejanski realizaciji prikazanih rešitev. Zaradi tega je potrebno s strokovnim prizadevanjem na področju upravljanja mestnega cestnoprometnega sistema nadaljevati. V nadaljevanju raziskav s tega področja želimo predlagano rešitev preveriti v realnem okolju. Povsem odprto je tudi področje navezovanja različnih IVHS sistemov.

## L I T E R A T U R A

1. Drago Sever: **CESTNOPROMETNI SISTEM KOT OSNOVA ZA VODENJE PROMETA V MESTIH**, magistrsko delo, FAGG Ljubljana, Ljubljana 1991
2. Drago Sever: **UPRAVLJANJE MESTNEGA CESTNOPROMETNEGA SISTEMA**, doktorska disertacija, FG Maribor, Maribor 1995

## PODATKOVNO SPOMORSKA KARTICA

V tem sistemu letu smo na fakulteti za inženjstvo in tehnologijo izdelali nov geodetski instrument. Karli smo izdelali novo postajo DTM 700 z vsebnostjo 128 bitov. V tem sistemu letu smo na fakulteti za inženjstvo in tehnologijo izdelali novo postajo DTM 700 z vsebnostjo 128 bitov. V tem sistemu letu smo na fakulteti za inženjstvo in tehnologijo izdelali novo postajo DTM 700 z vsebnostjo 128 bitov.

## TOTALNA POSTAJA DTM 700

Vsebnost postaje DTM 700 je 128 bitov. Vsebnost postaje DTM 700 je 128 bitov. Vsebnost postaje DTM 700 je 128 bitov. Vsebnost postaje DTM 700 je 128 bitov. Vsebnost postaje DTM 700 je 128 bitov.

## PROGRAMI

Programi so izdelani v Visual Basic 6.0. Programi so izdelani v Visual Basic 6.0. Programi so izdelani v Visual Basic 6.0.

Boštjan KOVAČIČ: NIKON - DTM 700

# GEODETSKA DELA Z NOVIM INSTRUMENTOM NIKON - TOTALNA POSTAJA SERIJE DTM-700

## Surveying works using new Nikon instrument

UDK 528.5

BO ŠTJAN KOVAČIČ

### P O V Z E T E K • S U M M A R Y

Tehnološka revolucija je posegla tudi v področje geodezije. Prednosti se kažejo predvsem v hitrejšem in natančnejšem delu. Prejšnji inštrumenti so temeljili na ročnem zapisu in obdelavi dobljenih terenskih podatkov, novi pa imajo vgrajeno programsko in spominsko kartico. Na podlagi teh dveh kartic je delo mnogo enostavnejše, hitrejše in natančnejše.

In the field of land surveying technological revolution has taken place. Advantage can be noticed from faster and more exact work in the field. Instrument used in the past were based on manual recording and analysis of measured results. New instrument have two charts incorporated (memorium and programm). Because of this charts, work is less complicated, faster and more accurate.

### UVOD

V tem šolskem letu smo na Fakulteti za Gradbeništvo nabavili nov geodetski inštrumentarij. Kupili smo Nikon - totalno postajo DTM-720 z vso dodatno opremo, kot na primer dve teleskopski trasirki dolžine 2,5 mm in 3,6 mm, dve pentagonski prizmi, stojala za trasirke in stativ. Delo s takšnim orodjem je mnogo lažje in predvsem hitrejše. Tako je pedagoško delo pri vajah iz geodezije posodobljeno in prirejeno novi opremi.

### TOTALNA POSTAJA DTM 700

V serijo DTM 700 spadajo totalne postaje DTM 720, DTM 730 in DTM 750

Nikonova totalna postaja iz serije DTM-700 nam ponuja veliko izbiro operacij. Totalne postaje so uporabne za meritve posebnih vrst, za inženirske

meritve, za arheološke izkope in zbiranje podatkov za geografski informacijski sistem.

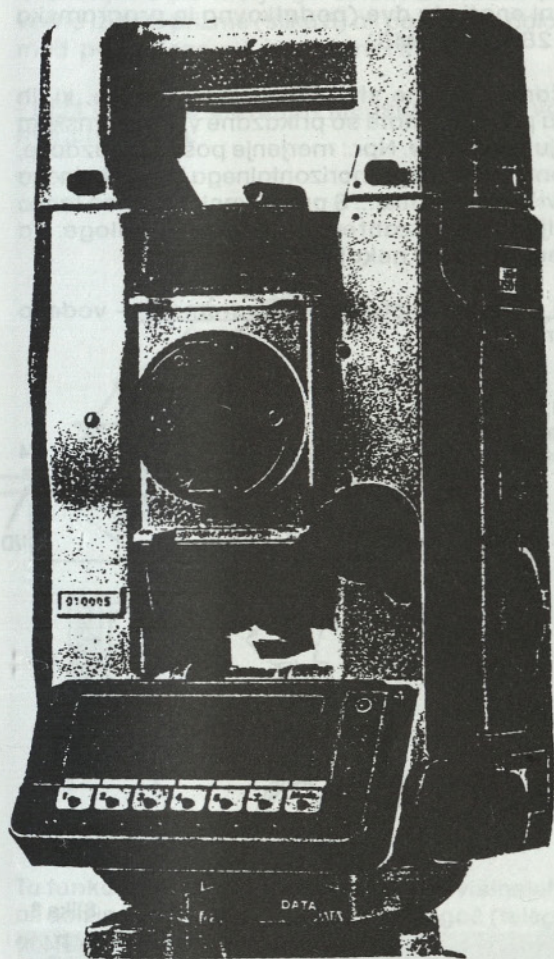
Ta serija totalnih postaj ima visoko tehnološko raven, saj je optična, elektronska, računalniška in programska oprema zelo uporabna.

V tej totalni postaji je vgrajen MS-DOS kompatibilni operacijski sistem. Totalna postaja iz te serije ima zelo visoko mersko produktivnost, kar nam pri samem terenskem delu pomeni povečano natančnost merjenja kotov in dolžin. Ima tudi enotne računske operacije s podatkovnimi programi in spominsko kartico.

Prednosti se kažejo tudi v sposobnosti opravljanja različnih merskih nalog, natančnosti, zanesljivosti in udobnosti dela. Razvoj te postaje je temeljil predvsem na povečanju spomina, razširitvi programa in obdelavi podatkov.

**Avtor:**

Boštjan KOVAČIČ dipl.inž.geod., Fakulteta za gradbeništvo, Maribor



Slika 1: Totalna postaja Nikon DTM-750

## NOVOSTI TOTALNE POSTAJE NIKON DTM-700

Nikon nam ponuja popolno rešitev zapletenih geodetskih nalog za integracijo terenskega dela in obdelave podatkov.

Novosti:

- povečana natančnost merjenja kotov in dolžin,
- dvoosni avtomatski kompresor,
- vgrajen MS-DOS kompatibilni sistem,
- dvokartni sistem; programski in spominski,
- visoka grafična resolucija (256 x 80 točk),
- uporabni geodetski terenski program AP-700,
- dva izhoda za komunikacijo (avtomatski prenos podatkov med PC-jem in instrumentom),

- lumi-guide funkcija (optično vodilo),
- visoka kakovost optičnega viziranja,
- spominske kartice JEIDA/PCMCIA svetovnega standarda

### DVOKARTNI SISTEM: -PROGRAMSKI, -SPOMINSKI

Totalne postaje serije DTM-700 uporabljajo dvokartni sistem: eden je programski, drugi pa je podatkovno-spominski sistem. Uporabljamo lahko oba sistema istočasno. Menjava programske in spominske kartice je hitra in enostavna.

Ta nova značilnost nam izloči potrebo po "rekorderju" in nam daje neomejene količine podatkovnega spomina. Spominska kartica je tipa JEIDA/PCMCIA, svetovnega standarda, je majhna in primerne oblike ter jo enostavno priključimo na računalnik.

Totalna postaja nam nudi tudi prosto izbiro programskih aplikacij za različne geodetske naloge.

### ZGRADBA KOMPATIBILNEGA MS-DOS RAČUNALNIKA

Druga važna značilnost te serije je notranji kompatibilni operacijski sistem MS-DOS svetovnega standarda, ki zagotavlja visoko in hitro obdelavo merjenih podatkov in razširitev aplikacij programskega okolja.

### PODATKOVNO SPOMINSKA KARTICA

Nikon razpolaga z originalno podatkovno spominsko kartico, ki zagotavlja velik učinek pri geodetskih delih. Kartica je 100% kompatibilna s PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association), je svetovnega standarda, kar pomeni, da lahko podatke obdelamo na kateremkoli čitalcu kartice ali osebнем računalniku s PCMCIA kartično specifikacijo.

Serija DTM 700 ima vgrajeno tudi potrebno programsko funkcijo, če bi uporabnik slučajno pozabil programsko kartico AP-700E1 ali če bi se z njo kaj zgodilo. Brez nje lahko opravljamo osnovne merske naloge. Posebnost te serije so tudi podatkovne varnostne funkcije, kater hranijo podatke v dodatnem notranjem spominu

### OSNOVNI UPORABNIŠKI PROGRAMI

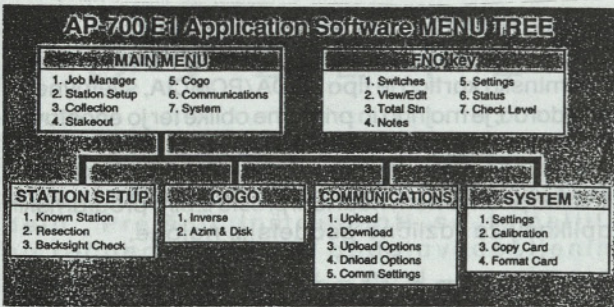
Nikonova AP-700E1 osnovna, prosto uporabniška

Boštjan KOVAČIČ: NIKON - DTM 700

programska kartica uporablja različne funkcije za pomoč in lažje delo pri merskih nalogah, kot na primer:

- FILE MANAGEMENT (urejevalnik)
- KNOWN STATION (znano stojišče)
- RESECTION (urez)
- STAKE OUT (zakoličbe)

in ostale pomembne operacijske funkcije. Vsaka operacija iz merske naloge je jasno prikazana na ekranu in v sklopu programskega menija. Navodila, ki so poslovenjena se nam pojavljajo na ekranu, tako da je delo zelo preprosto.



Slika 2: Operacije programa AP-700E1

## TEHNIČNI PODATKI

**Merjenje kotov:** fotoelektrični inkrementni dekoder (diametralno čitanje po H/V krogih), minimalni inkrement je 1", natančnost po DIN je 3"

**Avtomatski kompenzator:** sistem deluje na liquid-electric zaznavanju, delovno območje je +/- 3", nasatvljiva natančnost pa +/- 1"

**Razdaljemer:** pod normalnimi pogoji preko 40 km, doseg z prizmami:

- 1 prizma 2500 m,
- 3 prizme 3300 m,
- 9 prizem 4200 m,

**Natančnost meritev** je +/- (3+3ppm\*D) mm, časovni intervali meritev so med 0,5 in 3 sekundami

**Prvi ekran:** tip je grafični (256x80 točk) LCD z možnostjo nastavljanja osvetlitev in z 20 tipkami, ekran ima avtomatsko senzorsko kontrolo za grejje

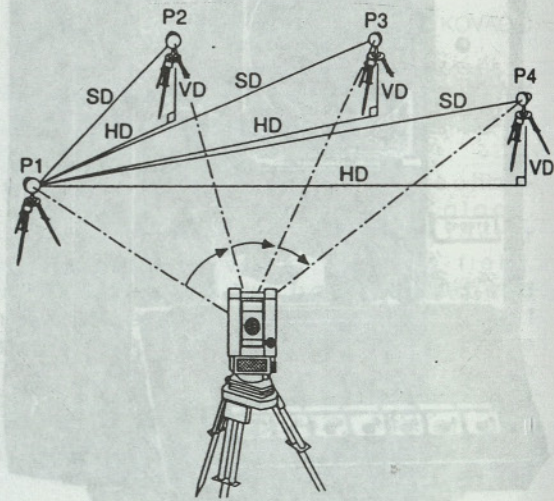
**Drugi ekran:** tip je 16 stolpcični x 4 vrstični, LCD z možnostjo osvetlitve in s 5 tipkami

**Interni računalnik:** glavni spomin je sestavljen iz SRAM s 512 kB, EEPROM-a z 256 kB (DOS),

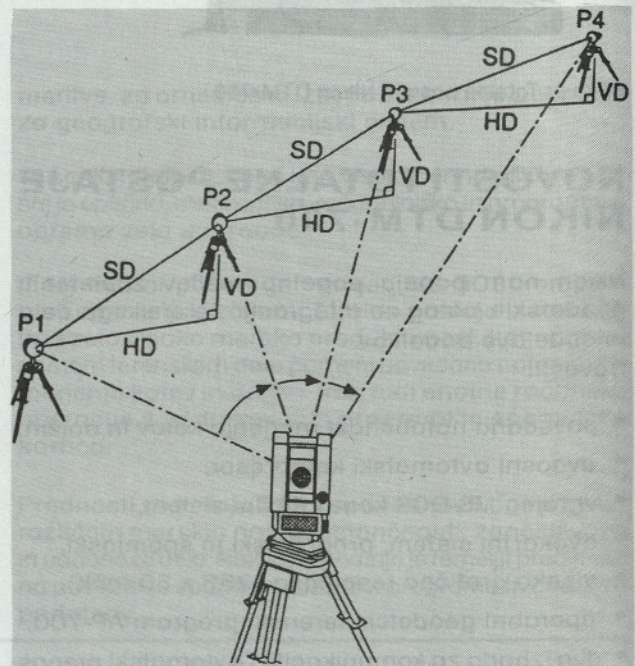
operacijskega sistema (MS-DOS), KANJI ROM-a s 128 kB. Notranji spomin je EEPROM z 256 kB. Zunanji kartični enoti sta dve (podatkovna in programska - od 128 kB do 1MB)

Povečanje delovne storilnosti: vse funkcije, ki jih totalna postaja zmore so prikazane v programskem meniju na ekranu. Npr.: merjenje poševne razdalje, horizontalne razdalje, horizontalnega in vertikalnega kota, višinske razlike... S programsko kartico lahko opravljamo zelo zahtevne geodetske naloge. Za pregled navajam nekaj teh nalog:

- **RDM (Remote Distance Measurement)** - vodeno merjenje dolžin;



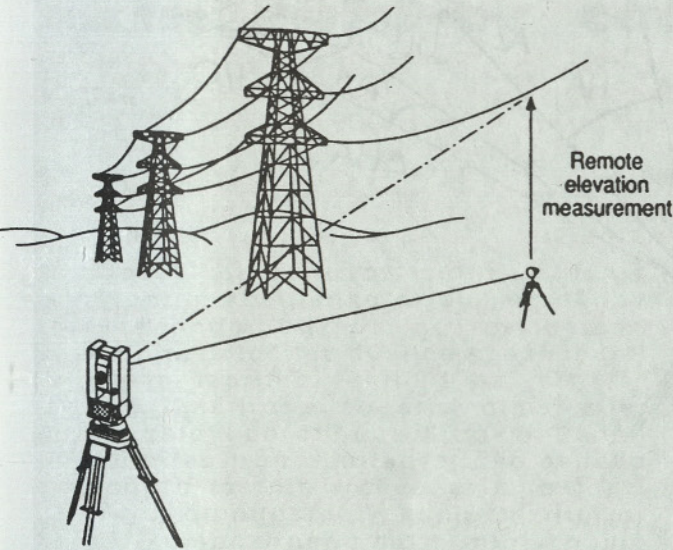
Slika 3.



Slika 4.

Vodeno merjenje dolžin med stojšči prizem je lahko nastavljeno na merjenje dolžin do vsake prizme vedno iz prve prizme (slika 3) ali pa dolžine določamo med posameznimi prizmami (slika 4)

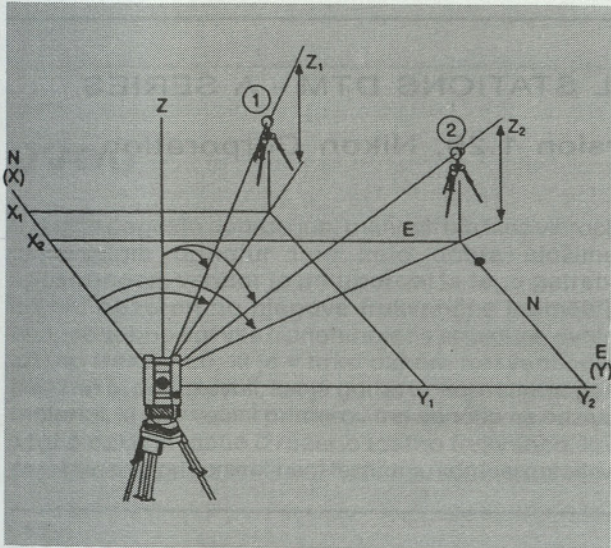
- REM (Remote Elevation Measurement) - vodeno merjenje višin;



Slika 5: Primer merjenja višin

Ta funkcija nam omogoča merjenje višinskih točk ali dolžin, kjer dostop s prizmo ni mogoč (telegrafski drogovi ali viseča napeljava).

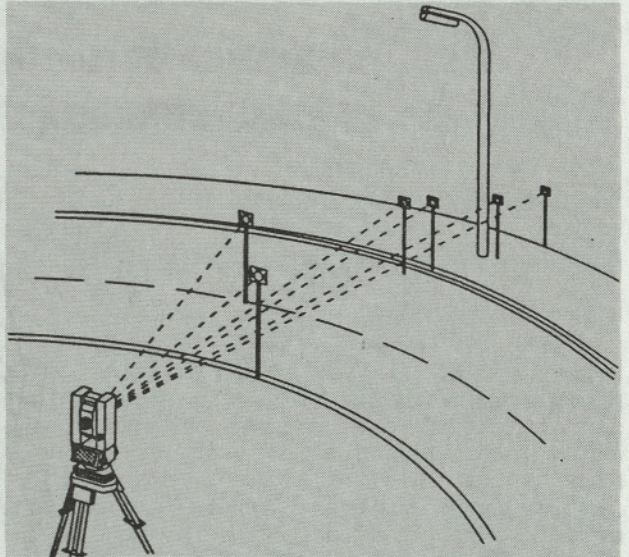
- Collection - Coordinate Measurement - določanje koordinat



Slika 6: Primer merjenja koordinat

Kordinate lahko določamo kar na terenu samem in tudi med samim merjenjem. Mnogokrat imamo podane koordinate točk, ki pa niso vidne. S prestavljanjem prizme in takojšnjim določanjem koordinat lahko kar hitro in natančno določimo točko.

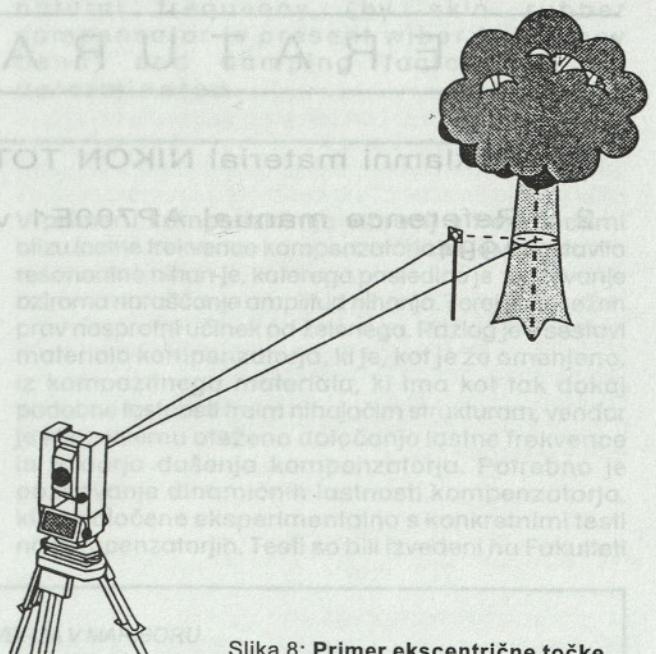
- Collection-Quick Codes - hitre kode



Slika 7: Primer določanja kod

Ta funkcija pride v poštev pri detajlnih posnetkih terena, kjer se objekti spreminjajo. Kodo štejemo kot: rob cestišča, drogovi, drevesa, poligonske točke, ... Kode lahko sproti vnašamo glede na topografijo. To nam omogoča hitro in kakovostno delo, saj je poznejši pregled točk mnogo preglednejši.

- Collection - Offsets - ekscentrične točke;



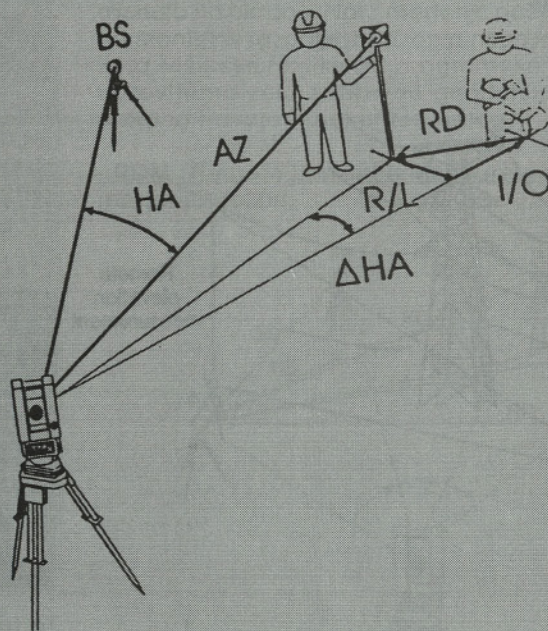
Slika 8: Primer ekscentrične točke

Boštjan KOVAČIČ: NIKON - DTM 700

Koordinate ekscentrične točke lahko določimo s pomočjo merjenja pomožnega kota in pomožne dolžine v 3D sistemu. Kombinacije: naprej, nazaj, gor, dol, levo, desno.

- Collection-Setting Out - določitev položaja

Obširna izbira funkcij vsebuje tudi precizno določitev lege točke. Določitev položaja je sestavljena iz različnih operacij: od položaja točke, lomnega kota glede na začetno točko in drugega. Položaj točke lahko preverimo kadarkoli.



Slika 9: Primer določitve položaja točke

## L I T E R A T U R A

1. Reklamni material NIKON TOTAL STATIONS DTM - A SERIES
2. Reference manual AP700E1 version 1.20, Nikon Corporation 1994



# FREKVENČNI ODZIV GUMIJASTIH MEHASTIH KOMPENZATORJEV

## The frequency response of skin rubber compensators

UDK: 621.317.727:534.83

ANDREJ PREDIN

### P O V Z E T E K • S U M M A R Y

Prispevek obravnava lastno nihanje gumijastih kompenzatorjev, določitev frekvenčnega odziva na periodično vzbujanje, določitev dušilne sposobnosti le-teh in merilno tehniko oz. problematiko. Testirane so štiri dimenzije, najpogostej uporabljene v praksi. Podan je način testiranja in teoretična osnova določanja lastnih frekvenc in faktorja dušenja gumijastega kompenzatorja, ki je iz kompozitnega materiala, v gumo zalite armature (sintetična vlakna). Prav slednje je glavni razlog, da se gumijasti kompenzator "obnaša" podobno kot nihajoča trdna struktura, ki se ji da določiti lastna frekvenca (nekoliko širši frekvenčni pas) in faktor dušenja.

The contribution treats the natural oscillations of skin rubber compensators, its frequency response on the periodic excitation, damping factor determination and measurement technique and methods. Tested are four dimensions, most used in praxis. The testing technique for the theoretical determination of the skin rubber compensator natural frequency determination and its damping factor determinator are given. The skin rubber compensator is made from synthetic armature (synthetic fiber) rounded by synthetic rubber. The last is the main reason for the fact that the skin rubber compensator is responded as the solid structure, where the last natural frequency (by skin rubber compensator is present wider frequency band) and damping factor can be determined.

### UVOD

V praksi pogosto uporabljani mehasti blažilec vibracij cevovodnih armatur ima zelo dobre blažilne sposobnosti, vendar je pri uporabi le-tega potrebno biti pozoren na njegove frekvenčne lastnosti. Ima, podobno kot vse trdnihajajoče strukture, svojo lastno frekvenco, ki je v tako ozkem frekvenčnem pasu ne bi pričakovali, ker je guma dokaj nehomogen material, ki se v večini primerov frekvenčno ne odziva s tako ozko in jasno izraženo lastno frekvenco, kot se je izkazalo pri konkretnem testiranju kompenzatorjev,

V primeru kompenziranja vibracij s frekvencami blizu lastne frekvence kompenzatorja se je vzpostavilo resonantno nihanje, katerega posledica je seštevavanje oziroma naraščanje amplitud nihanja. Torej je dosežen prav nasprotni učinek od želenega. Razlog je v sestavi materiala kompenzatorja, ki je, kot je že omenjeno, iz kompozitnega materiala, ki ima kot tak dokaj podobne lastnosti trdim nihajočim strukturam, vendar je kljub vsemu oteženo določanje lastne frekvence in faktorja dušenja kompenzatorja. Potrebno je poznavanje dinamičnih lastnosti kompenzatorja, ki so določene eksperimentalno s konkretnimi testi na kompenzatorjih. Testi so bili izvedeni na Fakulteti

Avtor:

Dr. Andrej PREDIN dipl.ing., FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO, UNIVERZA V MARIBORU

Andrej PREDIN: Frekvenčni odziv gumijastih kompenzatorjev

za strojništvo, v Laboratoriju za turbinske stroje ob pomoči Laboratorija za raziskavo materialov in konstrukcij Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru.

## OSNOVNE LASTNOSTI NIHANJA IN DUŠENJA

Rezultat dušenja je disipacija energije med vibriranjem strukture. Splošno je dušenje generirano kot posledica treh osnovnih fenomenov (Blevinis, {1}):

1. Fluidno dušenje kot posledica fluidnega trenja, viskozne disipacije in radiacije oz. delovanja obtekačnega fluida,

2. Notranje materialno dušenje kot posledica zvijanja, gretja, elektromagnetnega delovanja in notranje energijske disipacije materiala,

3. "Strukturno" dušenje kot posledica trenja, trkov, trganja, motenj "trganja" fluidnega toka in njih kombinacije,

V konkretnem primeru uporabe dušilnih kompenzatorjev je torej potrebno upoštevati vse tri omenjene dejavnike, ki pa so v splošnem vezani na konkretne izvedbe ali področja uporabe. V najosnovnejšem primeru in v praksi tudi največkrat uporabljena definicija matematičnega definiranja dušenja oz. dušilnih sil je enoprostostna nihajoča struktura z idealno predpostavljenim viskoznim dušenjem. Takšen dušilec predstavlja strukturno gibanje z dušilno silo  $F_d$  sorazmerno hitrosti

$$F_d = c \frac{dy}{dt} = 2m\xi\omega_n \frac{dy}{dt} \quad (1)$$

kjer je  $(y/t)$  odmik iz mirovne lege nihajoče strukture,  $c$  je konstanta, ki je sorazmerna enoti sile na enoto hitrosti,  $m$  je masa strukture in  $\omega_n$  je naravna oz. lastna krožna frekvenca nihajoče strukture. V drugem delu gornje enačbe (1) je konstanta  $c$  nadomeščena z brezdimenzijskim faktorjem dušenja  $\xi$ , ki je pogosto imenovan kot dušilno razmerje med viskoznim dušenjem in kritičnim dušenjem. Večina struktur, ki je nagnjenih k vibriranju, ima ta faktor dušenja velikostnega reda 0,05 ali manj. Pri lastnih nihanjih struktur je faktor dušenja v tesni povezavi s tako imenovanim faktorjem dinamičnega ojačanja  $Q$ , katerega pojem je prvi uvedel (Timoschenko, {2}) n logaritmičnega dekrementa  $\delta$  ter koeficienta izgub  $\eta$  v naslednji zvezi:

$$\xi = \frac{1}{2Q} = \frac{\delta}{2\pi} = \frac{\eta}{2} \quad (2)$$

Ekspandirana energija ob dušenju je lahko

predstavljena kot integral produkta dušilne sile po diferencialu odmika v mejah ene periode oziroma:

$$\int_{\text{perioda}} F_d dy = \int_t^{t+T} F_d \frac{dy}{dt} \cdot dt \quad (3)$$

kjer je  $T$  čas periode vibracij. V kolikor so vibracije periodične ( $y(t) = A_y \cos \omega t$ ), je disipacijska energija enega cikla ob upoštevanju viskoznega dušenja enaka

$$2\pi \cdot m \cdot \omega_n \omega \cdot \xi \cdot A_y^2 \quad (4)$$

Totalna energija elastično vibrirajoče strukture je enaka maksimalni kinetični ali potencialni energiji, ki je dosežena v enem ciklu. V primeru harmoničnih vibracij s frekvenco  $\omega$  je:

$$\frac{1}{2} m y_{\max}^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 \cdot A_y^2 \quad (5)$$

Razmerje energij, ekspandiranih v enem ciklu, ob upoštevanem viskoznem dušenju, je proporcionalno faktorju dušenja:

$$4\pi\xi \frac{\omega_n}{\omega} \quad (6)$$

Ekvivalentni faktorji dušenja so odvisni oz. so funkcija vibracijske amplitude, frekvence  $f = \omega/2\pi$ , mase  $m$  in dušilnega mehanizma oz. njega geometrije:

$$\xi_{e.v.d.} = \xi(f, A_y, m, \text{geometrija}) \quad (7)$$

Zvezne elastične strukture imajo možnost vibriranja v različnih modih (1, 2, ...), zato mora biti dušenje definirano za vsak vibracijski mod posebej. Prvi znan model, ki opisuje fizikalni dušilni pomen, kot na primer viskozno dušenje ali torno dušenje z diferencialno enačbo odmika iz mirovne lege fizikalnega modela. Komplikacija je v tem, da je dušilni model proporcionalen masi in togostni matriki in, da sta ti dve odvisnosti v enačbah posameznih modov nerazdružljivi (Caughey, {3}). Da bi obšli matematične in fizikalne komplikacije povezanega dušenja-vzbujanja in povezanega medmodalnega in nepovezanega dušenja v obliki enačbe (1), je splošno uporabna individualna modalna analiza v posameznih vibracijskih oz. oscilacijskih modih.

## TEHNIKE MERJENJA LASTNE FREKVENCE IN FAKTORJA DUŠENJA

Vse tehnike merjenja oz. določanja faktorja dušenja temeljijo na eni sami ideji: odziv nihajoče strukture je funkcija vzbujanja in dušenja. V kolikor je znano vzbujanje nihajoče strukture, potem lahko teoretično

predvidimo tudi odziv kot funkcijo dušenja. S primerjanjem predvidenega odziva kot funkcijo nihajoče strukture lahko definiramo dušenje oz. faktor dušenja.

Metoda z impulzivnim vzbujanjem

Enačbo gibanja dušene enoprostostne vibrirajoče strukture zapišemo kot

$$m\ddot{y} + 2m\xi\omega_n\dot{y} + ky = F(t) \quad (8)$$

kjer je  $F(t)$  zunanje zburanje (če obstaja),  $\xi$  faktor dušenja,  $k$  togostni koeficient in  $m$  masa nihajoče strukture. Če strukturo vzbudimo k vibriranju tako, da jo potisnemo iz mirujoče lege za velikost amplitude  $A_y$ , potem le-ta zaniha in sčasoma preneha nihati. Vibracije zamro po določenem času, kar je posledica dušenja. Če je  $F(t) = 0$  za čas  $t \geq 0$ , potem ima rešitev diferencialne enačbe (8) naslednjo obliko (Thomson {4}):

$$y(t) = A_y e^{-\xi\omega_n t} \sin[\omega_n t \sqrt{1-\xi^2} + \phi] \quad (9)$$

kjer je  $\phi$  fazni kot oz. konstanta. Upoštevati je potrebno, da je frekvenca nihajoče strukture definirana samo z lastno (naravno) frekvenco in dušenjem strukture. Razmerje dveh sosednjih amplitud v času ene periode

$$T = \frac{2\pi}{\omega_n \sqrt{1-\xi^2}} \quad (10)$$

lahko zapišemo kot

$$\frac{A_i}{A_{i+1}} = e^{\frac{2\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \quad (11)$$

Za slabo dušene strukture je  $\xi$  dosti manj od ena, tako da lahko postavimo aproksimacijo

$$1 - \xi^2 \approx 1 \quad (12)$$

s čimer lahko enačbo (11) zapišemo kot

$$2\pi\xi = \delta = \ln \frac{A_i}{A_{i+1}} \quad (13)$$

kjer je  $\delta$  logaritmski dekrement dušenja (Timoschenko, {2}). Pri slabo dušenih strukturah pada amplituda zelo počasi, tako da je lahko izmeriti razmerje dveh sosednjih amplitud po  $N$  ciklih. S tem dobimo naslednjo zvezo

$$2\pi\xi N = \ln \frac{A_i}{A_{i+N}} \quad (14)$$

Če je potrebnih  $N$  ciklov, da pade začetna amplituda na polovično vrednost, potem je faktor dušenja enak

$$\xi = \frac{\log 2}{2\pi N} = \frac{0,1103}{N} \quad (15)$$

Pri močno dušenih strukturah, kot je to primer pri mehastih kompenzatorjih, je predhodno uvedena aproksimacija (12) nepopolna. Z razrešitvijo enačbe (11) po  $\xi$  dobimo dvovalčno rešitev oblike:

$$\xi = \pm \left[ 1 + \frac{2\pi^2}{\ln \frac{A_i}{A_{i+1}}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

kar pa ne predstavlja večjega problema. V primeru dušenja amplitud privzamemo kot pravilno rešitev tisto s pozitivnim predznakom. V konkretnem primeru bi vsekakor veljalo uporabiti tako imenovano frekvenčno pasovno metodo (Thompson {4}), ki pa zahteva možnost spreminjanja vzbujevalne frekvence. V konkretnem primeru ni bila na razpolago takšna eksperimentalna oprema. Na razpolago smo vibrirajočo mizo s frekvenčno konstantno sinusno obliko nihanja. Glede na razpoložljivo opremo je tako najprimernejša Nyquistova metoda, oz. primerjalna metoda, ki uporablja fazne diagrame za določitev dušenja.

Nyquistova metoda

Odziv sinusne oblike vzbujanja je vsota komponente v fazi in zunaj nje z vzbujajočo silo  $F_0 \sin \omega t$

$$\frac{A_y k}{F_0} = \sqrt{\left[ 1 - \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 \right]^2 + 4\xi^2 \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2} \quad (17)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{2\xi\omega\omega_n}{\omega_n^2 - \omega^2} \right)$$

oziroma

$$y(t) = \frac{A_y k}{F_0} \left\{ \frac{1 - (\omega/\omega_n)^2}{\left[ 1 - (\omega/\omega_n)^2 \right]^2 + 4\xi^2 (\omega/\omega_n)^2} \sin \omega t - \frac{2\xi(\omega/\omega_n)}{\left[ 1 - (\omega/\omega_n)^2 \right]^2 + 4\xi^2 (\omega/\omega_n)^2} \cos \omega t \right\} =$$

$$= A_{vhod} \sin \omega \cdot t + A_{izhod} \cos \omega \cdot t \quad (18)$$

kjer sta  $A_{vhod}$  in  $A_{izhod}$  amplitudi odzivne komponente v fazi in zunaj faze vzbujajoče sile. Upoštevajoč

Andrej PREDIN: Frekvenčni odziv gumijastih kompenzatorjev

fazno ravnino, kjer je  $A_{vhod}$  komponenta risana na abscisnoos in  $A_{izhod}$  komponenta risana na ordinatno os ravnine, je rezultat krog, ki je iz izhodišča prestavljen za en radij navzdol od izhodišča.

$$\left(\frac{A_{vhod}}{A_y k / F_0}\right)^2 + \left(\frac{A_{izhod}}{A_y k / F_0} + \frac{\omega_n}{4\xi\omega}\right)^2 = \left(\frac{\omega_n}{4\xi\omega}\right)^2 \quad (19)$$

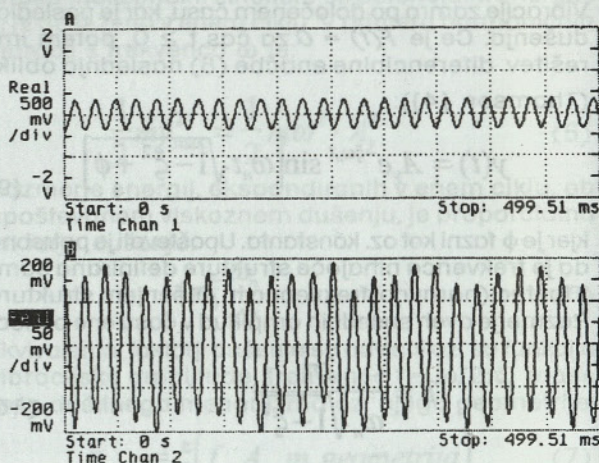
Radij kroga  $\omega_n / 4\xi\omega$  je inverzno proporcionalen faktorju dušenja. Nyquistova tehnika določanja je lahko uporabljena za vsako vzbujano strukturo. Rezultat je neodvisen od oblike vibracije (moda) oz. njene lokacije.

do 800 Hz. Spektralna analiza je izvajana z osrednjevanjem 50 merilnih vzorcev na celotnem opazovanem spektru (1,6 kHz). Rezultati meritev so izrisani na HP tiskalnik.

## MERILNI REZULTATI

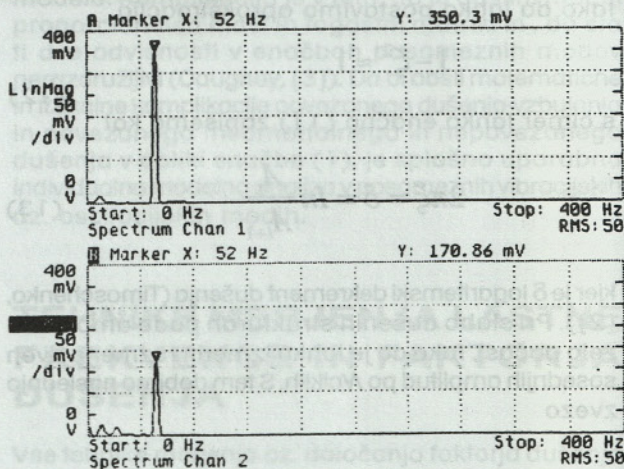
Merilni rezultati so podani v časovno odvisnem prikazu (time history record) in spektralnem prikazu (frequency spectra record). Kompenzatorji so testirani s sinusno obliko vzbujanja (50 Hz, ± 0,5 mm) in po principu enkratnega impulzivnega zbujanja na prostem koncu

MassStg: INT Format: BINARY PlotAddr: 1 PrntAddr: 1  
DiscAddr: 0 DiscUnit: 0 DiscVol: 0



Slika 2: Časovno odvisni zapis vzbujevanega (gornji zapis) in vzbujenega nihanja (spodnji zapis), DN 200.

Offset: OFF X Ref: 51.2 kHz Y Ref: 1.4142 V



Slika 3: Frekvenčni spekter vzbujevanega (gornji zapis) in vzbujenega nihanja (spodnji zapis), DN 200.



2331 PRAGERSKO  
TEL. 062 837100  
FAX 062 837 217

OPEKARNA  
PRAGERSKO

**OPEKA** VERTIKALNI  
BLOKI  
VENTILACIJSKE  
TULJAVE POROLIT  
VINOTEKARJI

STROPNI  
NOSILCI

STROPNI  
POLNILCI

**OPEČNI STROP**

PEČNICE

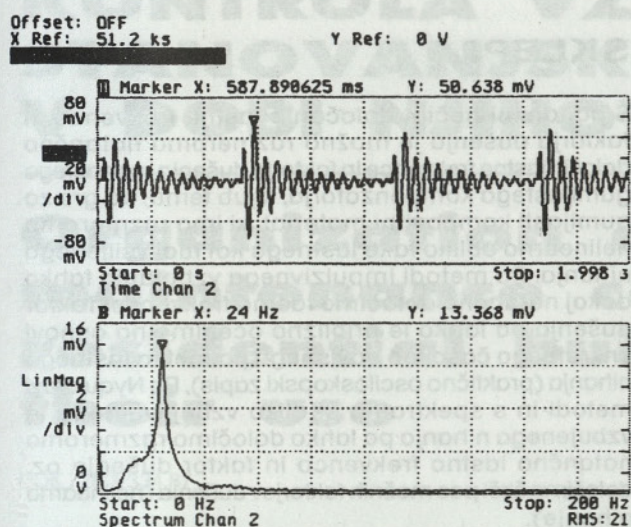
## MERILNA OPREMA IN INSTRUMENTARIJ

Dušilni kompenzatorji so vzbujani z nihajno mizo s frekvenco 50 Hz in amplitudo ± 0,5 mm. Lastna frekvenca merilne mize znaša 11 Hz. Kompenzatorji so preizkušeni oziroma vzbujani v radialni smeri, pri čemer je uporabljena dodatna vpenjalna konzola, na katero so pritrjeni kompenzatorji med preizkušanjem.

Amplitude nihanja vzbujevalne mize in prostega dela kompenzatorja so merjene z merilnim sistemom Brull & Kjaer za merjenje pospeškov, Type 2635. Rezultati so analizirani s spektralnim analizatorjem HP 32360C z ločljivostjo ± 2 Hz na merilnem območju

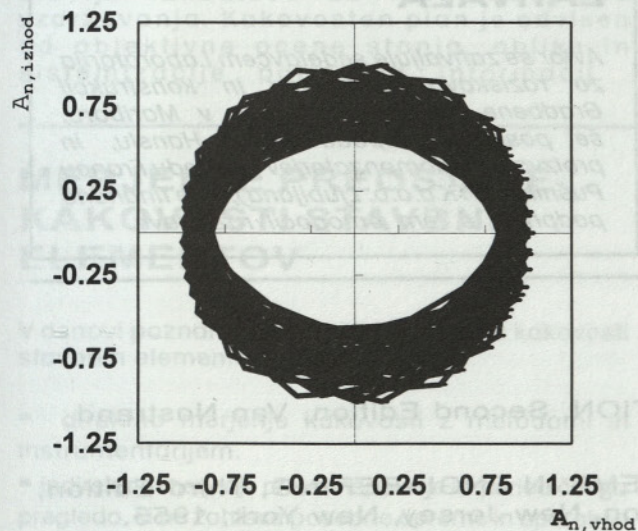
## Andrej PREDIN: Frekvenčni odziv gumijastih kompenzatorjev

v povprečju za približno 0,49 vzbujevane amplitude ( $A/A_{\text{vzbuj}}$ )



Slika 4: Lastna nihanja, časovno odvisni zapis (gornji zapis) in frekvenčni spekter le-tega (spodnji zapis), DN 200

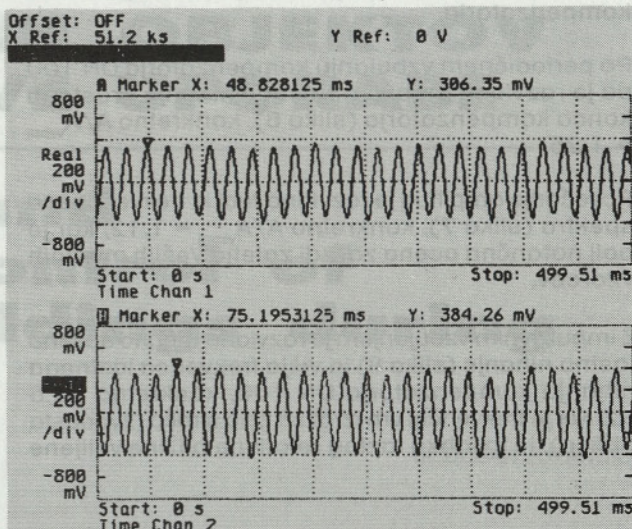
Iz frekvenčnega spektra (slika 3) je razvidno znižanje amplitud vsiljenega nihanja (50 Hz). V zgornjem izrisu sta prisotni dve spektralni nihanji, in sicer lastno nihanje vzbujevalne mize 11 Hz (prvi vrh z desne proti levi) in vsiljeno nihanje (drugi ali dominantni vrh) 52 Hz. V spodnjem zapisu je opazen dodatni oz. srednji vrh 21,9 Hz, ki ustreza lastnemu nihanju testiranega kompenzatorja. Z impulznim oz. enkratnim



Slika 5: Nyquistov krog vzbujevalnega in vzbujenega nihanja prostega konca kompenzatorja

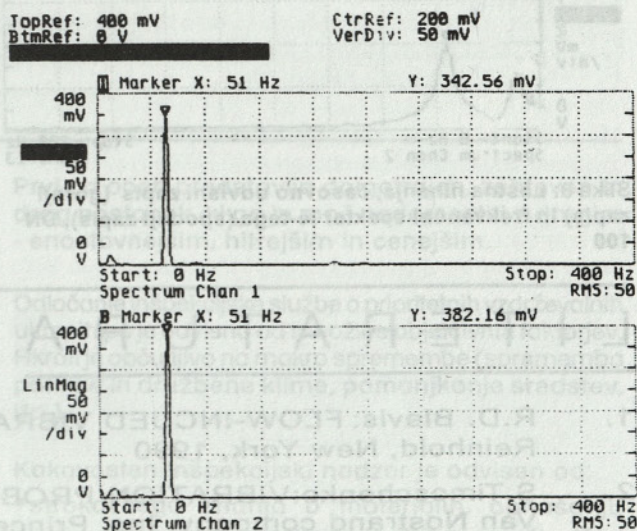
vzbujanjem kompenzatorja v radialni smeri (slika 3) je iz časovno odvisnega zapisa (slika 4, zgornji

zapis) razvidno močno dušeno lastno nihanje. Iz frekvenčnega prikaza (slika 4, spodnji zapis) pa je razvidna dominantna frekvenca 24 Hz, ki izhaja



Slika 6: Časovno odvisni zapis vzbujevalnega (gornji zapis) in vzbujenega nihanja (spodnji zapis), DN 100

iz razmeroma širokega spodnjega dela frekvenc (od 15 do 75 Hz). To nakazuje na širše področje možnih lastnih frekvenc kompenzatorja. Z uporabo principa določitve faktorja dušenja po logaritemskem dekrementu, konkretno po enačbi (16) znaša faktor dušenja  $x = 0,15$



Slika 7: Frekvenčni spekter vzbujevalnega (gornji zapis) in vzbujenega nihanja (spodnji zapis), DN 100

Andrej PREDIN: Frekvenčni odziv gumijastih kompenzatorjev

Po Nyquistovi metodi pa znaša koeficient dušenja za podane parametre po enačbi (18)  $\xi = 0,12$ ,  $0,18$ , ker gre za elipso (slika 5) in ne krog zaradi nelinearnosti konkretnega nihanja prostega konca kompenzatorja.

Po periodičnem vzbujanju kompenzatorja DN 100 pa je razviden porast amplitude nihanja prostega konca kompenzatorja (slika 6), konkretno  $A/A_{vzbuj} = 1,25$ .

Povečanje amplitud je razvidno tudi iz frekvenčnega spektra (slika 7), konkretno  $A/A_{vzbuj} = 1,12$ , kar je bolj natančna ocena zaradi zajetja večjih merilnih vzorcev.

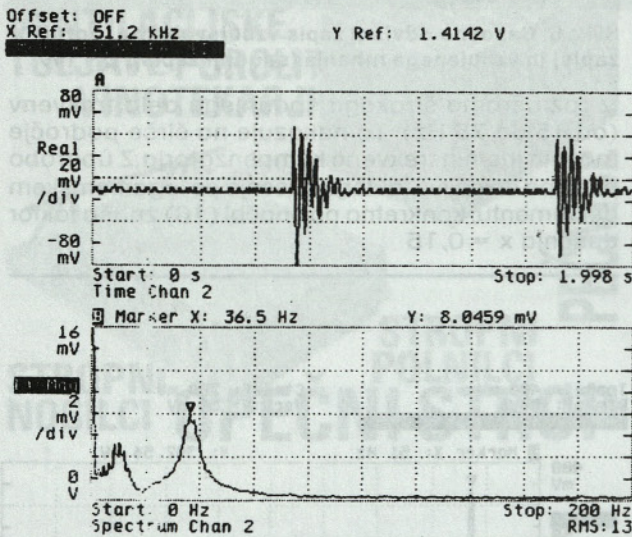
Z impulzivnim vzbujanjem je razvidno močno dušeno lastno nihanje (slika 8) in višja frekvenca lastnega nihanja kompenzatorja DN 100, konkretno 36,5 Hz. Ker je frekvenčni vrh izražen zelo široko (zvonasta oblika), je to lahko tazlog relativne bližine vsiljene

in lastne frekvence, kar pa ima za posledico resonančno ojačanje amplitud vsiljenega nihanja.

## SKLEPI

S podanimi načini določanja lastne frekvence in faktorja dušenja je možno razmeroma natančno določiti lastne frekvence in faktorja dušenja mehastega gumijastega kompenzatorja, kljub temu, da gre za gumijasti kompozitni material, ki ima razmeroma nelinearno obliko tako lastnega kot tudi vsiljenega nihanja. Po metodi impulzivnega vzbujanja lahko dokaj natančno določimo lastno frekvenco, faktor dušenja pa lahko le približno ocenimo na osnovi enkratnega časovno odvisnega posnetka lastnega nihanja (praktično osciloskopski zapis). Po Nyquistovi metodi in s spektralno analizo vzbujevalnega in vzbujenega nihanja pa lahko določimo razmeroma natančno lastno frekvenco in faktor dušenja oz. določimo širši pas možnih faktorjev dušenja (nelinearno nihanje).

Pri uporabi kompenzatorjev je potrebno upoštevati lastna nihanja kompenzatorjev oz. lastno frekvenco, ki mora biti dovolj daleč od frekvence nihanja, ki ga želimo blažiti (dušiti). Na srečo so lastne frekvence teh kompenzatorjev dovolj nizko, tako, da je v večini primerov uporabe (dušenje vibracij črpalke vezane v cevovod) razlika med lastno in vsiljeno frekvenco dovolj velika. V primerih uporabe dušenja nihanj z nizkimi frekvencami, pa je le-to nujno potrebno upoštevati oz. se seznaniti z lastnimi frekvencami konkretnega kompenzatorja, ki jih naj bi podajal proizvajalec kompenzatorjev.



Slika 8: Lastna nihanja, časovno odvisni zapis (gornji zapis) in frekvenčni spekter le-tega (spodnji zapis), DN 100

## ZAHVALA

Avtor se zahvaljuje sedelavcem Laboratorija za raziskavo materialov in konstrukcij Gradbene fakultete Univerze v Mariboru, še posebej gospodu Alešu Hanslu, in proizvajalcu kompenzatorjev gospodu Francu Pušniku (GTK d.o.o. Ljubljana), ki je finančno podprl in s tem omogočil raziskave.

## LITERATURA

1. R.D. Blevis: FLOW-INDUCED VIBRATION, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, New York, 1990
2. S.Timoschenko: VIBRATION PROBLEMS IN ENGINEERING, Third Edition, Van Nostrand company, Inc. Princeton, New Jersey, New York, 1955.
3. T.K. Caughey: CLASSICAL NORMAL MODES IN DAMPED LINEAR SYSTEMS, Journal of Applied Mechanics, 27, pp. 269-271, 1960
4. W.T. Thompson: THEORY OF VIBRATION WITH APPLICATIONS, 3rd edition, Prentice-Hall Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.

# ORGANIZACIJA IN KONTROLA VZDRŽEVANJA STANOVANJSKIH OBJEKTOV V DOBI NJIHOVE UPORABE

## Organization and maintenance control of residential buildings during their use

UDK 728.1:334.87

dr. DUŠAN ZUPANČIČ

### P O V Z E T E K

Temeljni cilj vzdrževanja je zagotoviti takšen potek vzdrževanja, da se izvaja investicijsko in tekoče vzdrževanje ob pravem času, ne prezgodaj, ne prepozno. S tem je izpolnjen pogoj 'učinkovitosti' vzdrževanja v operativnem in ekonomskem smislu. Zatečeno stanje objekta in njegovih elementov predstavlja izhodišče za izdelavo plana vzdrževanja. Kakovosten plan je odvisen od objektivne ocene stanja, oblike in sistemizacije potrebnih informacij.

### MERJENJE PREOSTALE KAKOVOSTI STAVBNIH ELEMENTOV

V osnovi poznamo dva načina merjenja kakovosti stavbnih elementov, in sicer:

- direktno merjenje kakovosti z metodami in instrumentarijem.
- indirektno merjenje preko inšpekcije in periodičnega pregleda, ki ne zahteva posebne opreme in uporablja le metodo observacije.

Prvi od obeh predstavlja dolgotrajen, zahteven in drag postopek, ki ga je moč nadomestiti z drugim - enostavnejšim, hitrejšim in cenejšim.

Odločanje inšpekcijske službe o prioritarnih vzdrževalnih ukrepih pa je odvisno od množice objektivnih faktorjev. Hkrati je občutljivo na makro spremembe (sprememba politike in družbene klime, pomanjkanje sredstev, itd.).

Kakovosten inšpekcijski nadzor je odvisen od:

- strokovnega znanja o materialih, obnašanju elementov, vzroku poškodb in dotrajanosti, višini stroškov, itd.

Avtor:  
Dušan ZUPANČIČ dipl. inž.

Dušan ZUPANČIČ: Kontrola in vzdrževanje

- izkušenj in sposobnosti zapažanja
- resnosti in predanosti delu

dotrajanosti elementa, je prvi podal J. Damen / vir 1/, prilagojeni našim razmeram pa so naslednji:

Kriteriji za oceno dotrajanosti	Ocena (število točk)	Ponder (%)	Poškodba elementa (skupaj točk)
Jakost poškodbe:			
- nična	0		
- lahka	1	20	2 x 20 = 40
- srednja	2		
- težka	3		
Intenzivnost:			
- nična	0		
- lahka	1	15	2 x 15 = 30
- srednja	2		
- težka	3		
Razsežnost:			
- neopazna	0		
- delna	1	35	0 x 35 = 0
- pretežna	2		
- popolna	3		
Vzrok:			
- ne obstaja	0		
- zunanji	1	10	2 x 10 = 20
- tehnični	2		
- starostni	3		
Mesto:			
- neobremenjeno	0		
- nevtrarno	1	20	2 x 20 = 40
- obremenjeno	2		
- kritično	3		
<b>Ocena dotrajanosti elementa:</b>			<b>130</b>

• občutka za oceno sprejemljivih, dopustnih, zahtevanih karakteristik materialov oziroma elementov

- etničnih načel pri delu
- nenazadnje tudi od fizične pripravljenosti

Problem postopka inšpekcije je z eno besedo 'subjektivizacija'. Oseba, ki opravlja to dejavnost, podlega lastni interpretaciji, kar lahko povzroča raztros rezultatov opazovanja.

Hkrati se pojavljajo težave pri definiranju ustreznih vzdrževalnih ukrepov.

Eden od možnih izhodov, morda tudi eden učinkovitejših, je uporaba 'vrednostne analize'. Kriterije, po katerih nadzorna oseba oceni stopnjo

Naslednji korak je ocena preostale uporabne vrednosti elementa. Ocenjujemo jo lahko glede na dotrajanost elementa, in sicer:

stopnja 1: ni vidnih razlik do novega elementa (praktično proškodb ni)

stopnja 2: rahla poškodba elementa; lahko tudi že vidni simptomi zastarevanja

stopnja 3: več manjših ali/in nekaj opaznih poškodb; življenjska starost elementa se suče okoli 50%

stopnja 4: opazne poškodbe; preostalo življenjsko dobo elementa je možno predvideti

stopnja 5: zelo resne poškodbe; element je nekje pri koncu svoje življenjske dobe

stopnja 6: element je popolnoma dotrajan; uporabna



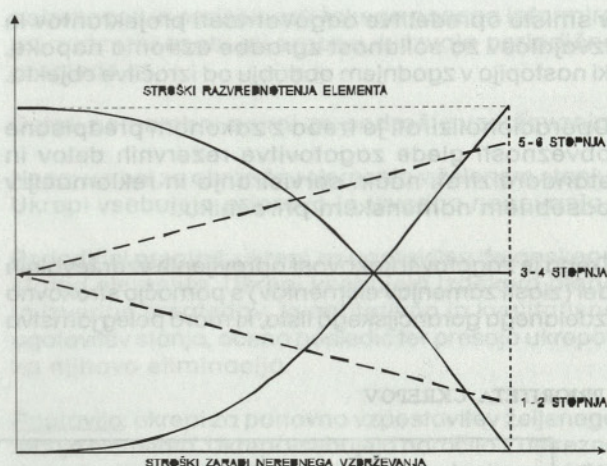
vrednost je nična, element bi že moral biti zamenjan.

Lestvica omogoča definiranje potrebnih vzdrževalnih ukrepov, da se element zamenja ali popravi (npr. iz stanja na stopnji 4 v stanje na stopnji 2,...).

Odločanje o tem, kakšni vzdrževalni ukrepi naj se izvedejo, je pogosto odvisno od razpoložljivih finančnih sredstev.

Nastajajoči stroški so sorazmerni obsegu načrtovanih dejavnosti in v primeru presejanja razpoložljivega proračuna investicijskih sredstev zahtevajo določitev prioritete ukrepov.

Dejavnosti so torej lahko nujno potrebne, prioritete značaja ali odložljive brez večjih posledic. S pomočjo naslednje tabele določamo preostalo kakovost elementa:



Slika 1: Ni vidnih razlik do novega elementa

Stopnja kakovosti elementa	Dobro		Srednje		Slabo	
	1	2	3	4	5	6
Ocena dotrajanosti elementa	0 - 100	101 - 145	146 - 200	201 - 240	241 - 260	261 - 275
Okvirni stroški investicijskega vzdrževanja	0	%	10 -	50%	50 -	100%
Vrsta ukrepa		-		Izboljšava		Menjava

Število točk za posamezno stopnjo kakovosti je določeno na osnovi nekaj tipičnih primerov poškodb. V bodoče potrebuje kalibracijo na večjem vzorcu.

Načelo, ki ga mora pri izboru vzdrževalnih ukrepov nadzorna služba upoštevati, je 'določitev padca v kakovosti elementa in hkrati porasta stroškov zaradi neizvajanja določenega vzdrževalnega ukrepa'. Lastnosti elementov lahko strnemo v štiri kriterije: varnost, vpliv na zdravje, funkcija, izgled. Nadzorna služba naj bi za vsako planirano dejavnost opredelila ustrezne vrednosti na 6 stopenjski skali in obenem izvedla kalkulacijo stroškov zaradi preložitve vzdrževalnega ukrepa.

Soodvisnost med porastom stroškov in padcem kakovosti elementa zaradi nerednega tekočega in investicijskega vzdrževanja lahko prikažemo v naslednji sliki (slika 1).

Bistveni cilj prikazanih izvajanj je ta, da lahko nadzorna ali kakšna druga strokovno usposobljena služba na podlagi periodičnih pregledov objekta določi način in obseg investicijskega vzdrževanja stanovanjskega objekta.

Vrstni red je naslednji:

1. Oцени se stopnjo, dotrajanosti posameznih elementov na podlagi vrednostne analize
2. Določi se stopnjo, preostale vrednosti elementa in ocenijo stroški investicijskega vzdrževanja
3. Opredeli se jakost vpliva poškodbe glede na štiri kriterije, po katerih subjektivno ocenjujemo preostalo kakovost elementa
4. Določi se prioriteto ukrepa investicijskega vzdrževanja oziroma zabeleži življenjsko dobo elementa v primeru, da je dotrajan do te stopnje, da ga je potrebno zamenjati.

Pri delu lahko uporabljamo naslednjo grafično metodo:(glej sliko 2)

## PREDPISI IN OBVEZNOSTI UDELEŽENCEV PRI UPORABI OBJEKTOV

Da bi pravno-formalni okvir v fazi uporabe imel svoj smisel, je v praksi nujno upoštevati:

Izpeljati oziroma izrabiti možnosti, ki jih nudi zakonodaja

Dušan ZUPANČIČ: Kontrola in vzdrževanje

v smislu opredelitve odgovornosti projektantov in izvajalcev za solidnost zgradbe oziroma napake, ki nastopijo v zgodnjem obdobju od izročitve objekta.

Operacionalizirati je treba z zakonom predpisane obveznosti glede zagotovitve rezervnih delov in standardizirati način servisiranja in reklamacij v posebnem namenskem priročniku.

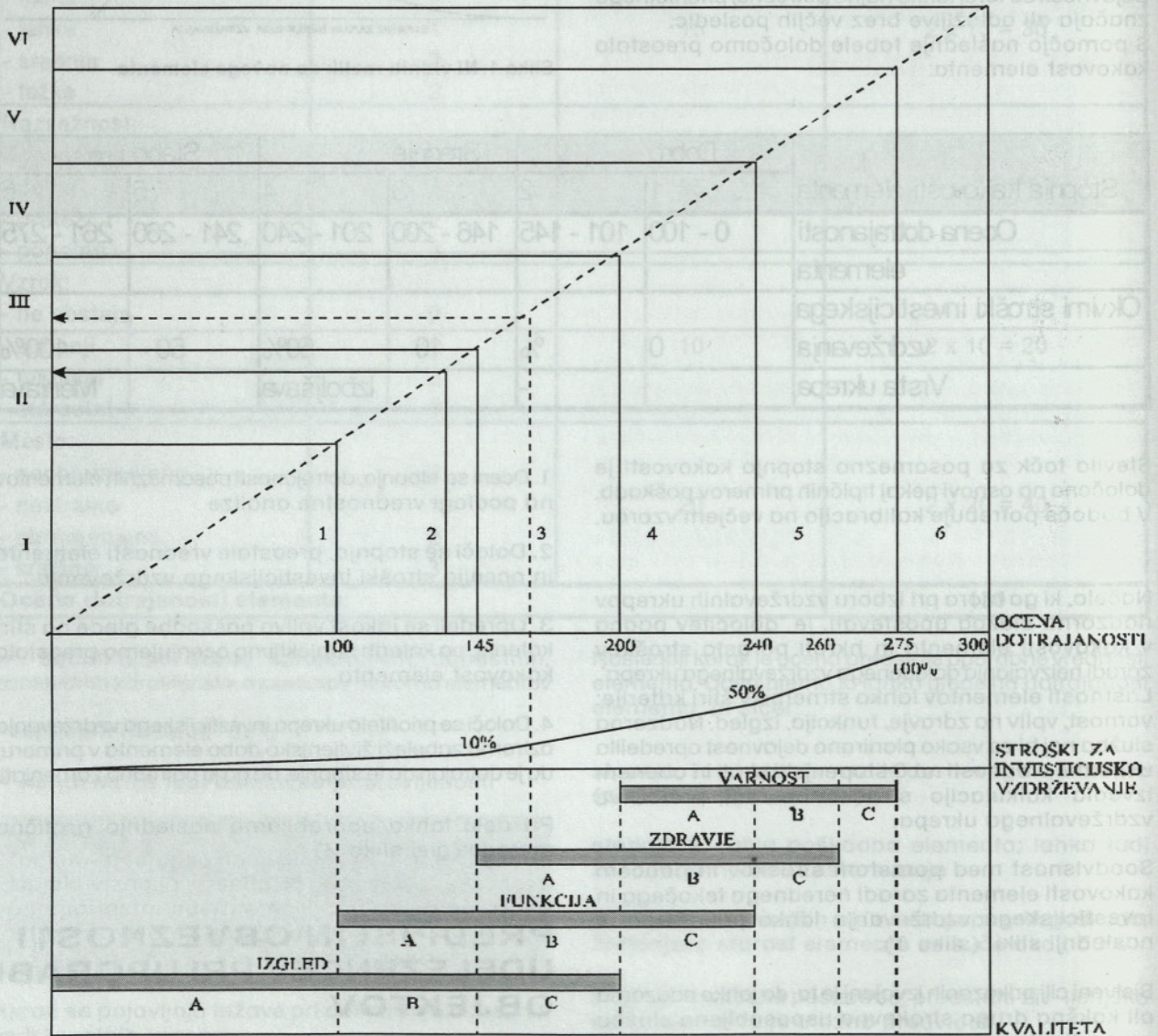
Treba je zagotoviti kakovost opravljenih vzdrževalnih del (zlasti zamenjav elementov) s pomočjo strokovno izdelanega garancijskega lista, ki mora poleg jamstva

vsebovati tudi navodila za uporabo in vzdrževanje, način in mesto prijave napak ter čas odprave napake.

Ne glede na način oddaje del oziroma obliko investitorstva, je nujno pogodbeno zagotoviti natančno opredeljeno vsebino, način prikazovanja, obseg in kakovost projekta izvedenih del, ki je temeljna podlaga za racionalno vzdrževanje in gospodarjenje s stanovanjskim fondom.

Za nekatere specifične zgradbe je potrebno razmisliti o drugačnem obravnavanju normativov za vzdrževanje,

**PRIORITETA UKREPOV**



A ..... MAJHEN VPLIV  
 B ..... SREDNJI VPLIV  
 C ..... MOČAN VPLIV

Slika 2: Grafična metoda določevanja prioritete ukrepov

zlasti pri zgradbah, ki so pod spomeniškim varstvom, ali pri zgradbah zanimivih starejših arhitekturnih slogov. Vzdrževanje takih zgradb bi morali obravnavati verjetno v kontekstu prenove, pa tudi dodatna sredstva za zahtevnejše vzdrževanje zbrati zunaj okvira stanarine.

Na trajnost in uporabnost objektov v času uporabe odločilno vpliva odnos lastnika do njihovega vzdrževanja. Problem je pogojen s pomanjkanjem zadostnih sredstev za vzdrževanje oziroma pogostim slučajem, da sredstva zadostujejo zgolj za sanacijo objektov, ki so fizično in funkcionalno zastareli.

Sistem vzdrževanja stanovanjskih objektov mora zajemati tudi obveznosti udeležencev in sicer za vse funkcije, ki se morajo izvajati periodično, bodisi redni pregled, investicijsko in tekoče vzdrževanje. Koš udeleženci v tem procesu se štejejo lastnik, najemnik, upravnik, vzdrževalec, nadzornik.

Zaradi razumevanja in morebitnih formalno-pravnih zapletov v postopkih gospodarjenja je potrebno opredeliti nekatere ključne pojme.

Vzdrževanje objektov ne zajema posegov v smislu rekonstrukcije ali prenove. Vzdrževanje, tekoče in investicijsko, je nujen proces, ki ohranja objekt in njegove dele v kondiciji za predvideno dobo trajanja.

Vzdrževanje objektov v širšem smislu pomeni izvajanje vseh potrebnih posegov in del za njihovo varno in trajno uporabo, pri čemer se potrebne zamenjave in popravila lahko izvedejo iz istega ali podobnega materiala.

Vzdrževanje v ožjem smislu obsega tekoče in investicijsko vzdrževanje:

**Tekoče vzdrževanje** predstavlja redne posege na objektu in njegovih elementih, ki jih mora graditelj v garantnem roku, uporabnik pa po navodilih za tekoče vzdrževanje izvajati do zamenjave dela ali elementa na objektu. Tekoče ali redno vzdrževanje predstavlja preventivo za ohranjanje uporabne vrednosti zgradbe ali elementa v dobi trajanja, ki jo predvideva investicijsko vzdrževanje. Tekoče vzdrževanje izvaja uporabnik objekta in sicer preko upravnika ali pooblaščenega organizacije za vzdrževanje objektov in naprav v njih.

**Investicijsko vzdrževanje** pomeni zamenjavo kompletnega fizično oz. funkcionalno zaključenega elementa ali dela objekta. Kadar se ta del ne more ali pa ga ni smiselno zamenjati v celoti, pomeni to večje popravilo ali zamenjava strukturnega dela, ki predstavlja večji investicijski vložek od njegove nominalne (realne) vrednosti.

Investicijsko vzdrževanje izvaja za to pooblaščen upravnik ali njegova strokovna služba v skladu z vednostjo lastnika (investitorja). Lastnik se glede

potrebnosti in smiselnosti takega posega informira pri nadzorni osebi ali organu, ki izvaja periodične preglede.

Ostali pomembni pojmi za področje vzdrževanja:

**Nega:** ukrepi za ohranitev elementa v zelenem stanju. Ukrepi vsebujejo pripravo in izvedbo negovanja.

**Periodični pregled:** ukrepi za ugotovitev dejanskega stanja elementa. Ukrepi vsebujejo izdelavo plana in izvedbe pregledov, kvantitativno in kvalitativno ugotovitev stanja, oceno posledic ter presojo ukrepov za njihovo eliminacijo.

**Popravilo:** ukrepi za ponovno vzpostavitev željenega stanja elementa. Ukrepi vsebujejo naročilo z ustrežno dokumentacijo, načrt popravila, kalkulacijo sredstev in materiala, terminsko uskladitev, potrebno osebje in izdelavo delovne dokumentacije.

**Element:** v smislu vzdrževanja nedeljiva najmanjša tehnična enota, ki ob nadaljnjem razčlenjevanju izgubi specifične lastnosti (ustreza udomačenemu pojmu 'gradbeni element', uporablja pa se tudi v smislu 'naprave' ali 'opreme').

**Obraba:** postopek razgradnje zaradi fizikalnih in/ali kemičnih vplivov. Op.: obraba v smislu vzdrževanja je npr. fizična obraba in staranje materiala, korozija zaradi vode in zraka, nenadno nastopajoče spremembe stanja (lom,...).

**Izkoriščanje:** namenska in tehničnim pravilom ustrezna uporaba elementa, pri čemer nastajajo stvarne in druge koristi.

**Stopnja izkoriščenosti:** razmerje med obrabljeno in za obrabo razpoložljivo količino materiala glede na način izrabe.

**Funkcija elementa:** z namenom uporabe pogojena naloga. Op.: V splošni jezikovni rabi se beseda "funkcija" uporablja v smislu 'naloge' in v smislu 'izpolnjevanja naloge'. Pri vzdrževanju kot dejavnosti uporabljamo izraz v smislu 'naloge'. Razlikovanje obeh definicij je pomembno.

**Opravljanje funkcije:** izpolnjevanje namena uporabe pod danimi pogoji.

**Postavitev v obratovanje** (zagon): sprožitev izpolnjevanja funkcije.

**Motnja:** v smislu vzdrževanja nenamerna prekinitve opravljanja funkcije nekega elementa.

**Ustavitev funkcije:** v smislu vzdrževanja namerna prekinitve ali dokončanje opravljanja funkcije.

**Funkcioniranje:** sposobnost elementa do opravljanja funkcije na podlagi njegovega tehničnega stanja.

Dušan ZUPANČIČ: Kontrola in vzdrževanje

**Izpad:** v smislu vzdrževanja neželena prekinitvev funkcioniranja elementa.

**Dejansko stanje elementa:** v nekem trenutku ugotovljena skupina značilnih vrednot elementa.

**Normativno stanje elementa:** za vsakokratni primer določena skupina značilnih vrednot elementa.

**Škoda:** nedoseganje opredeljene mejne kakovosti elementa.

**Napaka:** neizpolnjevanje zahtev v eni karakteristični vrednoti. Op.: od napake je treba razlikovati pojem pomankljivosti, ki pomeni zmanjšanje uporabnosti, vrednosti ali sposobnosti.

**Šibko mesto:** z uporabo pogojeno poškodovano mesto, ki mu je s tehnično možnimi in ekonomsko upravičenimi sredstvi možno zmanjšati obseg in/ali pogostost poškodbe.

**Deli naprav :**

**obrabni del:** enota, uporabljena na mestih, ki je zaradi načina obratovanja nujno izpostavljeno obrabi z namenom, da bi s tem ostale enote zavarovala pred obrabo,

**za lom predvideni del:** enota, ki z obratovanjem pogojeno preobremenitvijo ščiti ostale enote pred propadom

**rezervni del:** nadomestni del, ki je smiselno prirejen eni ali več napravam in se ne uporablja samostojno, temveč se drži na zalogi in se najpogosteje uporablja za popravila.

S temi definicijami so določeni pojmi, ki so pomembni za tehnično plat vzdrževanja. K vsakemu od teh pojmov spadajo pripadajoči ukrepi. Tak spisek ukrepov je mogoče uporabljati tudi kot kontrolno listo, na podlagi katere je vsakemu vzdrževalcu jasen potek vzdrževanja in njegove lastne naloge. V splošni rabi se namreč navedeni izrazi uporabljajo z odstopajočimi ali celo nasprotujočimi si izrazi.

Nekatere ključne obveznosti udeležencev, ki zadevajo vzdrževanje objektov:

Uporabnik, ki je lahko najemnik ali lastnik sam, je dolžan izvajati tekoče vzdrževanje objektov, njegovih delov in naprav in hkrati krije tudi stroške, ki nastajajo s tem v zvezi. Uporabnik lahko izvaja tekoče vzdrževanje prek registriranega upravnika ali strokovno usposobljenega vzdrževalca.

Lastnik je zadolžen za investicijsko vzdrževanje objekta, njegovih delov in naprav ter krije stroške, ki nastanejo v zvezi s tem.

Investicijsko vzdrževanje se izvaja po smernicah v pravilniku in glede na ugotovitve nadzorne osebe ali organa, ki izvaja periodične preglede na objektu.

Upravnik ali strokovno usposobljena služba za vzdrževanje objektov, njegovih delov in naprav je dolžna izvajati tekoče in investicijsko vzdrževanje po smernicah v pravilniku in glede na ugotovitve nadzorne osebe ali organa, ki izvaja periodične preglede na objektu.

Pooblaščen nadzornik ali nadzorni organ s strani lastnika je dolžan izvajati redno periodični pregled na objektu, njegovih delih in napravah. Njegovo mnenje o izrabljenosti delov objekta in naprav je osnova za izvajanje investicijskega vzdrževanja. Nadzornik lahko izvaja periodični pregled skupaj z upravnikom (vzdrževalcem) ali sam po direktivi lastnika. Če lastnik ne imenuje nadzornega organa, mora v smislu dobrega gospodarja periodični pregled opravljati upravnik (vzdrževalec).

Če intervencij na objektu, njegovem delu ali napravah, je dolžan reagirati upravnik oziroma vzdrževalec in o tem obvestiti lastnika.

Lastnik ni finačno odgovoren za popravilo škode, ki je nastala zaradi neprimerne oziroma nepravilne rabe elementov.

## LITERATURA :

**CIB 90:** "Building Asset Management - International Building", Sydney, Australia, 1990

**Gradjevinski institut Zagreb:** Zbornik del prvega znanstveno-strokovnega in poslovnega zbora na temo kvalitete, vzdrževanja in uporabe stanovanjskega objekta", prireditelj SIS za stanovanje in komunalno dejavnost, Tuheljske toplice, 1990

**Kaufman J. :** "Value engineering for the practitioner", North Carolina State University, 1990

**Rodošek E., Boštjančič J. s sodelavci:** "Strokovne osnove za novelacijo stanovanjskih tehničnih normativov in standardov s stališča kakovosti", Ljubljana, FAGG, ZRMK, 1990

**Rodošek E., Zupančič D.:** "Minimalni tehnični normativi in standardi za vzdrževanje stanovanjskih hiš", ekspertiza, FAGG, 1989

**Kooren J.A.:** "The balancing of Building Costs in use against investment", članek, European Network for Housing Research 1-6, 1993

**Krainer A., Šijanec M. :**"Stacionarni račun toplotne bilance zgradb", Ljubljana, FAGG, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente, 1987

**Seliškar N.:** "Projektiranje različnih konstrukcijskih sklopov in njihov vpliv na kvaliteto in življenjsko dobo objektov", disertacija, Ljubljana, 1982

**Swedish Council for Building:** "Running and Maintenance of Swedish Houses", Swedish Institute of Building Documentation, Stockholm, 1986

## IN MEMORIAM

### Ivan Marek dipl.inž.

Letošnjo pomlad nas je prizadela žalostna vest, da je 13. marca umrl za možgansko kapjo naš kolega, inž. Ivan Marek. Bil je gradbeni inženir y izrednim darom za matematiko in izredno prizadeven pri študiju in delu. Vrhunskemu mojstru - statiku gradbenih konstrukcij - posvečamo nekaj vrstic:



Rodil se je 30.12. leta 1913 v Ljubljani. Očetov rod je češki. Pod Avstrijo so se naselili pri nas in v znatni meri prispevali k razvoju slovenske kulture (Univ. profesorja dr. Kral in dr. Kasal sta bila tudi Čeha). Oče Ivan je služboval najprej v Celju, pozneje v Beogradu. Tako je naš Ivan opravil osnovnošolsko in srednješolsko izobrazbo v Celju z maturo v letu 1931. Visoko šolo je študiral prva tri leta na Moravskem v Brnu. Še pred vojno se je zaposlil v Celju na raznih krajih: podjetje Goloranc, Sresko načelstvo, potem pa pri ljubljanskem podjetju Dedek. Istočasno je študiral na gradbeni fakulteti v Ljubljani. Vojna je prekinila njegov študij, narodna zavednost in samostojnost mišljenja sta ga spravili v internacijo: Gonars in Treviso. Po vojni se je zopet zaposlil v Celju v raznih podjetjih: Celjograd, Savinja in celjska podružnica Gradis-a. Največ je delal na izgradnji tovarne glinice in aluminija v Strnišču. V tem času je l. 1947 bil diplomiran za gradbenega inženirja na ljubljanski fakulteti. V letu 1948 je dobil namestitev pri Elektroprojektu v Ljubljani in tam ostal do upokojitve leta 1981. V letu 1995 je dobil tudi vsa pooblastila za samostojno odgovornost v inženirskem delu.

Spiska o svojem projektivnem delu kolega Ivan ni zapustil. Takoj po vojni, še kot študent, je gradil zaporedje lesenih mostov v okolici Celja, porušeni v vojni. Pač pa smo izvedeli za zelo veliko energetskih objektov, ki jih je projektiral v službi projektivnega podjetja za te namene: najprej Jaroslav Černy, nato Hidroelektroprojekt in končno Elektroprojekt. Na vesti ima tako konstruktivno zasnovo kot statično obdelavo hidrocentral: Mratinje na Pivi, Andrijevo na Morači, Kondjila na Komarnici, Trebuša na Idriji, Savico v Bohinju, Vuhred, Vuzenico in Zlatoličje na Dravi, Medvode in Mavčiče na Savi, Važni sestavni deli objektov: obloge predorov in obloge globokih jaškov, temelji za stroje z dinamičnim učinkovanjem, hladilna stolpa lupinske krožne oblike v Šoštanj in Tuzli. Daljnovidni stebni so bili tudi njegovo delo.

## IN MEMORIAM

Naš kolega Ivan se ni omejeval le na klasično statično obdelavo konstrukcij, temveč je posvetil velik del življenjskega truda študiju poteka notranjih sil in študiju varnosti konstrukcij na temelju dovršenega obvladovanja matematike in fizike. Preverjal je ustreznost naših statičnih računov in ugotavljal neskladnosti posameznih primerov: tako v pozitivnem smislu obilne varnosti kot v obratnem smislu prikritih nevarnosti. Vsa dognanja je zbiral v snopičih rokopisov, ki niso bili nikdar objavljeni in so ostali zapuščina rodbine. Edina izjema je knjiga, ki jo je leta 1958 založil Elektroprojekt z naslovom Iteracijska metoda za račun okvirnih konstrukcij z etažnim pomikom. V zapuščini njegovih študijskih snopičev smo nabrali naslednje naslove: Paličja daljnovodov, Kritika Ferjanovih stropov, Različni problemi praktične statike, Splošna teorija planparalelnih plosč, Splošna teorija kontinuirnih nosilcev in lokov, Dimenzioniranje pregrad (2 snopiča), Metode togosti za račun kontinuirnih konstrukcij, Analitična določitev lokove osi, Matrična metoda za račun lastne frekvence, Stabilnostni problemi kontinuirnih in okvirnih konstrukcij, Uklon palic izpremenljivega prereza, Membranska teorija lupin, Cevovodi in nosilci na elastični podlagi (Maior, Vogt), Plošče in nosilci na elastični podlagi, H stabiliteti HOP profilov.

Zanimivo je, da je naš Ivan mnogo svojega truda posvetil čisto matematičnim in fizikalnim problemom. Ta njegov hobby dokazujejo snopiči z naslovi: Reševanje diferencialnih enačb, razne transformacije, reševanje potenčnih enačb z več eynankami, geometrije trikotnika in tetraedra, Besselove funkcije, trisekcija kota, itd. Mnogo njegovih snopičev vsebuje programe za obdelavo njegovih nastavkov na elektronskem računalniku.

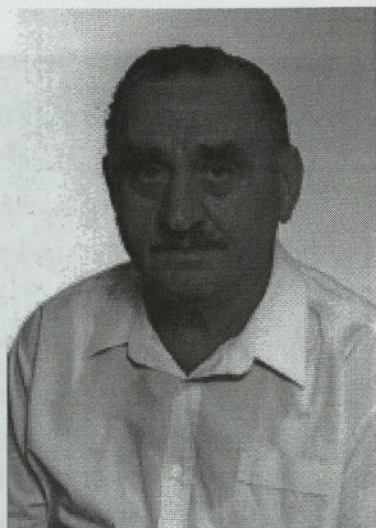
Kolega Ivan je bil tihega, mirnega značaja, le redki kolegi so poznali njegovo obsežno delo, tudi v inženirskih krogih je bil malo znan. Njegova umsko zahtevna specializacija je potrebovala tudi uravnovešene s primernimi razvedrili. Rad je igral šah in dosegal velike uspehe. Pred vojno je na primer zmagal na šahovskem turnirju ljubljanskega šahovskega kluba, po vojni pa je bil dvakrat drugi na jugoslovanskem dopisnem šahovskem prvenstvu. Gojil je tudi lahko atletiko: skok v višino, met krogle, tek. Rad je hodil v planine. Poseben čar pa so bila zanj potovanja po Alpah. S svojo rodbino je obiskoval vsako leto Dolomite ali švicarske Alpe s taborjenjem v lastnem šotoru. Njegov posebni užitek pa je bila glasba. Sam je odlično igral na klavir, znal pa je tudi igrati na violino in harmoniko. Smetana, Dvoržak, Chopin in Beethoven so bili njegovi ljubljenci.

Mi inženirji, posebno konstrukterji, ohranjamo kolego Ivana Mareka kot poštenega in studioznega mojstra stroke v najboljšem spominu. Morda smo njegove prirodne darove premalo cenili in tudi premalo izkoristili v prid vzgoji mlajše generacije inženirjev - statikov.

Ing. Svetko Lapajne

## Dipl.inž. FRANC ČAČOVIČ - sedemdesetletnik

Inž. Čačovič je gradbenik v pravem pomenu besede, vse življenje zvesto predan poklicu. Izhaja iz gradbeniške družine in je od mladih nog imel stike z zidarstvom in gradbeništvo. Te zgodnje praktične izkušnje so mu pozneje zelo koristile v poklicu. Popolnoma obvladati neko stroko je možno le, če poznaš vse detajle tehnološkega postopka, od samega začetka do konca. V gradbeništvo ni dovolj poznati statiko in dinamiko konstrukcij, treba je vedeti, kako se meša beton in polagajo opeke. Samo s poznavanjem vseh detajlov izvedbe je možno projektirati in graditi racionalno in ekonomično.



Naš slavljeneec se je rodil 28.5.1927 v Murski Soboti, kjer je preživel svojo rano mladost vse do končanja srednje šole, leta 1946. V jeseni istega leta je zapustil svoje Prekmurje in se v Ljubljano odpravil študirat gradbeništvo na tedanje Tehnično fakulteto, kjer je na konstrukcijskem oddelku diplomiral leta 1953. Že med študijem je postal provizorni asistent na oddelku za tehnično mehaniko, po treh letih pa se je zaposlil za polovični delovni čas na Gradbenem inštitutu, 1952 pa že polno zaposlil na Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij. Leta 1963 je odšel za deset mesecev v ZDA na specializacijo iz področja dinamike konstrukcij in modelnih raziskav konstrukcij. Po vrnitvi, leta 1964, je postal vodja oddelka za masivne konstrukcije in modele konstrukcij pri ZRMK. Po tem, ko je štiri leta deloval na Razvojnem centru PS GIPOSS, se je vrnil na ZRMK kot direktor večjega TOZD-a, in kjer je kasneje postal direktor celotnega Zavoda.

Leta 1980 pristane na Splošnem združenju gradbeništva in IGM Slovenije, kjer vse do upokojitve opravlja funkcije tajnika komisije za gradbeno operativno, tajnika komisije za razvoj, tajnika komisije za vodno gospodarstvo in obenem namestnika sekretarja Združenja. Poleg svojih službenih obveznosti se je vseskozi posvečal stanovski organiziranosti, tako v Zvezi inženirjev in tehnikov Slovenije kot tudi v Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, ki ji je nekaj let tudi predsedoval, bil je član uredniškega odbora Gradbenega vestnika; od leta 1988 je glavni in odgovorni urednik Gradbenega vestnika. Za njegovo dolgoletno predano in uspešno delo ga je skupščina Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije imenovala za častnega člana Zveze.

Z inž. Čačovičem sem se prvič poklicno srečal ob koncu 50. let, ko sem projektiral in nadzoroval gradnjo centralnih skladišč v Ljubljani (sedaj BTC). Stropove prvih skladiščnih hal sem projektiral kot kontinuirane križem armirane železobetonske plošče. V eni izmed hal sem po razopaženju stropa opazil številne majhne tanke razpoke (rise). Zaskrbelo me je, ali nisem morda naredil napake v statičnem računu ali pa ni bila pravilno položena armatura. Poklical sem Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij in zaprosil za strokovno mnenje. Prišel je inž. Čačovič, takrat mlad inženir, in po ogledu konstrukcije rekel, da te razpoke niso nevarne, ker so posledica prehitrega krčenja betona, ki je nastala zaradi kvalitete uporabljenega cementa. Strinjal sem se z njim, ker smo podoben primer imeli pri gradnji hidrocentrale Dravograd 1943. leta. Inž. Čačovič ni problema kompliciral in zahteval preizkusne obremenitve ali posebne lokalne preiskave betona. Povedal je svoje mnenje enostavno, preprosto in pošteno.

V takih primerih smo velikokrat priče kompliciranju problema, ker bi radi čimboljše komercialni učinek pri analizi in eventualni odpravi napake.

Premočrtnost, preprostost, nekompliciranost in poštenost je inž. Čačovič ohranil ves čas svoje poklicne dejavnosti. To ni vedno prinašalo ugodnih komercialnih rezultatov, zlasti ne, ko je bil direktor ZRMK-a. Kot član sveta Zavoda sem se v tem času lahko prepričal, da so poslovne dejavnosti tudi na področju gradbeništva polne pasti, v katere se pošten človek lahko hitro ujame.

Ko sem po 25 letih urejanja Gradbenega vestnika leta 1988 predal posle glavnega urednika, sem za svojega naslednika predlagal inž. Čačoviča, upoštevajoč njegove strokovne in moralne kvalitete. Sedaj, že domala 10 let, Gradbeni vestnik uspešno izhaja pod novim vodstvom, čeprav je moral prehoditi težko obdobje tranzicije in se prilagoditi novim razmeram v družbi in gospodarstvu.

Inž. Čačoviču želim ob njegovem jubileju še veliko let uspešnega dela pri urejanju Gradbenega vestnika in nasploh v gradbeništvo kakor tudi zdravja in osebnega zadovoljstva v življenju.





GV XXXXVI 4-5

# POROČILA 45

## INTEGRALNO DOLOČANJE PORABNE VREDNOSTI STANOVANJ IN STANOVANJSKIH OBMOČIJ

UDK 728.1:316.75

E.RODOŠEK, D.ZUPANČIČ

### P O V Z E T E K • S U M M A R Y

**Ključne besede:** stanovanje, uporabna vrednost, metode odločanja

**Keywords:** residential unit, use value, methods of determination

Pri tehtanju odločitve o pridobitvi kakršnekoli materialne dobrine se ljudem praviloma zastavlja osnovno vprašanje, ali za določeno dobrino (OUTPUT) obstaja pripravljenost ustreznega plačila (INPUT). Ta splošni razmislek lahko v sferi bivališča imenujemo integralno določanje uporabne vrednosti in ga konkretiziramo z matematičnim izrazom:

Priority for residential user is a "use value" of the unit. Basic question is if there exists appropriate will to invest money as an INPUT to a certain OUTPUT. In terms of housing this can mean the determination of Integral Use Value of residential building or unit is possible to express in mathematical way as:

$$\frac{\text{Stopnja zadovoljitve bivalnih potreb (vrednote)}}{\text{Stopnja pripravljenosti plačanja bivališča (cena)}} = \text{uporabna vrednost}$$

$$\frac{\text{Satisfactory degree of residential needs}}{\text{Preparedness to pay appropriate price}} = \text{Use value}$$

Vrednote za potrebe tega članka razumemo kot karakteristike ali lastnost, ki lahko zadovoljijo neko stanovalčevo potrebo in imajo zato tudi svojo stopnjo koristnosti (ustreznosti).

Satisfactory degree of residential needs is to be understood as all the characteristics that satisfy the needs of the user and can be measured through the degree of usefulness.

Ceno za potrebe tega članka razumemo kot skupne stroške življenjskega ciklusa stanovanja, ki jo plačuje uporabnik.

The price is to be understood as total life cycle costs of residential unit.

Uporabno vrednost za potrebe tega članka razumemo kot specifično vsebinsko, količinsko, kakovostno in ekonomsko

Use value in this case presents specific quantitative, qualitative and economic abilities of residential unit, building and its location as it is subjected by the user.

**Avtorja:**

E. RODOŠEK, D. ZUPANČIČ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija

ustreznost stanovanja, stanovanjske zgradbe in stanovanjskega območja, kot jo subjektivno čuti uporabnik.

Integralno določanje uporabne vrednosti bivališča je torej strokovno utemeljen postopek iskanja vseh tistih elementov bivanja, ki zadovoljujejo uporabnikove potrebe za primerno ceno in predstavljajo za njega ustrezno bivališče.

The primary goal of housing exploitation from the point of running costs is appropriate investment in maintenance. We fulfil the maintenance efficiency in economical and operational sense with "just in time" interventions, which means rather preventive, but not too late. Maintenance plan is established on a basis of temporary condition of the observed building, where the quality of the plan strongly depends on objective judgement, appropriate measurements and information base.

## KRATEK PRIKAZ STANJA NA TEM PODROČJU

Poleg permanentnih raziskovalnih in razvojnih prizadevanj so nekatere spremembe v Republiki Sloveniji v zadnjem času dodatno oživilo interes za to področje. Zahteve aktualne transakcije in vključevanja Slovenije v evropske tokove se v zadnjem času odražajo tudi na tržišču stanovanj. Privatizacija je odpravila indiferentnost do tako imenovane >družbene lastnine< in sklicevanje na megljen pojem >kolektivne odgovornosti<. Danes stanovanjski investitorji praviloma že zahtevajo variantne projektne rešitve, dokazuje za zagotavljanje kakovosti ter ekonomske analize za celotno življensko dobo stanovanja. Investitorji in projektanti so vse bolj prisiljeni iskati ravnotežje med kakovostjo in stroški gradnje in uporabe stanovanja. Gradnja stanovanj postaja v Sloveniji visoko konkurenčno področje poslovanja, saj poteka ob izrazitem pomanjkanju ustrezne delovne sile, z nizkimi dobički in precejšnjo mero tveganja.

Te in podobne tendence so pripomogle k prevladujočemu spoznanju, da je potrebno proces oblikovanja stanovanja usmeriti h kompleksnemu cilju, da se doseže kar najvišja stopnja uporabne vrednosti na podlagi doseženega ravnotežja med stopnjo bivalnega standarda in ekonomskimi možnostmi. Medtem ko se s problemi števca v zgornji enačbi pečajo različne vede in discipline (psihologija, sociologija, ekologija, urbanizem, arhitektura, gradbeništvo in še kakšna), so problemi imenovalca v glavnem ekonomsko - socialna kategorija.

Dejstvo je, da danes ne primanjkuje metod in tehnik, ki pomagajo pri izboljševanju in celo projektni optimizaciji parcialnih elementov stanovanjske zgradbe (glej /1/, /2/, /3/, /4/). Tudi za presojo in uravnoteženje urbanistične dokumentacije je že na voljo nekaj ustreznih pripomočkov (glej /5/, /6/, /7/). Soočamo se celo z neprijetnim dejstvom, da obilica različnih pristopov

in heterogenosti kriterijev včasih bolj ovira, kot pa pomaga nosilec odločanja v stanovanjski graditvi.

Zadrega pri uporabi parcialnih sistemov vrednotenja je v tem, da se je pogosto izkazalo, da daje enostavna vsota (zloženka) parcialnih optimumov le redko tudi optimalno bivanje v celoti. Očitno gre za učinek sinergije, pa tudi za nujnost iskanja kompromisov med pogosto konfliktnimi cilji in zahtevami na raznih nivojih in v raznih fazah oblikovanja bivališča.

Obenem pa primanjkuje ustrezno strukturiranih, zlasti pa v praksi dovolj preverjenih metod, ki bi zajele celotni kompleks uporabne vrednosti bivanja. Prizadevanja nekaterih avtorjev, da povežejo parcialne sisteme vrednotenja v obliki orjaških modelov po načelu lupin, niso prinesla ustreznih rezultatov, s čimer se je okrepilo prepričanje, da so univerzalni sistemi vrednotenja bodisi nemogoči bodisi celo nepotrebni.

Kljub obilici tovrstnih pomislekov in težav pa večja skupina avtorjev v raznih deželah - med katere štejemo tudi našo raziskovalno skupino - še ni izgubila poguma. Vendar pa se tega problema na podlagi lastnih in tujih izkušenj iz preteklosti zdaj loteva nekoliko drugače kot pred leti.

## PRISOTNE DILEME

- Poskuse integralnega določanja uporabne vrednosti stanovanj in stanovanjskih območij trajno spremlja cel niz strokovnih dilem, ko so:
- ali je sploh možno nedvoumno opredeliti vrednote bivanja in če je, kako jih lahko objektiviziramo,
- kako rešiti problem konfliktnosti vrednot na relaciji posameznik, ožja in širša skupnost,

- ali je potrebno težiti za normiranjem vrednot bivanja in če da, za kako velika območja in za kako dolga časovna obdobja bo možna njihova smiselna integracija,
- kako oblikovati strukturo oziroma grupiranje vrednot bivanja, da bo možna njihova smiselna integracija,
- ali se naj dosledno uporablja kvantifikacija ali se je bolje zadovoljiti le z opisnimi merili,
- ali naj se poleg strokovnjakov za posamezna področja vključuje tudi uporabnika (kupca) stanovanja in če da, kako to izpeljati v praksi

Naj poskusimo v nadaljevanju razrešiti nekatere od naštetih dilem.

Če hočemo ugotavljati, kaj lahko štejemo kot posamične vrednote stanovanja, se moramo takoj vprašati tudi, kakšen je relativni oziroma subjektivni pomen posamičnih vrednot za razne uporabnike stanovanja. Vrednost je v bistvu /3/ človekov odnos do stvari, vrednotenje pa je vzpostavljanje ali prepoznavanje takega odnosa, zato vrednost le *prpisujemo* stvari, saj se stvar ne spremeni, če ji pripišemo drugačno vrednost. Ker sta tako nivo potreb kot tudi nivo plačanja izrazito individualni kategoriji, ki se spreminjata tako od človeka do človeka kot tudi v prostoru in času, je logično, da je tudi *uporabna vrednost* relativen pojem. Problematika objektiviziranja subjektivnih vrednot izhaja iz splošne nedoločenosti in nestabilnosti želja in potreb stanovalcev. Uporabna vrednost stanovanja je vrednost njegove uporabe, torej izpolnjevanja funkcij in zahtev, kar pa je spet odvisno od odnosa do stanovanja. To seveda pomeni, da ima *isto* stanovanje zelo različno vrednost na stanovalce, v odvisnosti od njihovih predstav o primernih vsebinah, legah, lastnostih, kvantitetah, kvalitetah in cenah elementov stanovanja, stanovanjske zgradbe oziroma stanovanjskega območja.

Če ta ugotovitev drži, se postavlja vprašanje, ali je objektivizacija vrednot (ki je seveda nujna za sestavo kakršnegakoli spiska kriterijev) sploh možna in če je, do kolikšne stopnje. Moramo se vprašati, kolikšna je stopnja soglasja vseh uporabnikov o tem, ali je neka vrednota nujna in dragocena, ali pa je morda (deloma, ali v celoti) zamenljiva za kako drugo vrednoto. Nekateri avtorji /4/ zato razvrščajo bivalne vrednote v brezpogojne, primarne in sekundarne, glede na to, v kolikšni meri jih je možno kompenzirati oziroma nadomestiti z drugimi vrednotami. Čeprav ni vrednote, ki bi bila v istem času in v istem prostoru enako veljavna za vse ljudi in vse socialne sloje, pa je možno dokazati, da obstoja določen odstotek vrednot, za katerimi nesporno stoji večina prebivalstva.

Pri določanju vrednot trčimo takoj na konfliktnost interesov na različnih nivojih, naprimer: *posameznik*

- *gospodinjstvo - stanovalci v zgradbi - stanovalci v naselju - uporabniki širšega okolja*. Zanikanje teh konfliktnosti bi pomenilo sprenevedanje, vendar pa tega pojava tudi ne smemo razumeti kot nepremostljivo oviro v postopku vrednotenja. Danes je agregiranje individualnih vrednot v kolektive že v znatni meri olajšano z upoštevanjem raznih preverjenih kriterijev (/5/, /6/), kar pa ne pomeni, da je enostavno niti ni vedno dvoumno.

Kar zadeva smotrnost normativizma oziroma težnje po iskanju za vsakogar ustreznih povprečnih vrednot, se je zadnji dve desetletji oblikovalo tudi dokaj enofno spoznanje, da se je treba obvezno izogniti rigidnemu določanju zahtev glede stanovanja, kar v praksi pomeni, da je treba zagotoviti tako krajevno kot tudi časovno fleksibilnost sistema vrednotenja. Prevladalo je prepričanje, da živimo v eri permanentnega *>prevrednotenja vrednot<*, zato je povsem upravičena zahteva, da naj bo določanje uporabne vrednosti *odprtega tipa*, kar pomeni, da ga je možno brez posebnih težav prilagajati tako različnim lokacijam kot tudi različnim uporabnikom oziroma njihovim preferencam. Še posebej pomembno pa se je zavedati, da se vrednost vsake stvari s časom spreminja /5/, da se večja ali manjša, lahko tudi docela izgine, ali pa dobi celo negativni predznak. Zato je vrednost v svojem bazičnem pomenu zgolj mnenje. Ni bivalne vrednote, ki bi bila brezčasovno zamrznjena in splošno veljavna, čeprav je za spremembo veljavnosti ali pomembnosti vrednote včasih potrebno obdobje več generacij. Določanje integralne uporabne vrednosti stanovanja pa je povsem subjektivno opravilo, ker naj bi ta vrednost veljala tudi (in predvsem) za *prihodnost*, kjer pa smo na spoznanje tleh verjetnih prognoz.

Bivalne vrednote je torej treba obravnavati kot družbeno, kulturološko, civilizacijsko, krajevno in časovno relativne oziroma spremenljive kategorije. Stoodstotno objektivne metodologije vrednotenja torej ne more biti. Vendar si moramo prizadevati, da dosežemo konsenz o karseda objektivnih in strokovno neoporečnih, vendar še vedno subjektivnih pristopih.

Pomemben sklop problemov se pojavlja pri odločitvi strukturiranja (grupiranja) vrednot, ker so možne zelo raznolike strukture. Ustreznost bivanja kot integralne vrednote lahko členimo na razne načine, pri čemer se zdi ena od najbolj logičnih členitev po zaporedju procesa oblikovanja:

- ustreznost lokacije
- ustreznost urbanistične ureditve
- ustreznost komunalne ter infrastrukturne opremljenosti
- ustreznost arhitekturnega oblikovanja zgradbe

## E. RODOŠEK, D. ZUPANČIČ: UPORABNA VREDNOST STANOVANJ

• ustreznost tehnične izvedbe in opremljenosti stanovanja.

Mnoge od naštetih vrednot so medseboj vsebinsko in smiselno soodvisne, pogosto kvalitativno in kvantitativno pogojene.

Praviloma so te strukture vrednot (imenovane tudi cilji, podcilji, zahteve, kriteriji, lastnosti itd.) hierarhične in na vsakem nižjem nivoju bolj diferencirane. V odvisnosti od metodologije pa lahko varira tako število nivojev kot tudi število zahtev znotraj istega nivoja. Izkušnje dosedanjih modelov vrednotenja kažejo, da pri obih omenjenih številih ni smotrno pretiravanje; z drugimi besedami, obsežni modeli vrednotenja so praviloma manj uporabni od enostavnejših.

Glede na to, da je problematika stanovanja interdisciplinirana, pri čemer nekatera relevantna področja sploh ne dovoljujejo klasificiranja, se je prvotna vera v možnost (in celo nujnost) popolnoma determinističnega modela vrednotenja že močno omajala. Subjektivnost, ki je objektivizirana z natančno definiranimi pravili igre, ni več prekršek. Večina avtorjev uspešnih valorizacijskih modelov /6/, /7/, /8/ meni:

- da je bolje operirati z intervali kot pa z eno samo enotno vrednostjo
- da je bolje uporabiti stohastične metode kot deterministične
- da je bolje dati prednost heurističnemu pristopu pred strogim matematičnim algoritmom
- da je bolje (vsaj pri subtilnejših vrednotah) odstopiti od zahteve po kvantificiranju kot za vsako ceno vpeljavati kvazi-kvantificiranje
- da je bolje vzeti v zakup delno nenatančnost rezultatov kot pa napraviti cel model vrednotenja tako kompleksen, da postane nerazumljiv

## NAČELA OBJEKTIVIZIRANEGA VREDNOTENJA STANOVANJ

Historiat dosedanjih prizadevanj opredeljevanja uporabne vrednosti stanovanj (glej /9/, /10/, /11/) dovoljuje postaviti nekatera načela, ki smo jih upoštevali pri svojem delu na naših raziskavah:

bivanje je potrebno obravnavati v sklopu kompleksnega sistema *človek - prostor - stanovanjska zgradba* s tem, da se med temi tremi elementi vzpostavijo ustrezna razmerja

kakršenkoli konsenz na tem področju je možen le na podlagi *predhodnega razčiščenja* vseh pojmov v zvezi z določanjem uporabne vrednosti stanovanja

nujna je pravočasna *konfrontacija posameznih strokovnih stališč* po načelu timskega dela, še zlasti pri divergentnih ciljih oziroma interesih in njihova postopna sinteza še pred oblikovanjem liste kriterijev vrednotenja

ker je postopek oblikovanja in projektiranja stanovanj večfazen, pri čemer vsaka faza vpliva na vse naslednje, mora biti tudi vrednotenje *večfazno* ter *iterativno*

določanja uporabne vrednosti ne smemo mistificirati, ampak naj bo organski sestavni del argumentiranega sprejemanja odločitev znotraj oblikovalskega oziroma projektantskega procesa

določanje uporabne vrednosti je lahko uspešno le, če sledi logičnemu zaporedju opredeljevanja: cilji - kriteriji - merila - presoja.

## DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOV, KOT SE UPORABLJAJO V TEM ČLANKU

Model integralnega določanja uporabne vrednosti (model vrednotenja) je znanstveno zasnovan pripomoček za presojo in rangiranje kompleksnih projektnih variant stanovanja in stanovanjskih območij, ustreznih preferencam nosilcev odločanja:

- Model vrednotenja je zasnovan v obliki večdimenzionalne in hierarhične razvrstitve ciljev, pri čemer je cilj na višjem nivoju dosežen, če so (vsaj delno) doseženi vsi cilji na nižjem nivoju
- Cilji so zahtevane/zaželene vrednote, ki za presojo nosilcev odločanja niso nevtralni
- Kriteriji so elementi presoje ali so in koliko so doseženi v modelu zastavljeni cilji
- Merila so kvantificirano ali relativno opredeljene stopnje izpolnjevanja posameznih kriterijev
- Ponderji so modelno objektivizirani, vendar subjektivni deleži, ki jih po svojih preferencah izberejo nosilci odločanja. Ponderji določajo relativni pomen posameznega cilja/kriterija glede na druge cilje/kriterije oziroma glede na celoto

- Vrednotenje projektne variante se izvaja v obliki sistematičnega prisojanja kvantificiranih ali relativnih ocen posameznim kriterijem z upoštevanjem meril in njihovega integriranja v skupno oceno z upoštevanjem izbranih ponderjev
- Integralna uporabna vrednost projektne variante je razmerje med njeno skupno oceno in skupno oceno primerljivega etalonskega stanovanja
- Etalonsko stanovanje je bodisi eden od kataloško obdelanih vzorčnih projektov bodisi druga primerljiva projektna varianta.

Pri delu na modelu vrednotenja smo skušali doseči tvorno vključevanje rezultatov sodobnih raziskav glede bivalnih vrednot in zahtev ter praktične izkušnje vseh sodelujočih, v veliki meri pa smo uporabili tudi računalniško podporo. V okviru naših večletnih raziskav smo v oblikovanje modela poleg interdisciplinarne strokovne ekipe poskusno vključili tudi žirijo laikov. Kljub mnogim začetnim težavam smo si s tem pridobili dragocene izkušnje, na področju ponderiranja kriterijev pa smo na tej osnovi tudi korigirali nekatere doslej utečena razmerja. Pri delu smo spoznali, da je koristno testirati senzibilnost integralne ocene uporabne vrednosti zaradi variantno izbranih ponderjev.

Pri tem smo si zavestno prizadevali, da bi se izognili vedno prežečim nevarnostim, kot so npr.:

- tendenciozna uporaba vrednotenja z namenom, da se opraviči vnaprej opredeljen rezultat ali kak enostranski interes
- tehnokratskemu pojmovanju vrednotenja, ki naj bi hotela nadomestiti kreativnost oblikovalskega in projektantskega dela
- Še vedno pa nismo v celoti uspeli poenotiti vseh raznolikih strokovnih stališč glede naslednjih odprtih dilem:
- ali naj bo vrednotenje stanovanja integrirano v sam proces oblikovanja in projektiranja, ali pa naj bo izvajano arbitrarno s strani investitorja?
- ali naj ima vrednotenje le konsultacijski pomen ali pa naj bo obenem tudi inštrument zagotavljanja kakovosti?

Naše dosedanje - zaenkrat še vedno zelo nepopolne - izkušnje pri uporabi modela integralnega določanja uporabne vrednosti stanovanj vendarle že kažejo, da imajo posamezni udeleženci v procesu oblikovanja, projektiranja in uporabe stanovanj od modela določene koristi, ker lahko bolj pretehtano in bolj argumentirano

sprejemajo poslovne in strokovne odločitve. Doslej so bile pri tem registrirane predvsem naslednje prednosti:

- naročniki in izdelovalci urbanistične dokumentacije lažje izbirajo med različnimi možnostmi prostorske dispozicije
- investitorji se lažje odločajo za stopnjo bivalnega standarda v konfrontaciji s stroški gradnje in uporabe stanovanj
- projektanti in vzdrževalci stanovanjskih zgradb lahko hitreje in bolj utemeljeno presojajo ustreznost konkurenčnih strukturnih elementov in proizvodov v stanovanju

## REALIZACIJA INTEGRALNEGA DOLOČANJA UPORABNE VREDNOSTI V PRAKSI

Na podlagi vseh doslej obravnavanih raziskav je naša raziskovalna skupina za potrebe *Ministrstva za okolje in prostor* izdelala tri strokovne osnove za podzakonske akte *Stanovanjskega zakona*, in sicer:

- Funkcionalni in tehnični standardi za gradnjo stanovanj /12/
- Kategorizacija stanovanj, stanovanjskih zgradb in stanovanjskih območij /13/
- Določitev kalkulativne cene etalonskih stanovanj /14/

Našteti standardi izhajajo iz dosedaj napisanih opredelitev in jih za potrebe tega članka v nadaljevanju kratko komentiramo.

Stanovanjske standarde /12/ gre v tem kontekstu razumeti kot dogovorjene ali uzakonjene zahteve glede funkcij, količin, kakovosti, stopnje opremljenosti, trajnosti in ostalih zahtevanih lastnosti stanovanja, stanovanjske zgradbe in stanovanjskega območja. Veljajo tako za novogradnjo kot tudi za prenavo stanovanjskih zgradb. Sedanji tovrstni standardi so odraz *trenutnega nivoja* družbene in ekonomske razvitenosti Slovenije, zato je predvideno, da se bodo permanentno novelirali, skladno z razvojem stroke in ekonomskimi možnostmi. Njihov namen je predvsem doseči ureditev odnosov med udeleženci graditve stanovanj, služijo pa tudi kot tehnični etalon za izračun kalkulativne cene stanovanja.

## E. RODOŠEK, D. ZUPANČIČ: UPORABNA VREDNOST STANOVANJ

Posamezni standardizirani zahtevi glede stanovanja je možno zadostiti z realizacijo enega ali več parametrov, vendar na različne načine, ki so odvisni od kreativnosti in strokovnosti projektantske skupine. Za vsak parameter se lahko izbere enega od definiranih treh nivojev (stopenj standarda):

I. minimalni nivo (prag ustreznosti), ki ga je obvezno doseči, da se preprečijo škodljive posledice za stanovalce in družbo

II. intervalno področje (spodnja in zgornja meja), ki ima pomen razvojnega priporočila za množične potrebe bivalnega standarda

III. nadstandardno področje, ki se začenja na zgornji meji intervalnega področja in navzgor ni omejeno.

Minimalni nivo je v ingerenci državnih inšpekcijskih organov, intervalno področje pa je tisto, kjer posamezni investitorji iščejo svojo preferenco, po potrebi pa je deležno tudi državnih in občinskih subvencij. Za nekatere parametre sta lahko dva ali tudi vsi trije nivoji smiselno združeni v enega.

Kategorizacija stanovanj, stanovanjskih zgradb in stanovanjskih območij /13/ je zasnovana dvostopenjsko :

1.) primarna stopnja kategorizacije je v bistvu le način razvrstitve bivališč po fizičnih in geometrijskih karakteristikah (kjer so podani odgovori na vprašanja: *kaj, kakšno*)

2.) sekundarna stopnja kategorizacije pa je v bistvu relativno ovrednotenje glede na razne nivoje bivalnega standarda (kjer so podani odgovori na vprašanja: *koliko ustrezno, kako kvalitativno, s čim opremljeno, koliko trajno*)

Ker je kategorizacija namenjena tudi in predvsem potrebam registriranja obstoječega stanovanjskega fonda, je regularnim stopnjam bivalnega standarda (visoka, srednja, minimalna) dodana še stopnja podstandarda, ki se za novogradnje in prenovo ne tolerira.

Primarna stopnja kategorizacije je namenjena *prepoznavanju* konkretnega stanovanja po fizičnih in geometrijskih karakteristikah, ne da bi ga pri tem vrednotili. Take karakteristike so npr.: tip zgradbe, etažnost, število sob, osnovno gradivo. V okviru iste kategorije stanovanja je torej možno zaslediti vse štiri stopnje bivalnega prostora.

Sekundarna stopnja kategorizacije pa je namenjena *relativnemu ovrednotenju* stanovanj, pri čemer so stopnje standarda objektivno primerljive le znotraj iste kategorije stanovanj, na pa tudi med različnimi kategorijami. Tu se registrira tehnična opremljenost stanovanja (lega, suhost, toplotna izolacija, sanitarne

instalacije, ogrevanje) in stanje (obdobje gradnje, stopnja vzdrževanja, rekonstrukcija)

Določitev kalkulativne cene stanovanj / 14 / je izdelana v obliki priročnika, ki vsebuje izračune koeficientov od tržišča neodvisne cene, s katerimi uporabnik priročnika lahko izračuna strokovno preverjeno kalkulativno ceno katerekoli (projektirane ali obstoječe) stanovanjske zgradbe.

V okviru priročnika imajo vsi elementi (npr. zidovi, stropovi, fasada, instalacija, oprema) etalonskih stanovanjskih zgradb koeficient 1,00. Etalonska zgradba leži v intervalu srednjega bivalnega standarda in je v priročniku tehnično nedvoumno opisana. Katalog etalonskih zgradb vsebuje zaenkrat kak ducat izrednotenih, najbolj pogostih tipov, se pa permanentno dopolnjuje. Priročnik je oblikovan kot nepristranski instrument, namenjen argumentiranemu sporazumevanju med različnimi udeleženci graditve - investitorji, projektanti, izvajalci in ostalimi dejavniki na tržišču stanovanj.

Integralno določanje uporabne vrednosti stanovanj in stanovanjskih območij je izredno kompleksna sfera, kjer se aktivno srečujejo predstavniki vsaj dvajsetih strokovnih področij in kjer se križajo mnogi različni interesi. Kakor smo tudi lahko zadovoljni z rezultati svojega dosedanjega dela, bi bilo neskromno in kratkovidno reči, da smo pri tem naredili več, kot le načeli problem. Zdi se, da je doslej prehojena pot neznatna v primerjavi s potjo, ki jo je treba pri obdelavi te problematike še prehoditi. Obdobje neprestanih živahnih sprememb, ki terjajo od nas stalno kritično analizo in prevrednotenje vsega, kar smo doslej dognali, nas vsakodnevno prepričuje, da smo se lotili tematike, ki je glede na svoje bistvo permanentni raziskovalni in strokovni izziv.

## SREDNJA GRADBENA ŠOLA MARIBOR

2000 Maribor, Smetanova 36  
Tel. 29 891, Fax. 22 35 36

*Že 37 let izobrazujemo kadre za potrebe gradbeništva v sovetskozhodni Sloveniji in sicer za poklice:*

- zidar
- tesar
- železokrivec
- slikopleskar
- črkoslikar
- dimnikar
- gradbeni tehnik
- gradbeni delovodja
- delovodja zaključnih dejavnosti
- dimnikarski delovodja

---

# L I T E R A T U R A

---

- /1/ Aellen, K., Keller, T., Meyer, P., Wiegand, J. WOHNUNGS BEWERTUNG SYSTEM, Bern, 1976
- /2/ Rodošek E., KRATKI IZVEŠTAJ O ISTRAŽIVANJIMA NA PODRUČJU VREDNOVANJA GRADJEVINSKIH KONSTRUKCIJA, Referat na petom savetovanju Vredovanje u stanogradnji, Beograd, 11.maj,1983
- /3/ Musso, A. RATING METHODS AND THEIR USE IN ARCHITECTURAL DESIGN, Simpozij: Nove metode i organizacioni oblici projektiranja u visokogradnji, Opatija, 5.-7. december 1972
- /4/ Riccabina, C. METHODE DER BEWERTUNG GEPLANTER / BESTEHENDEN WOHNUNSTYPEN, OIFB, Wien 1982
- /5/ Kraentzer, K. R. DEVELOPMENT OF APARTMENT DESIGN AND ITS EVALUATION, Simpozij: Odredjivanja upotrebne vrednosti stanova, Opatija, 1971
- /6/ Prange, J. USE-VALUE-COST ANALYSIS USED IN CONSTRUCTION RESEARCH, Bauplanung, Bautechnik, v.39, no.6, p.253-254. 256, 1985
- /7/ Rodešek E., VREDNOTENJE URBANISTIČNE DOKUMENTACIJE, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, raziskava za RSS, Ljubljana, Slovenija 1985
- /8/ Thieberg, S. SYSTEMS FOR DESCRIBING AND JUDGING QUALITY OF APARTMENTS AND CITY AREAS, Simpozij: Odredjivanje upotrebne vrednosti stanova, Opatija, 1971
- /9/ Frommes, B. MAN, APARTMENT AND USE-VALUE, Simpozij: Odredjivanje upotrebne vrednosti stanova, Opatija, 1971
- /10/ Thieberg, S. ON THE HOUSING SITUATION, Arkitektur, v.83, no.7, p.3-7. 1983
- /11/ Vaerenberg, M. F., Frommes, B. THE QUALITY CRITERIA OF DWELLINGS, Luxemburg, in-house publishing, 1980
- /12/ Rodošek, E. Brezar, V. Zupančič D. FUNKCIONALNI IN TEHNIČNI STANDARDI ZA STANOVANJSKE ZGRADBE, ZRMK, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija, 1991

- /13/ Rodošek, E. Zupančič, D. Srdič, A. KATEGORIZACIJA STANOVANJ, STANOVANJSKIH ZGRADB IN STANOVANJSKIH OBMOČIJ, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 1994
- /14/ Rodošek, E. Zupančič, D. Tržan, M. DOLOČANJE KALKULATIVNE VREDNOSTI ETALONSKIH STANOVANJSKIH ZGRADB, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana 1992



## PRIMERJAVA RAZLIČNIH PRISTOPOV PRERAČUNAVANJA NAPETOSTI IN SKRČKOV PRI KOLOBARJASTIH TEMELJIH

### Comparison of different approaches for stresses and settlements computation at ring foundations

UDK 624.131.5

MATJAŽ SKRINAR

#### P O V Z E T E K • S U M M A R Y

V inženirski praksi se najpogosteje srečujemo s problemom določitve napetosti in skrčkov polprostora, obremenjenega z bremenom, ki se ga v preračunu da dovolj natančno opisati s primerno velikim številom pravokotnikov ali trikotnikov. Okrogle ali kolobarjaste bremenske ploskve, ki nastopajo redkeje, pa zahtevajo drugačen pristop. Prispevek prikazuje primerjavo dveh različnih pristopov na primeru iz inženirske prakse ter podaja prednosti in slabosti vsakega izmed njiju. Čeprav oba pristopa zakrivljenih robov bremenskih ploskev ne opisujeta direktno, je mogoče s primerno izbranim modelom doseči dovoljšnjo natančnost rezultatov.

The problem of stresses and settlements computation in the half-space under the load that can be suitably described with either rectangular or triangular forms is the most frequent one in the engineering practice. Round or ring loads that appear infrequently require different approach. The paper discusses the comparison of two different approaches on real example. For both approaches the advantages and disadvantages are demonstrated. Although none of the approaches does not describe the curved shape directly, reliable results can be obtained with a suitable discretisation of the problem.

Avtor:

Matjaž SKRINAR, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor

Matjaž SKRINAR: NAPETOSTI IN SKRČKI

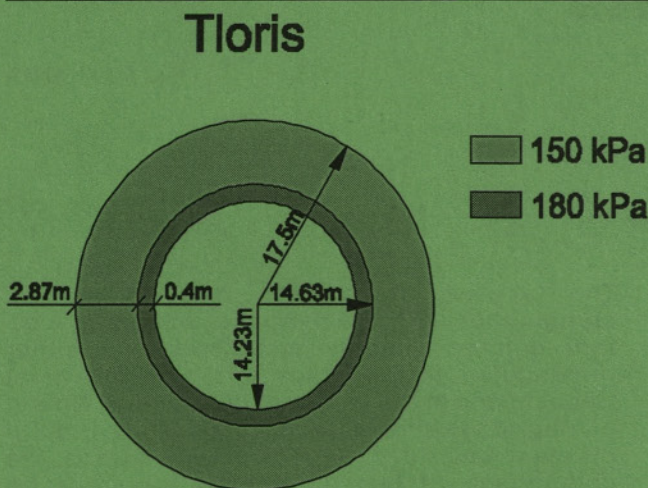
## UVOD

Problem določitve vertikalnih napetosti in še posebej skrčkov je eden izmed najpogostejših in najbolj karakterističnih problemov v mehaniki tal. Mnogi avtorji podajajo različne enačbe za račun napetosti in skrčkov za različne obtežne primere, obstajajo pa tudi razni računalniški pro-grami. Programski paket B4 (1-3) uporablja izvirne posplošene Boussinesqove in Westergaardove enačbe za račun napetosti in skrčkov poljubne točke polprostora, obremenjenega z gibko bremensko ploskvijo florisno pravokotne oblike. V tem primeru obtežba ni omejena samo na enakomerno vrednost, temveč lahko obtežbo opisuje poljubna ravnina. Če pa so za opis bremenske ploskve uporabljeni poljubni četrkotniki, je obtežba omejena na enakomerno vrednost. To hkrati pomeni tudi občutno povečanje računskega napora, saj se integracija po površini poljubnega četrkotnika s pomočjo transformacije lika iz globalnih koordinat prevede v integracijo po dvoenočnem kvadratu v lokalnih koordinatah. Integracija po prvi spremenljivki je bila izvedena simbolično, integracija po drugi spremenljivki pa se izvaja numerično. Zato je smotrno težiti k temu, da bi se čimvečji del bremenske ploskve opisal s pravokotniki.

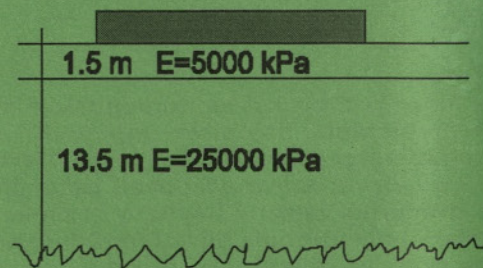
Prispevek je namenjen praktičnemu prikazu uporabe programskega paketa na nekoliko bolj zapletenem primeru, vzetem iz inženirske prakse.

## DEFINICIJA PROBLEMA

Potrebno je izračunati skrčke zaradi dveh bremenskih ploskev, ki sta florisno predstavljeni s koncentričnima kolobarjema (slika 1).



## Stratigrafija



Slika 1. Predstavitev problema

Prvi korak analize predstavlja izbira računskega modela in s tem računskega postopka. Iz literature je znana enačba za izračun vertikalnih napetosti pod središčem kolobarja. Ker je jasno, da največje napetosti in tudi skrčki zanesljivo ne bodo nastopili v središču kolobarjev, je uporabna vrednost enačbe

omejena na vlogo kontrole izbranega računskega modela. Kot drug pristop je mogoč še račun s pomočjo Newmarkovih diagramov, kar pa je zelo zamuden in dokaj nenatančen postopek.

Pri analizi s programskim paketom B4 se moramo zavedati, da bo pri modeliranju narejena določena napaka, saj ne moremo direktno opisovati likov z zakrivljenimi robovi. To pomanjkljivost lahko omilimo s povečanjem števila likov, ki opisujejo bremensko ploskev, saj se tako lažje prilagodimo zakrivljenosti.

Obravnani primer je bil modeliran z dvema različnima modeloma, vsak z dvema stopnjama diskretizacije.

Prvi računski model. Pri prvem modelu je bil vsak izmed kolobarjev modeliran s četrkotniki, ki so bili izbrani tako, da so njihove vogalne točke ležale na zunanjem oz. notranjem polmeru kolobarja (slika 2).

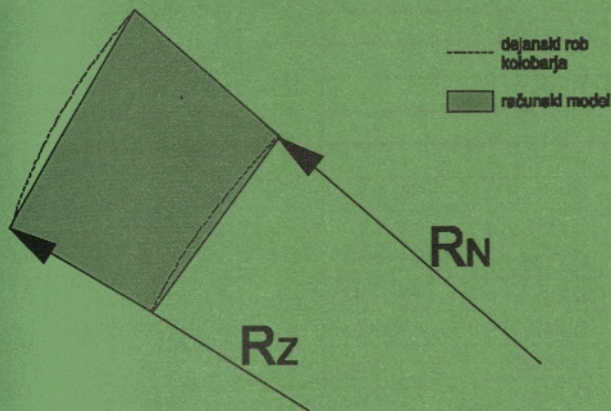
Zavedati se je potrebno, da pri takšnem načinu pri vsakem liku v računu ne upoštevamo površine lika med zunanjim polmerom in zunanjo stranico četrkotnika, na notranjem robu pa upoštevamo (manjši) del (neobstoječe) površine (slika 2). V prvi diskretizaciji je bilo uporabljenih šestnajst četrkotnikov za vsak kolobar, skupno torej 32 četrkotnikov (slika 3). Pri drugi diskretizaciji je bilo število elementov podvojeno.

Modeliranje ploskev, ki so sestavljene iz likov, ki so zarotirani okoli poljubne točke, je v programskem paketu enostavno omogočeno z novim predprocesorjem, saj je detajlno potrebno podati

samo prvi lik (original), nato pa ostale like enostavno tvorimo s preslikavo osnovnega lika okoli referenčne točke, ki jo programskemu paketu podamo skupaj s številom zelenih preslikav.

Uspešnost uporabljenih diskretizacij je bila kontrolirana pomočjo primerjave izračunanih vertikalnih napetosti

v središču kolobarjev z napetostmi, izračunanimi po znani formuli (enačba 1). Vrednosti v oklepajih



Slika 2. Modeliranje izseka kolobarja s četverokotnikom

označujejo odstopanja od 'teoretičnih' vrednosti.

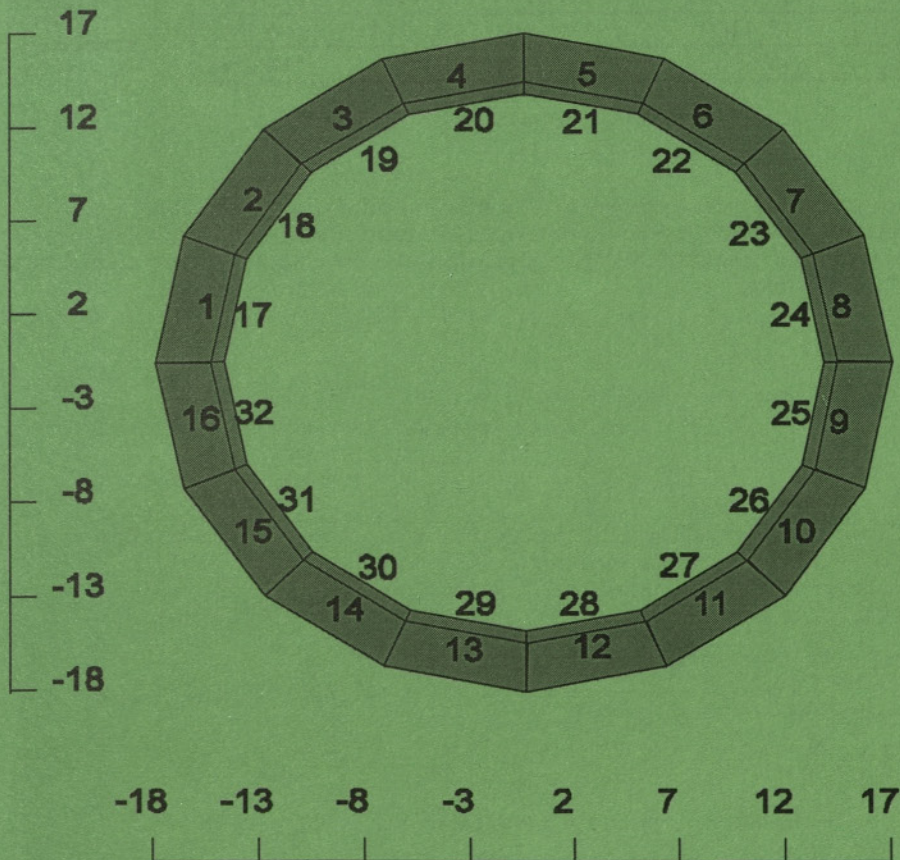
Analitičen izraz za izračun napetosti v srednji točki na globini  $z$  je dan kot:

$$\sigma_v = q \cdot (\cos^3 \alpha_2 - \cos^3 \alpha_1) \quad (1)$$

kjer sta v računani globini  $\alpha_1$  in  $\alpha_2$  kota med vertikalo in zunanjim oz. notranjim polmerom kolobarja.

Iz Tabele 1 je razvidno, da so s programom izračunane vrednosti višje od 'teoretičnih' in da ujemanje rezultatov narašča z globino (vrednosti pri majhnih globinah so zapisane s premajhnim številom decimalnih mest, da bi odstopanje lahko realno ocenili). Izkušnje iz podobnih primerov so pokazale, da so pri kolobarjih s programom izračunane vrednosti višje od teoretičnih, pri krožnih ploskvah pa manjše. Dalje je razvidno,

## Tloris temeljev in točk



Slika 3. Prvi računski model - vsak kolobar je opisan s 16 četverokotniki

Matjaž SKRINAR: NAPETOSTI IN SKRČKI

globina {m}	enačba (1)	B4 - četverokotniki			
		$\sigma_v$ totalna (2*16 elem.)		$\sigma_v$ totalna (2*32 elem.)	
{kPa}					
0,00	0,0000	0,0000		0,0000	
0,15	0,0001	0,0001		0,0001	
0,30	0,0007	0,0007		0,0007	
0,45	0,0027	0,0024	(+4,4%)	0,0023	
0,60	0,0056	0,0056	(+3,7%)	0,0054	
0,75	0,0109	0,0109	(+4,8%)	0,0105	(+0,9%)
0,90	0,0187	0,0187	(+3,9%)	0,0182	(+1,1%)
1,05	0,0296	0,0296	(+3,9%)	0,0288	(+1,1%)
1,20	0,0441	0,0441	(+4,0%)	0,0428	(+0,9%)
1,35	0,0625	0,0625	(+4,0%)	0,0607	(+1,0%)
1,50	0,0853	0,0853	(+3,9%)	0,0829	(+1,0%)
2,85	0,5505	0,5505	(+3,8%)	0,5354	(+0,9%)
4,20	1,6007	1,6007	(+3,5%)	1,5596	(+0,9%)
5,55	3,2542	3,2542	(+3,2%)	3,1777	(+0,8%)
6,90	5,3683	5,3683	(+2,9%)	5,2554	(+0,7%)
8,25	7,7139	7,7139	(+2,5%)	7,5721	(+0,6%)
9,60	10,0536	10,0536	(+2,1%)	9,8959	(+0,5%)
10,95	12,1956	12,1956	(+1,8%)	12,0368	(+0,4%)
12,30	14,0159	14,0159	(+1,4%)	13,8692	(+0,4%)
13,65	15,4560	15,4560	(+1,1%)	15,3314	(+0,3%)
15,00	16,5086	16,5086	(+0,8%)	16,4125	(+0,2%)

Tabela 1: Primerjava analitičnih vrednosti z vrednotami, izračunanimi z dvema različnima stopnjama diskretizacije - prvi model

da je maksimalno odstopanje pri prvi diskretizaciji manjše od 5%, pri kompleksnejšem opisu pa celo manjše od 1,2%. Sodimo lahko, da je takšno odstopanje popolnoma zadovoljivo za inženirsko prakso (še posebej, ča ga primerjamo z rezultati, ki bi jih dobili z uporabo Newmarkovih krogov) in predpostavljamo, da velja tudi za poljubno točko.

$$\epsilon \cong \int_{z_1}^{z_2} \frac{\sigma(z)}{E} \cdot dz \cong \frac{\bar{\sigma}_z}{E} \cdot h \tag{2}$$

Pri reševanju praktičnih problemov nas običajno zanimajo tudi posedki. Za izračun skrčkov sloja si v inženirski praksi običajno pomagamo s formulo:

Če v izračunu uporabimo 'teoretične' napetosti, tako dobimo:

$$\epsilon \cong \frac{0,25}{11} \cdot \frac{1,5}{5000} \cdot \frac{85,3759}{11} \cdot \frac{13,5}{25000} = 0,0000068 + 0,0041912 = 0,0041980m$$

Če v izračunu uporabimo rezultate dobljene z diskretizacijo z 2\*16 elementi

$$\epsilon \cong \frac{0,2599}{11} \cdot \frac{1,5}{5000} \cdot \frac{85,8026}{11} \cdot \frac{13,5}{25000} = 0,0000071 + 0,0042612 = 0,0042683m$$

ter za primer diskretizacije z  $2 \times 32$  elementi

$$\varepsilon \cong \frac{0,2524}{11} \cdot \frac{1,5}{5000} \cdot \frac{85,7289}{11} \cdot \frac{13,5}{25000} = 0,0000069 + 0,0042085 = 0,0042154m$$

Natančnejši je naslednji izraz, ki ga izpeljemo za krožne bremenske ploskve (in ga smiselno uporabimo za kolobarje):

$$\varepsilon \cong \int_{z_1}^{z_2} \frac{\sigma(z)}{E} \cdot dz = \left[ z - \left( z + \frac{R^2 \cdot z}{R^2 + z^2} \right) \cdot \sqrt{1 + \frac{R^2}{z^2}} \right]_{z_1}^{z_2} \cdot \frac{q}{E} \quad (3)$$

Izraz uporabimo za vsak sloj posebej, upoštevajoč obremenitev z dvema kolobarjema

1. sloj

$$\varepsilon_1 = (35 - 33,50023443) \cdot \frac{150}{E_1} - (29,26 - 27,76039997) \cdot \frac{150}{E_1} + (29,26 - 27,76039997) \cdot \frac{180}{E_1} - (28,46 - 26,9604344) \cdot \frac{180}{E_1} = \frac{0,0308799}{E_1}$$

2. sloj

$$\varepsilon_2 = (33,50023443 - 21,33585168) \cdot \frac{150}{E_2} - (27,76039997 - 16,16820197) \cdot \frac{150}{E_2} + (27,76039997 - 16,16820197) \cdot \frac{180}{E_2} - (26,9604344 - 15,46956874) \cdot \frac{180}{E_2} = \frac{104,067534}{E_2}$$

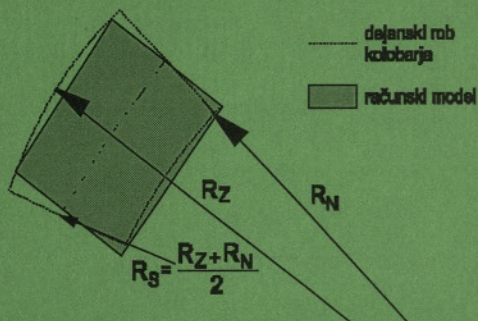
ali skupno  $\varepsilon = 0,0000062 + 0,0041627 = 0,00416887734 \text{ m}$

	Enačba (2)			Enačba (3)	B4 - četverkotniki	
	enačba (1)	mreža 2*16	mreža 2*32		mreža 2*16	mreža 2*32
1. sloj	0,0000062	0,0000071	0,0000069	0,0000062	0,00001	0,00001
2. sloj	0,0041627	0,0042612	0,0042085	0,0041627	0,00424	0,00418
vsota	0,0041689	0,0042683	0,0042154	0,0041689	0,00424	0,00419
napaka	0,00%	+3,38%	+1,11%	-	+1,7%	+0,5%

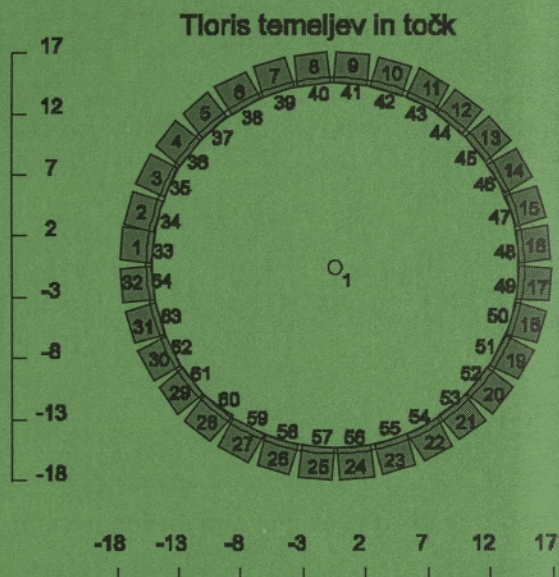
Tabela 2.  
Primerjava  
skrčkov (m)  
sredinske  
točke za  
različne  
načine  
računa

Vidimo, da je odstopnje zelo majhno in da zadošča inženirski natančnosti.

Drugi računski model. Pri prvem modelu je bil vsak izmed obeh kolobarjev modeliran s četrkotniki, kar povzroči uporabo numerične integracije, ki zahteva veliko več numeričnega napora kakor opis bremenske ploskve s pravokotniki. Zato se je pri drugem računskem modelu izhajalo iz opisa obeh kolobarjev izključno s pomočjo pravokotnikov. Izmed možnih opisov je bil kot najoptimalnejši izbran opis, kjer krajni točki simetrane posameznega pravokotnika ležita na srednjem polmeru vsakega kolobarja (slika 4). Tak opis ima v primerjavi s predhodnim modelom



Slika 4. Modeliranje izseka kolobarja s pravokotnikom, katerega konca simetrane ležita na srednjem polmeru  $R_s$  kolobarja



Slika 5. Opis kolobarjev s 32. pravokotniki po kvadratu

Tabela 3. Primerjava analitičnih vrednosti z vrednostmi, izračunanimi z dvema različnima stopnjama diskredizacije - drugi model

globina	enačba (1)	B4 - četrkotniki			
		sv totalna (2*32 elem.)		sv totalna (2*64 elem.)	
{z}		{kPa}			
0,00	0,0000	0,0000		0,0000	
0,15	0,0001	0,0001		0,0001	
0,30	0,0007	0,0007		0,0007	
0,45	0,0023	0,0023		0,0023	
0,60	0,0054	0,0055	(+1,8%)	0,0054	
0,75	0,0104	0,0107	(+2,9%)	0,0106	(+1,9%)
0,90	0,0180	0,0185	(+2,8%)	0,0183	(+1,7%)
1,05	0,0285	0,0293	(+2,8%)	0,0289	(+1,4%)
1,20	0,0424	0,0436	(+2,8%)	0,0430	(+1,4%)
1,35	0,0601	0,0618	(+2,8%)	0,0610	(+1,5%)
1,50	0,0821	0,0844	(+2,8%)	0,0833	(+1,5%)
2,85	0,5306	0,5450	(+2,7%)	0,5380	(+1,4%)
4,20	1,5463	1,5868	(+2,6%)	1,5672	(+1,4%)
5,55	3,1529	3,2317	(+2,5%)	3,1936	(+1,3%)
6,90	5,2187	5,3418	(+2,4%)	5,2825	(+1,2%)
8,25	7,5258	7,6920	(+2,2%)	7,6120	(+1,1%)
9,60	9,8442	10,0466	(+2,1%)	9,9492	(+1,1%)
10,95	11,9845	12,2126	(+1,9%)	12,1029	(+1,0%)
12,30	13,8206	14,0634	(+1,8%)	13,9465	(+0,9%)
13,65	15,2899	15,5373	(+1,6%)	15,4180	(+0,8%)
15,00	16,3803	16,6241	(+1,5%)	16,5062	(+0,7%)

še dodatno pomanjkljivost, da se posamezni deli pravokotnikov medsebojno prekrivajo. Ker je račun s pravokotniki izredno hiter, je bilo že v prvi diskreditaciji uporabljenih 32 četrkotnikov za vsak kolobar, skupno torej 64 četrkotnikov (slika 5).

Podobno kakor pri prvem modelu, je bil tudi za ta model izveden še drugi izračun z enkrat gostejšo mrežo elementov. Če sedaj izvedemo primerjavo napetosti (Tabela 3), opazimo, da se tudi pri drugem modelu razlike zmanjšujejo z globino (vendar počasneje) in da je ujemanje rezultatov zadovoljivo s stališča inženirske natančnosti.

Ponovno izvedemo primerjavo skrčkov za sredinsko točko:

	Enačba (3)	B4 - četrkotniki	
		mreža 2*32	mreža 2*64
1. sloj	0,0000062	0,00001	0,00001
2. sloj	0,0041627	0,00424	0,00420
vsota	0,0041689	0,00425	0,00421
napaka	-	+1,9%	+1,0%

Tabela 4. Primerjava skrčkov (m) sredinske točke za različne načine računa

Vidimo, da daje tudi drug model za sredinsko točko popolnoma zadovoljive rezultate, kljub dejstvu, da manj natančno opisuje bremensko ploskev.

	B4 - četrkotniki		B4 - pravokotniki	
	mreža 2*32	mreža 2*64	mreža 2*32	mreža 2*64
1. sloj	0,04247	0,04265	0,04186	0,04227
2. sloj	0,02541	0,02585	0,02601	0,02601
vsota	0,06788	0,06849	0,06787	0,06828

Tabela 5. Primerjava skrčkov za točko (-16.10,0.0) za različne načine računa

Sredinska točka je za obravnavani primer ena najmanj zanimivih. Mnogo zanimivejše so namreč točke neposredno pod kolobarjema, kjer lahko upravičeno pričakujemo maksimalne posedke. Zato je bil izveden preračun skrčkov za točko, ki se nahaja na razdalji 16.1 m od središča kolobarjev (Tabela 5).

Vidimo, da oba modela ponovno ponujata približno enake rezultate, kar potrjuje uspešnost modeliranja s pravokotniki. Pri takem modelu je računski napor nekajkrat manjši, zato je mogoče večjo natančnost doseči z večjim številom elementov.

## ZAKLJUČKI

Računski zgled, vzeti iz inženirske prakse, podaja primerjavo dveh pristopov pri preračunu primerov, ko bremenska ploskev nima ravnih robov. Primerjava rezultatov, dobljenih s 'približnima' modeloma, z rezultati, dobljenimi v referenčni točki s pomočjo teoretičnih, direktnih enačb, izkazuje visoko stopnjo ujemanja, saj je ujemanje s stališča inženirske natančnosti popolnoma zadovoljivo. Čeprav je bila primerjava izvedena za sredinsko točko, ki je iz inženirskega vidika najmanj zanimiva, lahko sodimo, da ugotovljeno ujemanje velja za poljubno točko, saj so za preračun s pravokotniki oz. poljubnimi četrkotniki uporabljane enačbe, ki so neodvisne od lokacije računske točke. Pomembna dodatna prednost diskretizacije s pravokotniki je v dejstvu, da lahko v računu skrčkov upoštevamo tudi Poissonov koeficient ter tudi Westergaardovo teorijo

## LITERATURA

1. Skrinar, M. (1996), PROGRAM B4 ZA RAČUN NAPETOSTI IN DEFORMACIJ TAL, PRIROČNIK ZA UPORABO
2. Skrinar, M., Battelino D. (1996), UPORABA PROGRAMA B4 ZA RAČUN NAPETOSTI IN DEFORMACIJ TAL., SEMINAR RAČUNALNIK V GRADBENEM INŽENIRSTVU

3. Skrinar, M. (1996), ANALIZA VERTIKALNIH NAPETOSTI IN POSEDKOV S PROGRAMSKIM PAKETOM B4, verzija 3.0, 2. zborovanje Slovenskega geotehničnega društva, Rogla
4. Bowles, J.E. (1996), FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN, McGraw-Hill Book Company
5. Cernica, J.N. (1995), FOUNDATION DESIGN, John Wiley&Sons, Inc.
6. Vitone, D.M.A., Valsangkar, A.J. (1986), STRESSES FROM LOADS OVER RECTANGULAR AREAS, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 112, No. 10, October
7. Skrinar, M. Battelino, D., (1995), ZUM SPANNUNGSBERECHNUNG UNTER RECHTECKFUNDAMENTEN NACH BOUSSINESQ, Geotechnik 1



## **VPLIV OBLAGANJA MASIVNIH PREGRAD S TOPLOTNOIZOLACIJSKIMI KOMBI PLOŠČAMI NA NJIHOVO SKUPNO ZVOČNO IZOLIRNOST**

### **The influence of adding thermal insulation plates to massive walls on their total sound insulation**

UDK 699.8+928.517.2

Mihael RAMŠAK

#### P O V Z E T E K • S U M M A R Y

V praksi se toplotnoizolacijskim materialom pogosto avtomatično pripisujejo tudi dobre zvočnoizolacijske lastnosti, kar pa pogosto ne drži. V sestavku je obravnavan primer oblaganja masivnih pregrad s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami. Opisani so pogoji, ki vplivajo na zvočno izolirnost pregrad pri oblaganju s kombi ploščami. Opravljene preiskave kažejo, da se zvočna izolirnost masivnih pregrad v večini primerov oblaganja s kombi ploščami, ki se uporabljajo v praksi, zniža. Vpliv oblaganja s kombi ploščami je praktično nepomembno pri oblaganju fasadnih masivnih pregrad, in sicer zaradi prevladujočega vpliva prehoda zvoka skozi okna, balkonska vrata ipd. Drugače pa je pri oblaganju notranjih ločilnih pregrad v zgradbi, kjer lahko z oblaganjem znižamo zvočno izolirnost pregrade pod dovoljeno mejo, zato je v teh primerih potrebna previdnost že pri zasnovi sestave pregrade.

It's our practice to think that materials with good thermal insulation properties also possess good sound insulation properties but that's often not true. Conditions that influence the airborne sound insulation properties of solid walls with in practice usually used composite systems for thermal insulation are discussed in this article. The results of measurements show that the airborne sound insulation of solid walls is often decreased after adding them the afore-mentioned systems for thermal insulation. Because of the predominating sound transmission through windows this effect is less important in the case of adding composite systems for thermal insulation to the outside walls of dwelling houses. On the other hand, to meet the requirements of relevant regulations, the effect of decreasing the airborne sound insulation must be taken into account in the case of interior barriers, located inside of dwelling houses.

Avtor:

mag. Mihael RAMŠAK dipl. inž. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, Ljubljana

## UVOD

V praksi se pogosto dogaja, še posebej med nepoznavalci, da se zmanjšanju toplotne prepustnosti pregrad z namestitvijo toplotno-izolacijskih oblog avtomatično pripiše tudi zmanjšanje zvočne prepustnosti pregrad. To pa večinoma ne drži. Že v standardni strokovni literaturi<sup>1,2,3,4</sup>, ki obravnava področje gradbene akustike, lahko zasledimo nekatere primere, ko se pri oblaganju masivnih pregrad s toplotnoizolacijskimi oblogami zvočna izolirnost le-tih v najneugodnejših primerih lahko zniža tudi do 8 dB.

V zadnjih letih je bila v Republiki Nemčiji opravljena večletna raziskava<sup>5</sup>, ki je obravnavala vpliv namestitve najpogosteje uporabljanih toplotno-izolacijskih oblog na skupno zvočno izolirnost obloženih masivnih pregrad, in sicer vpliv dinamične togosti toplotnoizolacijskega materiala, vpliv načina pritrditve oblog na masivno pregrado ter vpliv ometavanja oblog. Ugotovljeno je bilo, da se zvočna izolirnost masivnih pregrad po obložitvi z najpogosteje uporabljanimi vrstami toplotnoizolacijskih oblog v večini primerov zmanjša, in sicer od 1 dB do 6 dB, odvisno od naštetih vplivov. Le pri nekaterih kombinacijah izbranega toplotnoizolacijskega materiala, načina pritrditve na masivno pregrado ter ometanosti obloge se lahko zvočna izolirnost masivne pregrade po obložitvi s toplotnoizolacijsko oblogo celo poveča.

Do podobnih ugotovitev, kot sledijo iz omenjene nemške preiskave, smo prišli tudi pri naših preiskavah zvočne izolirnosti obloženih masivnih pregrad v novozgrajenih stanovanjskih zgradbah. Pri nas se za zmanjšanje toplotne prepustnosti pregrad v gradbeni praksi pogosto uporabljajo kombinirane oziroma t.i. kombi plošče iz toplotnoizolacijskega sloja, ki je obdan z lesocementnima slojema. Kot toplotnoizolacijski sloj se pretežno uporablja penjeni polistiren, redkeje mineralna volna. Na masivne pregrade nameščene kombi plošče se ponavadi še omeče.

V nadaljevanju je prikazan značilen rezultat ene od vrste v zadnjih nekaj letih opravljenih preiskav zvočne izolirnosti masivnih pregrad, obloženih s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami. Obravnavani so razlogi za znižanja zvočne izolirnosti masivnih pregrad zaradi oblaganja s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami ter vpliv tega znižanja na zmanjšanje zvočne zaščite bivalnih prostorov zgradb.

## PREISKAVA ZVOČNE IZOLIRNOSTI MASIVNE ARMIRANOBETONSKE PREGRADE PRED IN PO OBLOŽITVI S TOPLOTNOIZOLACIJSKIMI KOMBI PLOŠČAMI TER REZULTATI PREISKAVE

Preiskavo zvočne izolirnosti 20 cm debele masivne armiranobetonske pregrade pred in po obložitvi s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami smo izvedli v terenskih pogojih v novozgrajeni stanovanjski zgradbi. Preiskavo smo izvedli v skladu s standardom JUS U.J6.043 oziroma ISO 140/IV. Površina merjene pregrade je znašala 12 m<sup>2</sup>. Merjena pregrada je bila vgrajena v sklop bočnih konstrukcij, katerih masa je v vseh primerih znašala vsaj 300 kg/m<sup>2</sup>. Poleg tega je bila merjena pregrada brez prebojev, razpok in podobnih akustičnih oslabitev, ki bi lahko vplivale na znižanje njene zvočne izolirnosti.

Sestava toplotnoizolacijskih kombi plošč, s katerimi je bila obložena armiranobetonska stena, je bila naslednja :

- lesocementni sloj            0,5 cm
- penjeni polistiren        2,5 cm
- lesocementni sloj            0,5 cm

Toplotnoizolacijske plošče so bile na masivno armiranobetonsko ploščo prilepljene po celotni površini z gradbenim lepilom ter po namestitvi ometane z okoli 1,5 cm debelim ometom iz podaljšane apnene malte.

V diagramu na sliki 1 je prikazana ugotovljena odvisnost zvočne izolirnosti od frekvence zvoka za primera meritev zvočne izolirnosti masivne armiranobetonske pregrade pred in po obložitvi s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami.

V skladu s standardom ISO 717/1 iz vrednoteni zvočni izolirnosti  $R_w'$  za merjena primera sta naslednji :

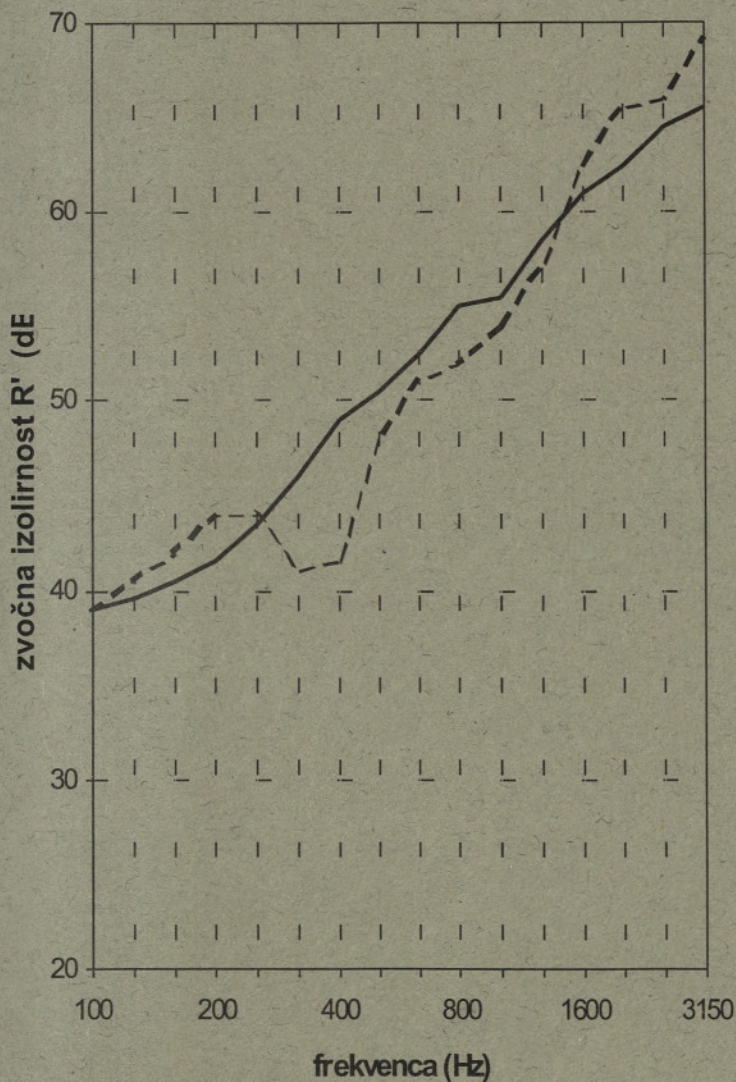
- neobložena armiranobetonska pregrada :

$$R_w' = 55 \text{ dB}$$

- obložena armiranobetonska pregrada :

$$R_w' = 52 \text{ dB}$$

Zvočna izolirnost masivne armiranobetonske pregrade se je torej po obložitvi s toplotnoizolacijskimi kombi



— zvočna izolirnost pregrade  
 - - - zvočna izolirnost obložene pregrade

Slika 1: Izmerjena zvočna izoliranost armiranobetonske pregrade pred in po obložitvi s kombi ploščami

ploščami v obravnavanem primeru znižala za  $\Delta R_w' = 3$  dB.

z enostavnim nihajnim sistemom z eno prostostno stopnjo (slika 2).

V kolikor notranje dušenje materialov kombi plošč zanemarimo, zapišemo resonančno frekvenco gornjega modela:

## ANALIZA REZULTATOV

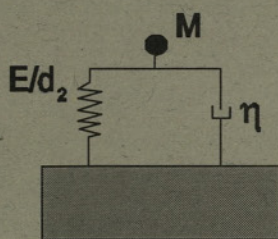
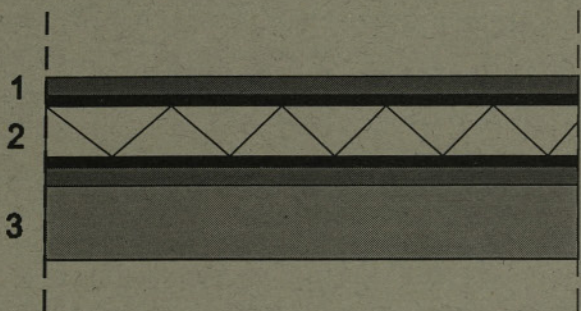
Pri valovnih dolžinah zvoka, ki so veliko večje od debeline kombi plošč, lahko obnašanje ometanih kombi plošč, prilepljenih na armiranobetonsko pregrado, pri prehodu zvoka skozi pregrado opišemo

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{E}{d_2 \cdot M}} \quad (1)$$

kjer je pomen oznak opisan v sliki 2. Ker nas zanima le, v katerem terčnem frekvenčnem pasu se nahaja

resonančna frekvenca modela, lahko zaradi razmeroma majhnega notranjega dušenja materialov kombi

trdega oziroma neelastificiranega penjenega polistirena. Resonančne frekvence pri značilnih



Slika 2: Model za opis obnašanja obloge iz ometanih kombi plošč pri prehodu skozi pregrado

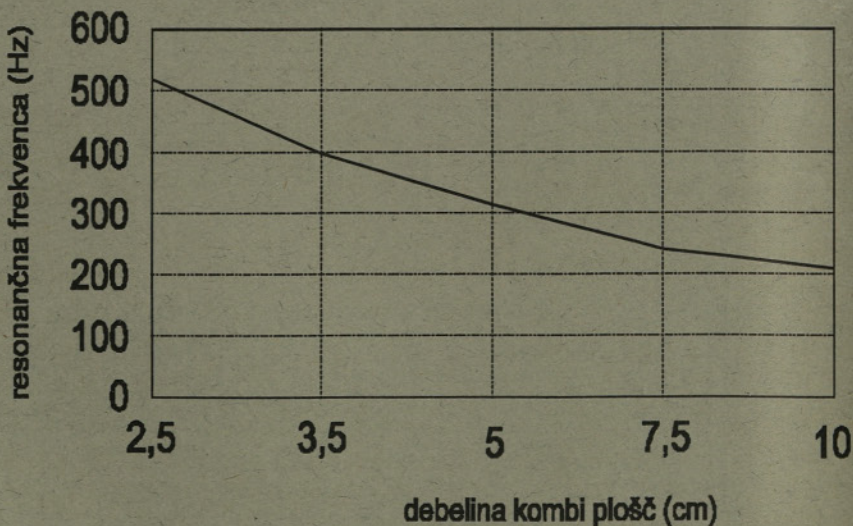
- Pomen oznak :
- 1. - omet  $d_1 = 1,5 \text{ cm}$
  - 2. - kombi plošča  $d_2 = 3,5 \text{ cm}$
  - 3. - armiranobetonska pregrada  $d_3 = 20 \text{ cm}$
  - M - masa ometa in lesocementnega sloja ( $\text{kg/m}^2$ )
  - $E/d_2$  - dinamična togost toplotnoizolacijskega sloja kombi plošč ( $\text{N/m}^3$ )
  - $\eta$  - viskoznost toplotnoizolacijskega sloja kombi plošč ( $\text{Ns/m}^2$ )

plošč<sup>5</sup> razliko med resonančno frekvenco dušenega ter nedušenega nihanja zanemarimo.

debelinah kombi plošč z ugotovljenim modulom elastičnosti penjenega polistirena E so prikazane v diagramu na sliki 3.

Kot vidimo v diagramu na sliki 1, nastopi največje znižanje zvočne izolirnosti po oblaganju masivne 20 cm debele plošče s 3,5 cm debelimi kombi ploščami okoli srednje frekvence terčnega pasu 400 Hz. Ko vstavimo količine v enačbo (1) opazimo, da znaša dinamični modul elastičnosti toplotnoizolacijskega sloja okoli  $4,7 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ , kar pomeni<sup>5</sup>, da je v merjenem primeru toplotnoizolacijski sloj kombi plošč sestavljen iz

Opazimo lahko, da je resonančna frekvenca pri obravnavanih debelinah v frekvenčnem področju med okoli 200 Hz in okoli 500 Hz, glede zvočne izolirnosti pregrade torej v najneugodnejšem področju. Elastičnost penjenega polistirena, ki se ponavadi uporablja kot toplotnoizolacijski sloj kombi plošč, je torej s stališča zvočne izolacije neustrezna. Da pri oblaganju masivnih pregrad s kombi ploščami ne bi znižali zvočne izolirnosti



Slika 3: Resonančna frekvenca kombi plošč, ometanih z 1,5 cm debelim ometom iz podaljšane apnene malte, pri značilnih debelinah kombi plošč

pregrade, je potrebno zagotoviti, da je resonančna frekvenca pod srednjo frekvenco terčnega pasu 100 Hz. S tem po eni strani preprečimo znižanje zvočne izolirnosti na odločilnem frekvenčnem področju med 100 Hz in 3150 Hz, po drugi strani pa vsaj na zgornjem delu odločilnega frekvenčnega področja po oblaganju dosežemo celo povečanje zvočne izolirnosti pregrade (slika 1).

Račun nam pokaže, da mora biti zaradi pomika resonančne frekvence pod 100 Hz elastični modul E toplotnoizolacijskega sloja s cementno ali podaljšano apneno malto ometanih kombi plošč manjši od okoli  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ . Opazimo lahko <sup>5</sup>, da se kot toplotnoizolacijski sloj lahko v tem primeru uporabi npr.: ustrezno izbrana steklena oziroma kamena volna ali pa elastificirani penjeni polistiren. Kolikor pa obloga iz kombi plošč ni ometana, elastični modul E toplotnoizolacijskega sloja kombi plošč ne sme presegati vrednosti okoli  $3 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ . Tako nizko vrednost elastičnega modula E ne dosega nobeden od toplotnoizolacijskih materialov, ki se uporabljajo v praksi, kar pomeni, da se zvočna izolirnost masivnih pregrad po oblaganju z neometanimi kombi ploščami v vsakem primeru zniža.

Omenili smo že, da so bile kombi plošče, s katerimi je bila obložena preiskovana pregrada, prilepljene na pregrado po celotni stični površini z gradbenim lepilom. Poleg pritrditve z lepilom se kombi plošče včasih še dodatno pritrdi na masivne pregrade s sidri. Rezultati preiskav kažejo <sup>6</sup>, da se zvočna izolirnost pregrad po oblaganju v takih primerih še dodatno zniža za okoli 2 dB. Kolikor kombi plošče na masivno pregrado niso prilepljene, temveč le pritrjene s sidri, opis obnašanja obloge z modelom iz slike 2 ni več ustrezen. Omenimo le, da v primerih, ko so kombi plošče v masivno pregrado le sidrane, pri čemer po oblaganju ostane med masivno pregrado in kombi ploščami medprostor, lahko pričakujemo po oblaganju celo povečanje zvočne izolirnosti pregrade <sup>1,2</sup>.

## **VPLIV OBLAGANJA MASIVNIH PREGRAD S TOPLOTNOIZOLACIJSKIMI OBLOGAMI NA ZVOČNO ZAŠČITO BIVALNIH PROSTOROV ZGRADB**

Na masivne pregrade, ki ločujejo bivalne prostore v zgradbah od zunanosti zgradb, od neogrevanih prostorov ali pa od prostorov z bistveno drugačnimi mikroklimatskimi pogoji, kot so v bivalnih prostorih, se zaradi zmanjšanja toplotne prepustnosti v praksi ponavadi namestijo toplotnoizolacijske obloge iz kombi plošč.

V primerih, ko obložimo s kombi ploščami masivne fasadne stene, v katere so vgrajena okna, balkonska vrata in podobni lažji montažni elementi, oblaganje masivnih fasadnih sten le malo vpliva na skupno zvočno izolirnost fasadnih pregrad <sup>7</sup>.

Pretežni del zvočne energije namreč v teh primerih prehaja skozi okna, balkonska vrata ali podobne lažje fasadne elemente, tako da lahko prehod zvoka skozi masivne fasadne stene in s tem tudi vpliv oblaganja s kombi ploščami na skupno zvočno izolirnost takih fasadnih pregrad zanemarimo.

Drugače pa je v primerih, ko obložimo s kombi ploščami masivne pregrade med bivalnimi prostori stanovanj in npr.: skupnimi stopnišči v stanovanjskih blokih, kolesarnicami, podstrešji, toplotnimi postajami ipd. V takšnih primerih je s predpisi opredeljena potrebna zvočna izolirnost pregrad glede na funkcijo prostorov, ki jih pregrade ločujejo. Kolikor izberemo takšno sestavo in debelino masivne pregrade, ki nam ravno še zagotavlja potrebno zvočno izolirnost glede na funkcijo prostorov, ki jih pregrada ločuje, obstaja možnost, da po namestitvi kombi plošč potrebna zvočna izolirnost pregrade ne bo več zagotovljena. Zaradi navedenega je v takih primerih potrebna previdnost pri izbiri vrste toplotnoizolacijskih oblog ali pa je potrebno ustrezno povečati zvočno izolirnost obravnavanih masivnih pregrad, ki jih imamo namen obložiti s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami. Koliko mora biti zvočna izolirnost masivne pregrade višja od potrebne, je odvisno od vrste kombi plošč, njihove debeline, načina pritrditve na masivno pregrado in od ometanosti.

## **SKLEP**

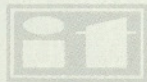
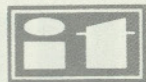
Preiskave zvočne izolirnosti masivnih pregrad pred in po obložitvi s toplotnoizolacijskimi kombi ploščami kažejo, da se zvočna izolirnost pregrad po obložitvi s kombi ploščami praviloma zniža. Kolikšno bo znižanje zvočne izolirnosti, je sicer odvisno od vrste toplotnoizolacijskega materiala kombi plošč, od njihove debeline, od načina pritrditve kombi plošč na masivno pregrado ter od ometanosti kombi plošč, ugotovimo pa lahko, da je eden od ključnih razlogov za znižanje zvočne izolirnosti neustrezna elastičnost materialov toplotnoizolacijskega sloja kombi plošč, ki se uporabljajo v praksi. Problem znižanja zvočne izolirnosti masivnih fasadnih pregrad z oblogo iz toplotnoizolacijskih kombi plošč je zaradi prevladujočega vpliva prehoda zvoka skozi okna, balkonska vrata ipd. praktično zanemarljiv. Drugače je pri oblaganju notranjih masivnih pregrad v zgradbah, ki ločujejo bivalne prostore od skupnih prostorov, kot so npr.: stopnišča, kolesarnice, toplotne postaje ipd. V teh primerih je potrebno ali predvideti masivne pregrade z ustrezno povečano zvočno izolirnostjo glede na predpisane vrednosti, ali pa izbrati tako sestavo, debelino in način namestitve toplotnoizolacijskih kombi plošč, da se zvočna izolirnost pregrad po namestitvi kombi plošč ne bo znižala.

---

# L I T E R A T U R A

---

- (1) Moll W. Bauakustik,  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, 1965
- (2) Gösele K.,  
Schülle W. Zvuk, toplota, vlaga,  
Gradjevinska knjiga Beograd, 1979 (prevod)
- (3) Fasold W.,  
Sonntag E.,  
Winkler H. Bau- und Raumakustik,  
VEB Verlag für Bauwesen, 1987
- (4) Maekawa Z.,  
Lord P. Environmental and Architectural Acoustics,  
E & FN SPON, 1994
- (5) Schmidt H. Schalltechnisches Taschenbuch;  
VDI-Verlag, 1976
- (6) Paulmann K. Neue Untersuchungen zur Luftschalldämmung von  
Wänden mit Wärmedämmverbundsystemen,  
Bauphysik, 16 (1994), zvezek 4, str. 115 - 121
- (7) DIN 4109: Schallschutz im Hochbau, Beiblatt 1:  
Ausführungbeispiele und  
Rechenverfahren (1989)



**ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE**  
**LJUBLJANA, KARLOVŠKA 3**

**STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN**  
**ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI**  
**ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1997**

A. SEMINARJI				B. IZPITI	
Rok	Leto	Mesec	SEMINAR	pisni	ustni
V.	1997	Maj	19.–23. maj	24. maj	9.–13. junij
VI.	1997	September	15.–19. september		
VII.	1997	Oktober	20.–24. oktober	18. oktober	3.–7. november
VIII.	1997	November	10.–14. november	15. november	1.–5. december
IX.	1997	December	15.–19. december		

A. Pripravljalni seminar za strokovne izpite organizira **ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, 1000 Ljubljana, Karlovška 3** (telefon/fax: 061/221-587. Prijavo, v obliki dopisa, pošlje organizatorju plačnik. Če je plačnik seminarja podjetje (pravna oseba), priobči v prijavi še to izjavo. Samoplačnik pošlje organizatorju poleg prijave še kopijo dokazila o plačilu. Cena seminarja za eno osebo znaša **65.000,00 SIT** (znesku je že prištet 5% prometni davek). Številka žiro računa je 50101-678-47602.

B. Strokovni izpit organizira **GRADBENI INŠTITUT ZRMK, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana**, telefon (061) 301-133. Prijave, v obliki obrazca, z vsemi prilogami, ki so razvidne iz obrazca, sprejema organizator 20 dni pred pisnim delom izpita. Obrazce je mogoče dobiti pri organizatorju, vse informacije pri inž. Jakobu Grošlju od 8.00 do 12.00 ure.

