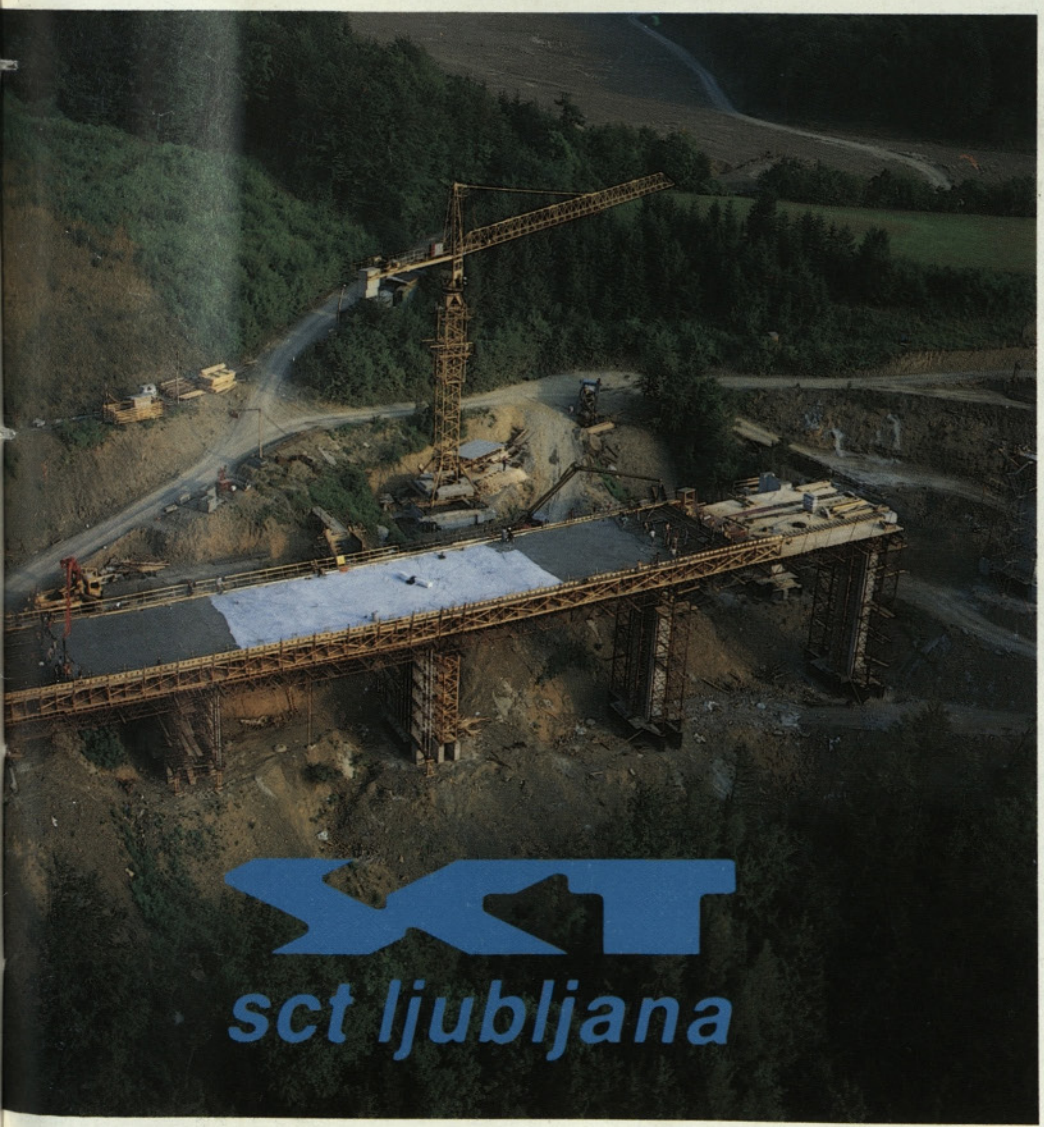
DK-UDC 05:625; ISSN 0017-2774 • LJUBLJANA, NOVEMBER-DECEMBER, 1994 • LETNIK XXXXIII • STR.: 245-298

GRADBENI VESTNIK 11-12

1994



Glavni in odgovorni urednik:

Franc **ČAČOVIČ**

Lektor:

Alenka **RAIČ**

Tehnični urednik:

Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Sergej **BUBNOV,** Stane **PAVLIN,**
Andrej **KOMEL,**
mag. Jože **BOŠTJANČIČ,**
mag. Ivan **JECELJ,**
prof. dr. Miran **SAJE**

Tisk:

TISKARNA **TONE TOMŠIČ**
v LJUBLJANI

Revijo izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon: 061/221-587. Žiro račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska Tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Letno izide 12 številk. Celoletna naročnina za člane društev znaša 1890 SIT. Za študente in upokojence velja polovična cena. Naročnina za gospodarske naročnike znaša 21.000 SIT, za inozemske naročnike 100 US $.
Revija izhaja ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo, Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani in Tehniške fakultete, OG Gradbeništvo, Univerze v Mariboru. V naročnini je vštet 5% prometni davek.

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
ŠT. 11-12 • LETNIK 43 • 1994 • ISSN 0017-2774

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles studies, proceedings

Franc Cafnik:
VPLIV ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI KONSTRUIRANJA IN IZVEDBE NA ČAS TRAJANJA AB-KONSTRUKCIJE 254
QUALITY ASSURANCE OF DESIGN AND CONSTRUCTION – ITS INFLUENCE ON THE SERVICE LIFE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Vladimir Gumilar, Janez Reflak:
MODEL SISTEMA KAKOVOSTI ZA PROJEKTIRANJE 261
MODEL OF THE QUALITY SYSTEM FOR DESIGN

Helena Garzarolli, Jože Boštjančič:
TOPLOTNA ZAŠČITA OBSTOJEČIH STANOVANJSKIH ZGRADB 270
THERMAL PROTECTION OF EXISTING FLAT BUILDINGS

In memoriam

Sergej Bubnov:
Dipl. inž. VLADIMIR ČADEŽ 252

Jubilej

GORAZD HUMAR: SERGEJ BUBNOV – OSEMDESETLETNIK 282

Poročila Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani
Proceedings of the Department of Civil Engineering University, Ljubljana

B. Končar, F. Steinman:
PRESOJA HIDRAVLIČNIH RAZMER NA ČISTILNIH NAPRAVAH 283
THE JUDGMENT OF HYDRAULIC CIRCUMSTANCES ON WASTE WATER TREATMENT PLANT

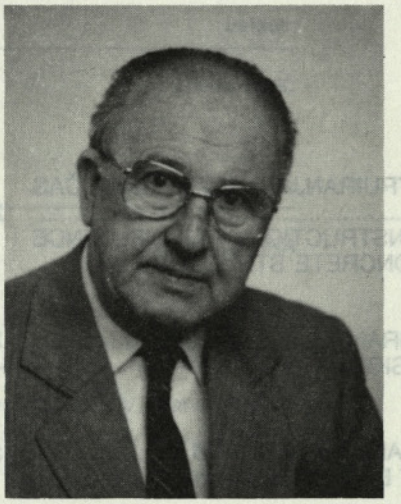
Novosti – Gradbeništvo Tehniška fakulteta Univerza v Mariboru
Civil Engineering News University in Maribor

Andrej Štrukelj, Andrej Umek:
RAČUN ETAŽNIH SPEKTROV ZA JEDRSKI OTOK NE KRŠKO 287
CALCULATION OF THE FLOOR RESPONS SPECTRA FOR THE NUCLEAR ISLAND OF THE NNP KRŠKO

Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana
Institute for testing and research in materials and structures Ljubljana

Franc Oblak, Tomaž Klemenčič:
PREDSTAVITEV DEJAVNOSTI S PODROČJA RAZVOJA IN PROIZVODNJE LABORATORIJSKE OPREME ZA POTREBE GRADBENIŠTVA 293
THE ARTICLE DISCUSSES THE DEVELOPMENT OF THE DEPARTMENT FOR LABORATORY AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND PRESENTS THE REVIEW OF TODAY'S WORK

IN MEMORIAM



Dipl. inž.
Vladimir ČADEŽ

Dne 18. oktobra 1994 je umrl dipl. inž Vladimir Čadež, bivši predsednik naše Zveze in dolgoletni član uredniškega odbora »Gradbenega vestnika«.

Izgubili smo človeka, ki je bil vse življenje ves vdan gradbeništvu. Bil je gradbenik v najboljšem pomenu te besede. Ta poklic je nosil v svojem srcu. Slovenskemu gradbeništvu je dal vse svoje moči in sposobnosti. Zagovarjal in branil je interese gradbeništva in gradbenikov na vseh mestih, kjer je služboval in delal. Ni spraševal, ali bo za svoje delo ustrezno nagrajen ali ne. V ZDGITS je to bilo prostovoljno delo. Bil je človek, za katerega sta pokončnost in ustvarjalnost več pomenila kot denar. Takšnih ljudi je v naši sedanji družbi zelo malo. Dobronamernost, pravičnost in poštenost se je čutila v njegovem vedno prijaznem smehljaju, namenjenem slehernemu sobesedniku in zlasti gradbenikom.

Številne družbeno koristne in strokovno kvalitetne akcije, ki jih je Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije izvedla, so bile izpeljane na pobudo in pod njegovim neposrednim vodstvom v času, ko je bil predsednik Zveze. Tudi zunaj delovanja Zveze na svojih službenih mestih je inž. Čadež vseskozi uspešno deloval, težeč čim hitrejšemu razvoju gradbeništva. Čeprav je začel svoje strokovno udejstvovanje že pred vojno kot mlad obetajoč inženir na univerzi v Ljubljani, kot asistent takrat enega izmed vodilnih strokovnjakov na področju statike konstrukcij in armiranega betona, prof. M. Kasala, se je pozneje usmeril v reševanju perečih problemov gradbene zakonodaje, to je na področje, kjer je, tako v Sloveniji kot v takratni Jugoslaviji, delovalo zelo malo strokovnjakov gradbenikov, čeprav je to področje izrednega pomena za uspešen razvoj gradbene stroke kot celote. Za uspešno reševanje problemov gradbene zakonodaje je treba, poleg solidnih teoretičnih osnov, imeti tudi veliko praktičnih izkušenj in tudi široko družbeno in gospodarsko razgledanost. Vse te kvalitete je inž. Čadež pokazal med svojim dolgoletnim delom v prid razvoja našega gradbeništva in družbe na svojih delovnih mestih in v okviru delovanja v Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Inž. Vladimir Čadež se je rodil 11. junija 1911. leta v Ljubljani, v izobraženski družini. Diplomiral je 1936. leta na Gradbeni fakulteti Univerze v Ljubljani. Pooblastilo za samostojno inženirsko delo je z izpitom pridobil leta 1940. Pred vojno je bil v službi projektive in operative podjetja »Inž. Dukić«. V tej dobi je zasnoval, preštudiral in izvedel kompletno obnovo cementarne v Trbovljah. Nadaljnje delo je bila obnova in ojačitev starega mostu čez Ljubljanico v Papirnici Vevče. Operativne izkušnje je pridobil tudi pri gradnji železniške proge Št. Janž–Sevnica.

Po osvoboditvi se je za krajši čas zaposlil v osvobojenem Trstu, nato pa se je vključil v obnovitvena dela po vojni prizadetih podjetij na Štajerskem – v železnoindustrijski družbi Zreče in Železarni Muta, kot delegat ministrstva za industrijo Slovenije. Porušeno in požgano tovarno v Zrečah je hitro in učinkovito obnovil in s tem postavil temelje za uspešni razvoj tovarne Unior. Pozneje je sodeloval pri gradnji Litostroja v Ljubljani in termoelektrarne v Šoštanju.

Leta 1959 je bil imenovan za pomočnika republiškega sekretarja za industrijo, zadolženega za gradbeništvo in industrijo gradbenega materiala. V tem času je organiziral sektor gradbeništva. Leta 1962 je dal pobudo za izdelavo sodobnih predpisov za gradnjo v seizmičnih območjih, ki so bili v Sloveniji sprejeti že pred potresom v Skopju. Leta 1964 so bili ti predpisi z manjšimi dopolnitvami uveljavljeni za celotno področje takratne Jugoslavije. Kot predstavnik Izvršnega sveta skupščine SR Slovenije je bil od avgusta do konca leta 1963 odgovoren za pravočasno in kvalitetno sanacijo objektov v Skopju po potresu in izgradnjo naselja Vlae v občini Idadije. Kot pomočnik republiškega sekretarja za industrijo je bil dalj časa predsednik upravnega odbora Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij. Na tem delovnem mestu je bil do leta 1969, ko se je vključil v gradnjo avtocest pri podjetjih Gradis, Slovenija ceste in Primorje Ajdovščina. Ta podjetja so za ta namen ustanovila posebno obliko organizacije GAST pri Slovenija cestah zaradi koordinacije del pri gradnji posameznih odsekov avtocest. Kot direktor te organizacije je deloval 10 let od pričetka gradnje prvega odseka Vrhnika–Postojna do dovršitve del. V januarju 1980 je po 43 letih aktivne zaposlitve šel v pokoj.

Od ustanovitve strokovne zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, zlasti od leta 1953 dalje, je aktivno sodeloval, nazadnje kot predsednik in nato kot podpredsednik Zveze. Leta 1962 je dal pobudo, da se, po prekinitvi v letih 1961–62, oživi Gradbeni vestnik in omogoči redno izhajanje edine slovenske gradbeniške revije po novih programskih osnovah. Od leta 1963 Gradbeni vestnik redno izhaja. Objavil je več kot sto strokovnih člankov. Za delo v republiških in zveznih strokovnih društvih je prejel priznanja: častni član zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, častni član Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije in številna druga. Odlikovan je bil tudi z redom dela, redom bratstva in enotnosti in redom republike s srebrnim vencem.

V letih po upokojitvi se je posvečal pripravi prispevkov s področja gradbeništva za Enciklopedijo Slovenije.

Slovensko gradbeništvo se je po vojni razvilo in dvignilo na raven evropskega, tako glede kvalitete dela kot glede tehnologije graditve. Veliko zaslug za ta vzpon ima tudi inž. Vladimir Čadež. Ostal nam bo v spominu kot odličen strokovnjak in požrtvovalen delavec. Lahko bi bil za zgled prihajajočim rodovom naših gradbenikov.

Sergej Bubnov

VPLIV ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI KONSTRUIRANJA IN IZVEDBE NA ČAS TRAJANJA AB-KONSTRUKCIJE

UDK 006.83:624.012.4

FRANC CAFNIK

POVZETEK

V članku so nakazane vse tiste pomembne aktivnosti zagotavljanja kakovosti, ki jih moramo upoštevati, da lahko zgradimo AB-konstrukcije za čim daljši čas trajanja. Posebno je poudarjen pomen sistema vodenja in zagotavljanja kakovosti. Na podlagi najpogostejših napak in pomanjkljivosti je podanih nekaj osnovnih smernic za zagotavljanje kakovosti pri izgradnji AB-konstrukcij.

QUALITY ASSURANCE OF DESIGN AND CONSTRUCTION – ITS INFLUENCE ON THE SERVICE LIFE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

SUMMARY

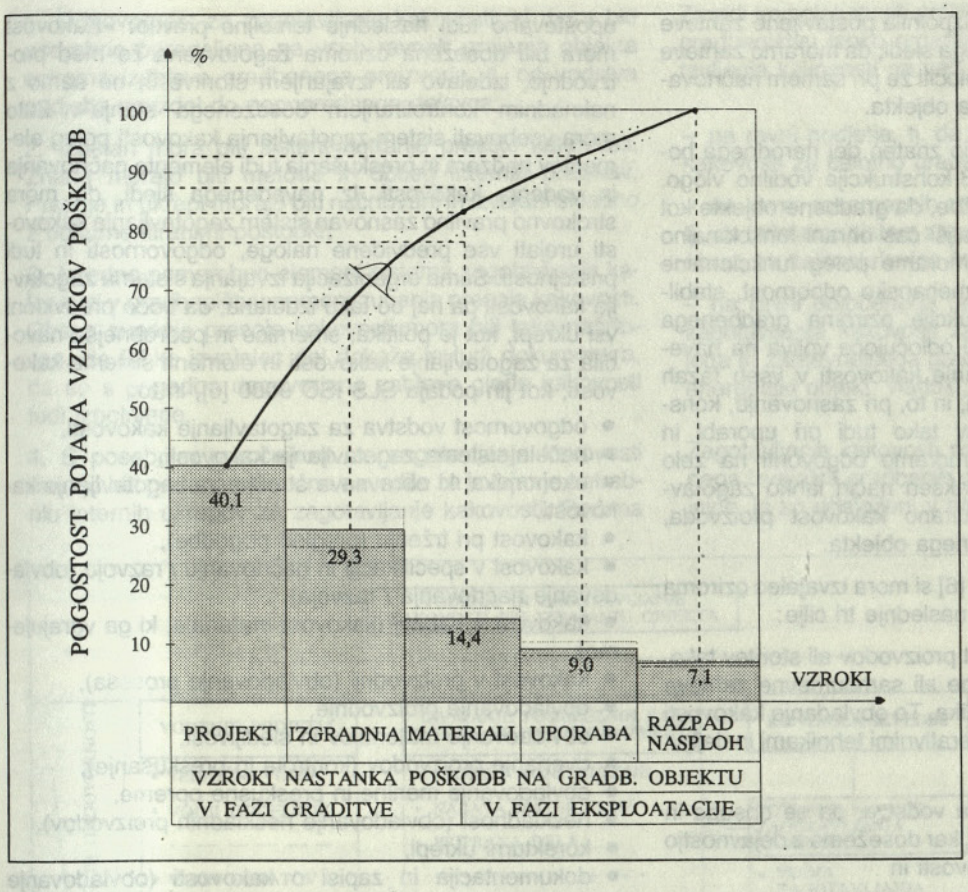
In the paper all those important quality assurance activites which schould be considered in order to attain the longest possible service life of a reinforced concrete building are outlined. Special attention is paid to the quality assurance system. Some guidlines for quality assurance in the construction of reinforced concrete buildings, obtained on the basis of the most frequently occurring damages and faults, are given.

1. UVOD

Konstrukcije iz betona, armiranega in prednapetega betona (AB-konstrukcije) so do nedavnega veljale za tiste konstrukcije, ki jih praktično ni potrebno vzdrževati. Šele v zadnjih letih vodena diskusija o trajnosti gradbenih objektov je zbudila strokovno zavest, da moramo čas trajanja upoštevati kot zelo pomemben dejavnik v vseh fazah grajenja. Predvsem je pomembno, da trajnosti ne razumemo kot omejitev, temveč da lahko na uporabno trajnost gradbenega objekta vplivamo že s pravilno zasnovo, projektiranjem in izvedbo konstrukcije.

Avtor:
dr. Franc Cafnik, dipl. inž. gradb.,
docent na TF Univerze v MB – Gradbeništvo.

Čas trajanja gradbenega objekta ali AB-konstrukcije je časovno obdobje po predaji objekta v uporabo, v katerem morajo vse predvidene lastnosti ob rutinskem vzdrževanju presegati minimalno sprejemljive vrednosti [1]. Intenzivnejše ukvarjanje z ugotavljanjem in analiziranjem poškodb bi privedlo do ugotovitve, da zelo velik del poškodb na objektih sploh ne bi obstajalo, če ne bi prišlo do malomarne in nedosledne uporabe razpoložljivega znanja in opuščanja ali neupoštevanja predpisanih pravil konstruiranja in grajenja objektov. V splošnem velja trditev [2], da lahko štejemo sedanjo tehnološko znanje in obstoječe predpise, pravilnike, norme in standarde kot zadostne za grajenje trajnih objektov. V sliki 1. je podan prikaz pogostosti nastopa vzrokov poškodb na gradbenih objektih v Nemčiji [3].



Slika 1. **Prikaz pogostosti vzrokov poškodb gradbenih objektov [3]**

Iz slike 1 je razvidno, kako pomembno je zagotavljanje kakovosti v fazi graditve gradbenega objekta, to je že pri zasnovi, projektiranju, oddajanju del in sami gradnji objekta, saj v tej fazi izvira nad 80 % vseh vzrokov za poškodbe gradbenega objekta, ki jih moramo v času uporabe objekta odpraviti.

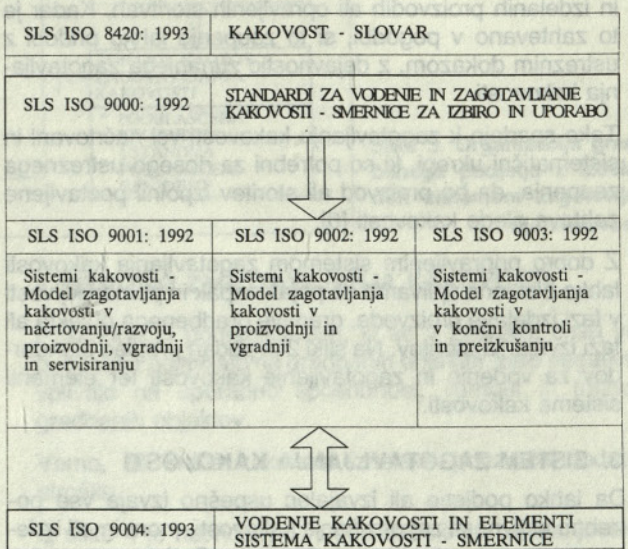
Zagotavljanje kakovosti v gradbeni stroki pa ni nekaj novega. Že Hamurabi cesar starega babilonskega cesarstva (ok. 1728–1686 pr.n.š.), ki je na 2,25 m visokem kamnitem stebru s klinopisom zapisal svoj zakonik, navaja v prvi zbirki zakonov v človeški zgodovini [5] med drugim tudi:

Ako stavbenik zgradi meščanu hišo, vendar svoje delo ne izvede dovolj trdno (kakovostno), tako da se hiša, ki jo je zgradil poruši in zaradi tega izgubi lastnik hiše življenje, bo ta stavbenik obglavljen.

2. OSNOVNA NAČELA ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI

Kljub temu da vemo, kaj kakovost je, zelo težko določimo ali opredelimo pravilno vsebino tega pojma. V proizvodnem procesu lahko kakovost definiramo kot skupek vseh tistih lastnosti in značilnosti proizvoda, in se nanašajo na izpolnitev vseh vnaprej postavljenih zahtev, meril in ciljev.

Po standardu SLS ISO 8402 [9] pa je kakovost skupek lastnosti in karakteristik proizvoda ali storitve, ki se nanašajo na sposobnost proizvoda ali storitve, da zadovolji izražene ali pričakovane potrebe.



Slika 2. **Pregled standardov za vodenje in zagotavljanje kakovosti**

V zagotavljanje kakovosti, kot jo opredeljuje standard SLS ISO 9000 [6] spadajo vsi načrtovani in sistematični ukrepi, ki so potrebni za dosego ustreznega zaupanja, da bo

proizvod, proces ali storitev izpolnila postavljene zahteve glede kakovosti. Iz navedenega sledi, da moramo zahteve glede kakovosti poznati in določiti že pri samem načrtovanju proizvoda ali gradbenega objekta.

Gradbeni objekti predstavljajo znaten del narodnega bogastva; med njimi imajo AB-konstrukcije vodilno vlogo. Zato mora biti cilj vsake družbe, da gradbene objekte kot nacionalno bogastvo, čim daljši čas ohrani funkcionalno sposobne. To pomeni, da moramo poleg funkcionalne sposobnosti zagotoviti tudi mehansko odpornost, stabilnost in trajnost AB-konstrukcije oziroma gradbenega objekta. Bistveni dejavnik, ki odločujoče vpliva na navedene zahteve, je zagotavljanje kakovosti v vseh fazah graditve gradbenega objekta, in to, pri zasnovanju, konstruiranju in gradnji ter prav tako tudi pri uporabi in vzdrževanju objekta. Zato moramo odgovoriti na zelo pomembno vprašanje, na kakšen način lahko zagotavljamo zahtevano ali projektirano kakovost proizvoda, konstrukcije oziroma gradbenega objekta.

Po standardu SLS ISO 9000 [6] si mora izvajalec oziroma podjetje prizadevati izpolniti naslednje tri cilje:

– doseči in ohraniti kakovost proizvodov ali storitev tako, da trajno izpolnjujejo izražene ali samoumevne zahteve kupca, naročnika ali uporabnika. To obvladanje kakovosti dosežemo s predpisanimi operativnimi tehnikami in dejavnostmi;

– pridobiti zaupanje lastnega vodstva, da se dosega in ohranja načrtovana kakovost, kar dosežemo z dejavnostjo internega zagotavljanja kakovosti in

– pridobiti zaupanje kupca, naročnika ali uporabnika, da načrtovana kakovost je ali bo dosežena pri dobavljenih in izdelanih proizvodih ali opravljenih storitvah. Kadar je to zahtevano v pogodbi, si to zaupanje lahko pridobi z ustreznim dokazom, z dejavnostjo zunanjega zagotavljanja kakovosti.

Tako spadajo k zagotavljanju kakovosti vsi načrtovani in sistematični ukrepi, ki so potrebni za dosego ustreznega zaupanja, da bo proizvod ali storitev izpolnil postavljene zahteve glede kakovosti [6].

Z dobro pripravljenim sistemom zagotavljanja kakovosti lahko bistveno vplivamo na pojav napak in pomanjkljivosti v fazi izdelave proizvoda, graditve gradbenega objekta ali fazi izvajanja storitev. Na sliki 2 je podan pregled standardov za vodenje in zagotavljanje kakovosti ter elementi sistema kakovosti.

3. SISTEM ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI

Da lahko podjetje ali izvajalec uspešno izvaja vse potrebne aktivnosti zagotavljanja kakovosti, mora imeti izdelan »sistem zagotavljanja kakovosti«. S sistemom zagotavljanja kakovosti naj bodo podane vse aktivnosti in ukrepi, ki jih moramo izvajati, da bo raven kakovosti čim višja. Tako naj vsebuje sistem zagotavljanja kakovosti: organizacijsko strukturo, odgovornosti, postopke, procese, sredstva in vire za izvajanje ter vodenje kakovosti [6].

Pri organiziranju sistema zagotavljanja kakovosti mora biti upoštevano tudi naslednje temeljno pravilo: »Kakovost mora biti dosežena oziroma zagotovljena že med proizvodnjo, izdelavo ali izvajanjem storitve in ne samo z naknadnim kontroliranjem doseženega stanja«. Zato mora vsebovati sistem zagotavljanja kakovosti poleg elementov nadzora in preskušanja tudi elemente načrtovanja in vodenja kakovosti. Iz navedenega sledi, da mora strokovno pravilno zasnovan sistem zagotavljanja kakovosti urejati vse predvidene naloge, odgovornosti in tudi pristojnosti. Sama organizacija izvajanja sistema zagotavlja kakovosti pa naj bo tako izdelana, da bodo predvideni vsi ukrepi, kot je politika, smernice in podrobnejša navodila za zagotavljanje kakovosti in elementi sistema kakovosti, kot jih podaja SLS ISO 9000 [6], in to:

- odgovornost vodstva za zagotavljanje kakovosti,
- načela sistema zagotavljanja kakovosti,
- ekonomika, ki obravnava stroške za zagotavljanje kakovosti,
- kakovost pri trženju (pregled pogodbe),
- kakovost v specifikaciji in načrtovanju / razvoju (obvladovanje načrtovanja / razvoja),
- kakovost v nabavi (kakovost materiala, ki ga vgrajujemo),
- kakovost v proizvodnji (obvladovanje procesa),
- obvladovanje proizvodnje,
- obvladovanje materialov in sledljivost,
- overjanje proizvodov (kontrola in preskušanje),
- obvladovanje merilne in preskusne opreme,
- neskladnost (obvladovanje neskladnih proizvodov),
- korekturni ukrepi,
- dokumentacija in zapisi o kakovosti (obvladovanje dokumentov)
- osebje (kvalifikacija, usposabljanje)
- varnost proizvodov in odgovornost za proizvode,
- uporaba statističnih metod (statistične metode).

Gradbena dejavnost se že v temelju razlikuje od ostalih industrijskih panog, saj v gradbeništvu običajno izvajamo dela po naročilu za znanega naročnika ali uporabnika, kar drugod ni tako. Izdelava ali organizacija sistema zagotavljanja kakovosti je zato v gradbeništvu specifičen problem.

Tako moramo v gradbeništvu pridobiti in zagotoviti zaupanje naročnika, za katerega gradimo objekt, da bo načrtovana in dogovorjena kakovost tudi dosežena. Zelo je pomembno, da bomo z izdelanim sistemom zagotavljanja kakovosti izpolnili vse cilje, ki jih navaja standard SLS ISO 9000 [6], predvsem pa je pomemben tretji cilj, ki se nanaša na pridobitev zaupanja naročnika. Iz tega sledi, da moramo v gradbeništvu pri izdelavi ali organizaciji sistema zagotavljanja kakovosti obvezno poleg notranjega dati poudarek tudi dejavnosti na zunanjega zagotavljanja kakovosti, kot sta zunanja nadzora projektne dokumentacije in zunanji nadzor izvajanja del.

Da bomo sposobni v čim večji možni meri zmanjšati pojave poškodb, katerih vzroki izhajajo predvsem iz pomanjkljive projektne dokumentacije in nekakovostne izdelave, mora moderen in strokovno dobro izdelan sistem zagotavljanja kakovosti v gradbeništvu vsebovati naslednje temeljne elemente:

1. Odgovornost za zagotavljanje kakovosti, ki mora biti podrobno opredeljena na vseh ravneh grajenja objekta oziroma izdelave gradbenega proizvoda, tj. od vodstva podjetja navzdol do neposrednega delavca;

2. Izdelan mora biti sistem notranje presoje kakovosti. Znane morajo biti metode in obseg internih preiskav. Presoje in ukrepi morajo biti načrtovani in izvajani skladno z dokumentiranimi postopki;

3. Izredno pomemben element sistema zagotavljanja kakovosti v gradbeništvu pomeni zunanja presoja kakovosti. Obseg zunanje presoje kakovosti mora biti tako načrtovan, da lahko izvajalec del dokaže in tudi dokumentira, da so s pogodbo dogovorjene zahteve glede kakovosti tudi izpolnjene.

4. S posebnim priročnikom za zagotavljanje kakovosti morajo biti podana natančna navodila za izvajanje potrebnih internih ukrepov za zagotavljanje kakovosti. Podana

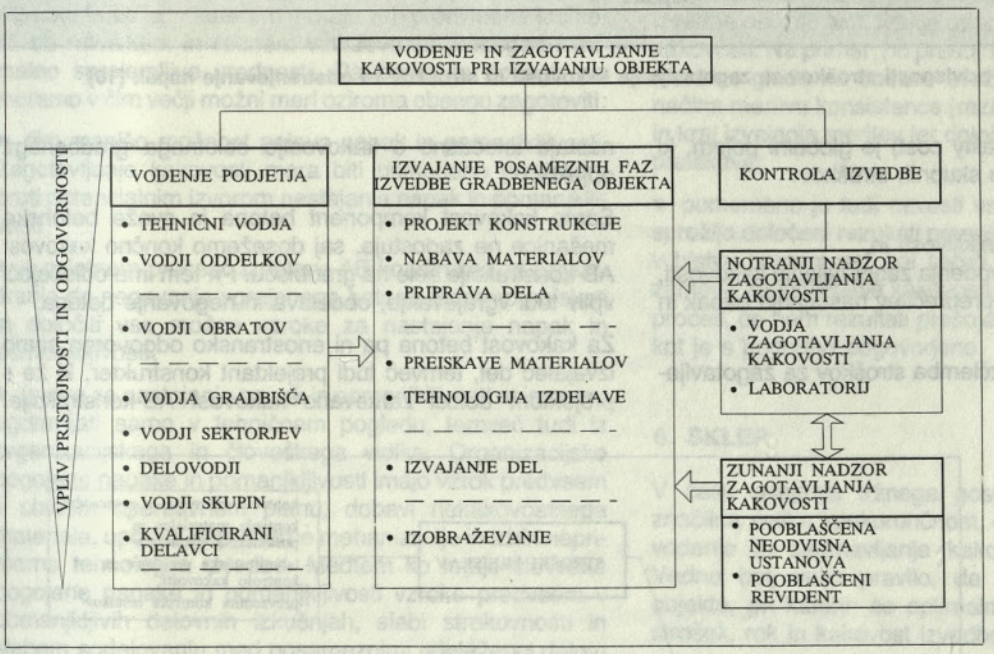
Zaradi kompleksnosti problema zagotavljanja kakovosti v gradbeništvu lahko organiziramo pripravo sistema zagotavljanja kakovosti na več ravneh, tako npr.:

– na ravni podjetja, tj. da izdelamo sistem zagotavljanja kakovosti za celotno gradbeno podjetje;

– na ravni posameznih zaključenih del ali enot podjetja, tj., da izdelamo sistem zagotavljanja kakovosti za betonski obrat, za železokrivnico itd. ali

– na ravni določenega projekta, tj. da izdelamo sistem zagotavljanja kakovosti za realizacijo konkretnega večjega in zahtevnejšega gradbenega objekta, npr. za hidroenergetski objekt, viadukt, tunel itd.

Zagotavljanje kakovosti pa se ne nanaša samo na glavnega izvajalca gradbenih del, temveč tudi na vse subizvajalce, ki so udeleženi v procesu gradnje objekta.



Slika 3. **Organizacija gradbenega podjetja z izdelanim sistemom zagotavljanja kakovosti**

morajo biti predvsem pravila, organizacija izvajanja, naloge, odgovornosti, pristojnosti kakor tudi opozorila na smernice zagotavljanja kakovosti in navodila za delo.

Zaradi možnosti ocenitve gradbenega podjetja kot kakovostnega izvajalca del mora biti naročniku zajamčen vpogled v njegov priročnik za vodenje in zagotavljanje kakovosti, pri tem pa ne sme biti razviden »KNOW-HOW« tehnologije izvedbe, temveč samo sistem zagotavljanja kakovosti.

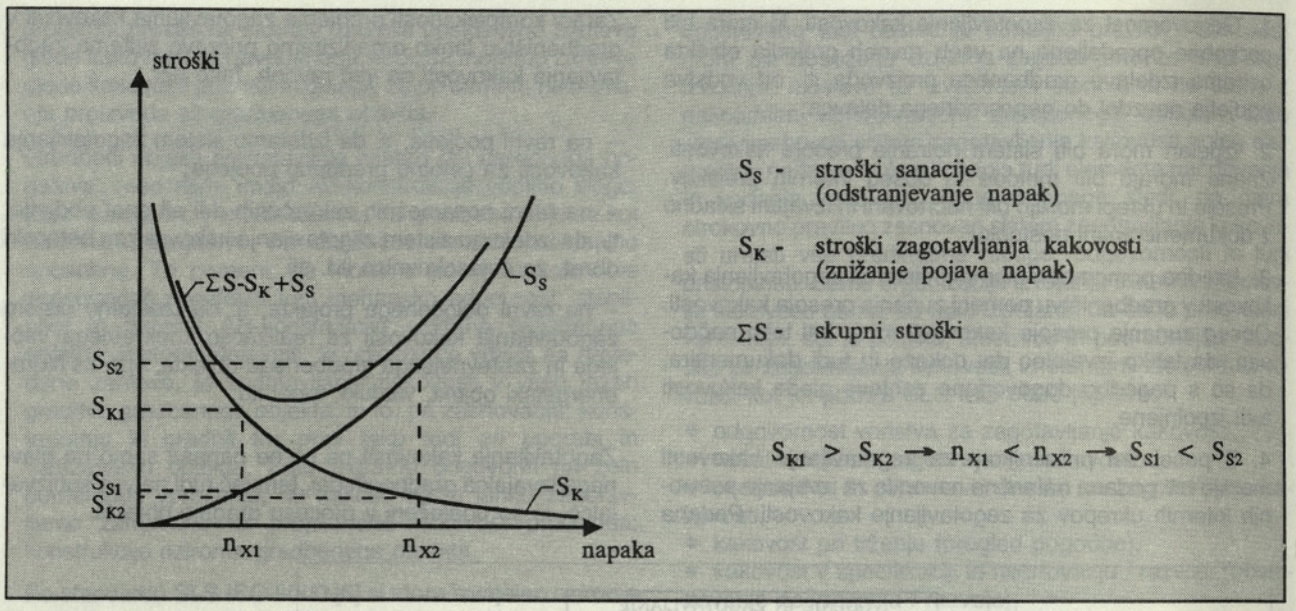
Pri pripravi sistema zagotavljanja kakovosti pa naj velja vodilo, da naj obseg sistema zagotavljanja kakovosti v gradbeništvu ne bo preobširen, temveč samo tolikšen, kot je nujno potrebno za doseganje postavljenih ciljev. Drugo zelo pomembno vodilo pa je, da mora sistem zagotavljanja kakovosti zajeti vse udeležence pri gradnji gradbenega objekta.

4. STROŠKI ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI

Poškodbe in pomanjkljivosti, ki se v zadnjem času vse pogosteje pojavljajo na gradbenih objektih, zelo negativno vplivajo na uporabno sposobnost, varnost in trajnost gradbenih objektov.

Vemo, da slaba kakovost izdelave povzroča dodatne stroške.

Iz slike 4 je razvidno, da bodo stroški za odstranjevanje poškodb in pomanjkljivosti tem višji, čim nižja sredstva za zagotavljanje kakovosti predvidimo v fazi izdelave gradbenega objekta. Zato je smiselno, da del stroškov že prej predvidimo za zagotavljanje kakovosti, namesto da kasneje nastale poškodbe odstranjujemo z visokimi stroški. Ti stroški lahko namreč znašajo 3 do 6% stroškov za izgradnjo celotnega objekta [12] .



Slika 4. **Prikaz medsebojne odvisnosti stroškov za zagotavljanje kakovosti in stroškov za odstranjevanje napak [10]**

Strošek za kakovost (Quality cost) je globalni pojem, ki označuje vsoto naslednjih skupnih stroškov:

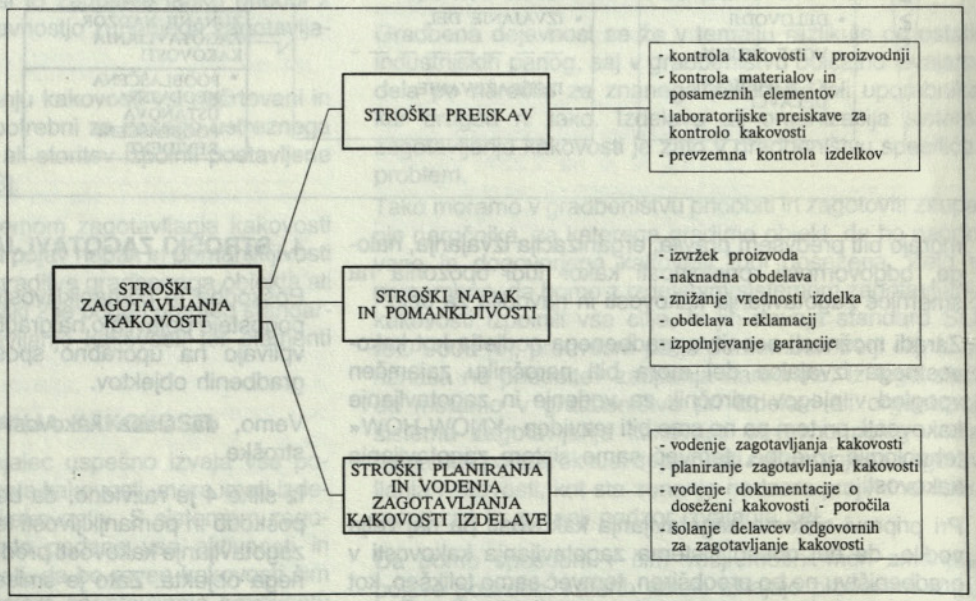
– stroški preiskav
– stroške napak in pomanjkljivosti in
– stroške načrtovanja in vodenja zagotavljanja kakovosti, imenovani tudi stroški za preprečitev nastajanja napak in pomanjkljivosti.

Na sliki 5 je prikazana razčlemba stroškov za zagotavljanje kakovosti.

nastaja istočasno s kakovostjo celotnega gradbenega objekta.

Samo kakovost komponent betona in sveže betonske mešanice ne zadostuje, saj dosežemo končno kakovost AB-konstrukcije šele na gradbišču. Pri tem ima odločujoči vpliv tudi vgrajevanje, obdelava in negovanje betona.

Za kakovost betona pa ni enostransko odgovoren samo izvajalec del, temveč tudi projektant konstrukter, ki že s projektom določi zahtevano kakovost AB-konstrukcije.



Slika 5. **Razčlemba stroškov za zagotavljanje kakovosti**

5. ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI AB-KONSTRUKCIJ

Armirani beton je gradbeni material, katerega kakovost

Zato spada zagotavljanje kakovosti AB-konstrukcije v sistem zagotavljanja kakovosti za celotni proces graditve, posebno pa v sistem zagotavljanja kakovosti za vsako-

kratno gradbišče. Poglavitni cilj sistema zagotavljanja kakovosti pa je doseči tako kakovost AB-konstrukcije, da bo skladna s pogodbo dogovorjeno kakovostjo. Zato mora biti del predvidenih zahtev glede kakovosti podan v kvantitativni obliki.

Tako zelo hitro ugotovimo, da ne zadostuje samo tlačna trdnost betona kot edini kriterij za določitev kakovosti AB-konstrukcije, temveč moramo v odvisnosti od vrste AB-konstrukcije določiti tudi druge pomembne kriterije za ocenjevanje dosežene kakovosti AB-konstrukcije, npr.: gostoto, odpornost proti obrusu, proti zmrzovanju in solem, proti kemičnim vplivom itd.

5.1. Nekaj osnovnih smernic za zagotavljanje kakovosti AB-konstrukcije

AB-konstrukcije so tisti del gradbenega objekta, ki so poleg koristne redne obremenitve najbolj izpostavljeni vsem obremenitvam okolja. Zato je zelo pomembno, da s kakovostno izvedbo zagotovimo čim daljši čas trajanja AB-konstrukcije, v katerem morajo vse predvidene lastnosti ob rutinskem in rednem vzdrževanju presegati minimalno sprejemljive vrednosti. Da bomo to dosegli, pa moramo v čim večji možni meri oziroma obsegu zagotoviti:

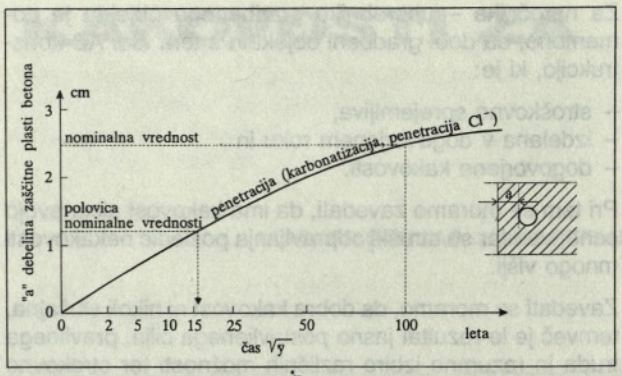
- čim manjšo možnost pojava napak in pomanjkljivosti. Zagotavljanje kakovosti mora biti usmerjeno predvsem proti potencialnim izvorom nastajanja napak in pomanjkljivosti;

- v celotnem procesu izdelave AB-konstrukcij od projektiranja do negovanja vgrajenega betona moramo poiskati in določiti vse možne vzroke za nastajanje napak in pomanjkljivosti;

- izvore za nastajanje napak in pomanjkljivosti ne smemo ugotavljati samo v tehničnem pogledu, temveč tudi iz organizacijskega in človeškega vidika. Organizacijsko pogojene napake in pomanjkljivosti imajo vzrok predvsem v slabem operativnem planu, dobavi nekakovostnega materiala, uporabi neprimerne mehanizacije in izbiri neprimerne tehnologije izvedbe. Medtem ko imajo človeško pogojene napake in pomanjkljivosti vzroke predvsem v pomanjkljivih delovnih izkušnjah, slabi strokovnosti in slabem sodelovanju med posameznimi udeleženci delovnega procesa;

- merila in kriterije za kakovost moramo razvrstiti po pomembnosti za vsakokratni objekt. Kriterij za kakovost, ki ima vodilni pomen za AB-konstrukcijo, doseže višjo uvrstitev ali stopnjo. Tako pripravljena prioritetna lista nam pokaže, katera merila in kriterije sploh moramo upoštevati pri zagotavljanju kakovosti AB-konstrukcije. Običajno pripada pomen vodilnega kriterija 28-dnevna tlačna trdnost betona, V/C-faktorju ali konsistenci svežega betona. V določenih primerih pa lahko doseže višjo prioriteto kriterij trajnost AB-konstrukcije ali kakšna druga pomembna karakteristika.

- zahteve glede kakovosti moramo po možnosti čim bolj natančno opredeliti. Natančen opis je namenjen predvsem postavitvi ciljev in kriterijev ter rabi tudi kot podloga za meritve in presojo kakovosti AB-konstrukcije;



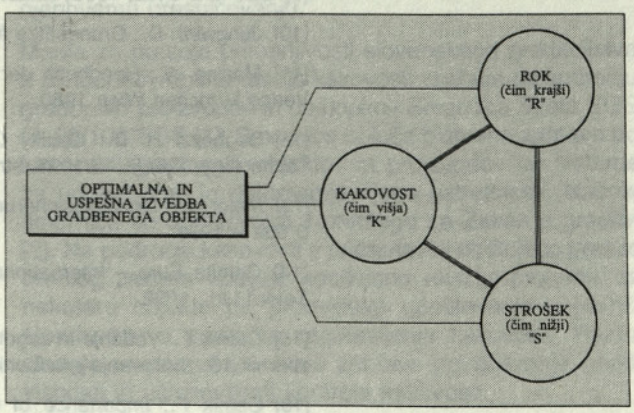
Slika 6. **Vpliv dejanske debeline zaščitne plasti betona na čas trajanja AB-konstrukcije.**

- za predpisane oziroma dogovorjene presoje kakovosti, ki jih moramo določiti, moramo poleg načina, časa in kraja izvedbe navesti tudi, kdo je odgovoren za izvedbo presoje kakovosti. Na primer: pri presoji kakovosti svežega betona moramo glede na dobavo svežega betona podati poleg načina meritve konsistence (razlez, posed, Vebe) tudi čas in kraj izvajanja meritev ter določiti odgovornega izvajalca preiskave;

- pomembno je tudi navesti vse potrebne ukrepe, ki jih sprožijo določeni rezultati presoje – meritve. Zagotavljanje v bistvu pomeni več kot samo nadzor nad izvedbo. Saj zahteva zagotavljanje kakovosti učinkovit poseg v delovni proces, če nam rezultati presoje pokažejo nižjo kakovost, kot je s pogodbo dogovorjeno.

6. SKLEP

V času uvajanja tržnega gospodarstva, za katero je značilna velika konkurenčnost, dobiva kakovost in s tem vodenje in zagotavljanje kakovosti vse večji pomen. Vedno bolj velja pravilo, da želi investitor gradbene objekte, pri katerih so optimalno doseženi osnovni cilji: strošek, rok in kakovost izvedbe.



Slika 7. **Prikaz medsebojno odvisnih ciljev za uspešno in optimalno izvedbo gradbenega objekta**

Za naročnika – uporabnika gradbenega objekta je pomembno, da dobi gradbeni objekt in s tem tudi AB-konstrukcijo, ki je:

- stroškovno sprejemljiva,
- izdelana v dogovorjenem roku in
- dogovorjene kakovosti.

Pri tem se moramo zavedati, da ima kakovost sicer svojo ceno, vendar so stroški odpravljanja posledic nekakovosti mnogo višji.

Zavedati se moramo, da dobra kakovost ni nikoli slučajna, temveč je le rezultat jasno postavljenega cilja, pravilnega truda in razumne izbire različnih možnosti ter strokovno pravilne izvedbe.

Samo skrbno in stalno zagotavljanje kakovosti vseh udeležencev pri gradnji objekta omogoča, da lahko preprečimo nastanek poškodb, ki izvirajo iz napak v projektu in izvedbi AB-konstrukcije oziroma gradbenega objekta.

Uspešno zagotavljanje kakovosti pa ni vezano samo na izvajanje nadzora med izvedbo in izvedenih del, temveč se začne že s stalnim izpopolnjevanjem strokovnega znanja in motiviranjem vseh udeležencev v procesu gradnje objekta. Zato mora izvajalec del imeti izdelan »sistem vodenja in zagotavljanja kakovosti«, v katerem bodo zajete vse aktivnosti in elementi, kot jih podajajo standardi SLS ISO 9000. / -4. [6].

Zagotavljanje kakovosti pa se ne nanaša samo na glavnega izvajalca del, temveč tudi na vse subizvajalce, ki so soudeleženi v procesu grajenja. Pomembna je tudi osnovna misel in načelo, da »sistem vodenja in zagotavljanja kakovosti« ne potrebuje novih specialistov, temveč mora voditi k novemu načinu obnašanja pri posameznih delovnih procesih izdelave AB-konstrukcije oziroma gradbenega objekta kot celote.

LITERATURA

[1] ASTM Designation: E623-82 Standard Practice for Developing Accelerated Test to Aid of the Service Life of Building Components and Materials.

[2] Maidl B., Gersum F.: Qualitätssicherung im Bauwesen, ein Thema, dem wir uns stellen müssen, Bauingenieur 64, 1989, str. 571–577.

[3] Grunau B. E.: Qualität in der Bauausführung, weniger Schäden durch technische Überwachung auf der Baustelle, Bauverlag GmbH Wiesbaden u. Berlin 1982.

[4] Heizer J., Render B.: Production and Operations Management Strategies and Tacties, Allyn and Bacon, Inc. Boston, London, Sydney, Toronto, 1988.

[5] Mala splošna enciklopedija, Državna založba Slovenije, Ljubljana 1975.

[6] SLS ISO 9000. / .4 Standardi za vodenje in zagotavljanje kakovosti – smernice za izbiro in uporabo.

[7] Qualitätssicherung im Ingenieurbau, Eine Zukunftsforderung für Plannung, Ausführung und Wartung, Betonwerk + Fertigteil – Technik, 10/1990, str. 118–121.

[8] Jungwirth D. in ostali: Dauerhafte Betonbauwerke – Substanzerhaltung, Schadensvermeidung in Forschung und Praxis, Düsseldorf : Beton – Verlag 1986.

[9] SLS ISO 8402, 1993; Kakovost – slovar.

[10] Jungwirth D.: Grundsätze für ein firmeneigenes QS – System, Beton, 11/1991 str. 552–555.

[11] Masing W.: Handbuch der Qualitätssicherung 2. völlige neubearbeitete Auflage, Carl Hausen Verlag München Wien 1980.

[12] Seghezzi H. D.: Quality Concepts for the Building Sector, Concrete Precasting Plant and Technology, ISSUE 12/1993, str. 60–66.

[13] Matousek, Qualitätssicherung im Bauwesen, Eine Forderung unserer Zeit, SIA – Dokumentation D 062 – 1990.

[14] Comite Euro – International du Beton: Durable Concrete Structures – Design Guid; Thomas Teford Ltd., 1992.

[15] Cafnik F.: Vodenje in zagotavljanje kakovosti kot pomemben element za trajnost AB-konstrukcij, zbornik 16. zborovanje gradbenih konstrukterjev Slovenije, Bled, sept. 1994 (str. 169–174).

[16] Cafnik F.: Importance of Quality Management and Quality Assurance in Repair Works on Demaged Reinforced Concrete Constructions, International Conference Investment Strategies and management of Construction, Brioni Croatia, sept. 1994 (str. 11–16).

MODEL SISTEMA KAKOVOSTI ZA PROJEKTIRANJE

UDK 006.83:624

VLADIMIR GUMILAR, JANEZ REFLAK

POVZETEK

Kakovost izdelkov in storitev s področja graditeljstva moramo približati evropski in mednarodni ravni. V prispevku obravnavamo zagotavljanje kakovosti kot sestavni del uspešne, tržno in h kupcu usmerjene poslovne strategije gradbenih podjetij. Vzpostavitev sistema zagotavljanja kakovosti in standardnih ukrepov, ki jih predvidevajo standardi kakovosti serije SLS ISO 9000, predstavlja interne aktivnosti gradbenih podjetij, ki so podlaga za doseganje in zagotavljanje zahtevanega nivoja kakovosti gradbenih proizvodov in storitev. Določili smo osnovne elemente modela sistema kakovosti, ki bi jih v skladu z zahtevami SLS ISO 9001 moralo pripraviti projektantsko podjetje. Podrobneje smo predstavili ukrepe obvladovanja projektiranja.

MODEL OF THE QUALITY SYSTEM FOR DESIGN

SUMMARY

The quality of products and services in the Slovenian construction industry should be comparable to European and international one. Quality assurance (QA), a constituent part of successful, market and customer oriented business strategy, is presented in the paper. The development of the quality system and implementation of standard measures, as required by the international quality standards SLS ISO 9000, are internal activities of the construction companies. Their aim is to reach and assure the required quality of the construction products and services. The basic elements of a design company quality system in accordance to requirements of the SLS ISO 9001 standard are described. The measures of the design control are presented in details.

1. UVOD

Doseganje in zagotavljanje ustrezne, evropsko primerljive ravni kakovosti proizvodov in storitev sta ena ključnih pogojev za približevanje in nastop slovenskega graditeljstva na gradbenem tržišču Evropske unije in drugih ciljnih tržiščih Evrope in sveta. Doseči z Evropo in razvitim svetom usklajen razvoj in izboljšati kakovost življenja v Sloveniji sta tudi temeljna cilja Nacionalnega programa kakovosti Republike Slovenije. V programu je na nacionalnem nivoju ugotovljen konsenz o potrebnosti sistematičnega in celovitega prizadevanja za dvig kakovosti na vseh ravneh in področjih. Graditeljstvo mora kot pomembna gospodarska panoga najti mesto in vlogo v tem programu in s kakovostjo gradbenih izdelkov in storitev ter višjo kakovostjo odnosov med udeleženci graditve prispevati k njegovemu uresničevanju.

Avtorja:
mag. Vladimir Gumilar, dipl. gradb. inž., mladi raziskovalec, FAGG, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, Jamova 2, Ljubljana
doc. dr. Janez Reflak, FAGG, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, Jamova 2, Ljubljana

Merila za presojo primerljivosti slovenskega graditeljstva z zahodnoevropsko ravnjo kakovosti vsebuje na področju gradbenih proizvodov in postopkov Smernica Sveta EGS št. 89/106/EGS [1]. Smernica določa bistvene zahteve po kakovosti gradbenih objektov in proizvodov ter sisteme za ugotavljanje in potrjevanje njene ustreznosti. Načela smernice so upoštevana v predlogu za Zakon o graditvi [2]. Na področju kakovosti v primerjavi z obstoječo prakso predlog zakona vpeljuje neodvisno revizijo projekta, za nekatere objekte pa predvideva upoštevanje veljavnih standardov s področja zagotavljanja kakovosti. Razen slednje predstavljajo ostale zahteve povečevanje neodvisnosti in učinkovitosti kontrole kakovosti.

Z vključitvijo Slovenije v Evropsko unijo bo slovensko gradbeno tržišče integralni del evropskega, s tem pa se

bodo poleg opisanih formalnih, normativnih zahtev bistveno povečale tudi neformalne, tržne zahteve glede doseganja in zagotavljanja kakovosti. Da smo sposobni doseči zahtevano evropsko kakovost, dokazujejo številni uspešno in kakovostno zgrajeni objekti doma in v tujini. Izkaže pa se, da je doseganje kakovosti pogojeno z ustreznim izvajanjem zunanjega nadzora, zunanjimi zahtevami glede organizacije in izvajanja notranjega nadzora ali pa z veliko konkurenco.

Zagotavljanje kakovosti pa je povezano s povečanjem zaupanja v sposobnost stalnega izpolnjevanja postavljenih zahtev glede kakovosti in z notranjo motivacijo za delovanje na področju kakovosti. Potrebno je načrtovati in pripraviti sistematične organizacijske in druge ukrepe znotraj gradbenega podjetja ter z vzpostavitvijo standardnih, formalnih sistemov kakovosti omogočiti in zagotoviti njihovo izvajanje.

Vzpostavitev standardnega in formalnega sistema zagotavljanja (QAS – Quality Assurance System) in njegova nadgradnja v sistem celovitega upravljanja kakovosti (TQM – Total Quality Management) predstavlja enega izmed možnih načinov urejanja problematike kakovosti. Največkrat izberemo model po standardih kakovosti serije SLS ISO 9000 in ga prilagodimo naši organiziranosti in poslovni dejavnosti. Standardi kakovosti SLS ISO 9000 [3] so splošni in tako uporabni na različnih gospodarskih ali negospodarskih področjih. Za področje gradbeništva je potrebno upoštevati ustrezne smernice in priporočila za njihovo uporabo.

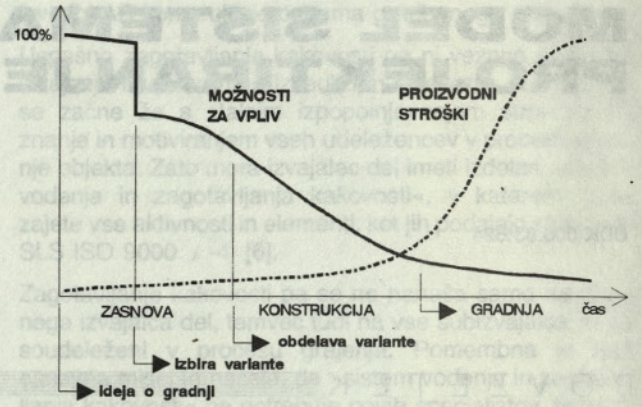
2. MODEL SISTEMA KAKOVOSTI ZA PROJEKTIRANJE

2.1. Projektiranje in kakovost

Zagotavljanje kakovosti pri projektiranju obsega vse načrtovane in sistematične ukrepe, potrebne za pridobitev primernega zaupanja, da bo projektna dokumentacija izpolnjevala predpisane zahteve. Pomen doseganja kakovosti v fazi projektiranja je posebno velik, saj se v tej fazi določi večina karakteristik kakovosti gradbenega objekta, nastane pa tudi velik del kasneje odkritih napak. Morebitne napake je možno v fazi projektiranja ob ustreznem zagotavljanju in kontroli kakovosti relativno enostavno odkriti in poceni odpraviti. Vpliv odločitev v fazi zasnove in konstrukcije na končno kakovost objekta je shematsko prikazan na sliki 1 [4].

Pomanjkanje investicij in gradbenega povpraševanja ter povečana gradbena ponudba zahtevajo zelo prilagodljive programe posameznih projektantskih organizacij. Projektanti morajo biti sposobni pripravljati tehnično dokumentacijo za različne tipe in zahtevnosti projektov. Hkrati pa povečevanje kompleksnosti in zahtevnosti posameznih procesov projektiranja zahteva specializacijo, sprotno usposabljanje in izobraževanje.

Z informacijsko-tehnološkega vidika probleme rešujemo z zmogljivejšimi algoritmičnimi programi in njihovo integracijo v proces graditve (I-CAD, CIC – Computer Integrated



Slika 1. **Odnos med možnostmi za vpliv in proizvodnimi stroški**

Construction) ter z razvojem in uporabo orodij umetne inteligence (ekspertni sistemi, nevronske mreže).

Vrsto praktičnih in strokovnih problemov morajo še vedno na podlagi svojega znanja in izkušenj reševati projektanti. Osnovno, globoko znanje se ohranja, del praktičnega znanja in izkušenj pa se zaradi različnih vzrokov sčasoma izgubi. Prihaja do podvajanja, ponovnega usposabljanja ali iskanja že izdelanih rešitev. Znotraj projektantskih podjetij pa poleg strokovnih problemov obstaja še veliko drugih problemov, ki so povezani s strukturo organizacije, usposobljenostjo projektantov, z medsebojno odvisnostjo dejavnosti, ki v podjetju potekajo, ipd.

Opisane probleme rešujemo z dodatnim usposabljanjem, izobraževanjem, ustreznim vodenjem in organizacijo. Nesistematičen pristop nesorazmerno povečuje stroške projektiranja z rezultati, ki jih ti ukrepi prinašajo. Sistem kakovosti predstavlja sistematičen pristop k reševanju teh problemov, hkrati pa standardizirani in formalni sistem kakovosti z eventualnim certificiranjem prinaša še dodatne zunanje ugodnosti.

Osnovni namen zagotavljanja kakovosti je **preprečevati** in ne samo odkrivati in popravljati napake. To izvedemo s pravočasnim načrtovanjem in različnimi ukrepi v okviru sistema kakovosti. Del teh ukrepov je tudi učinkovit nadzor, s katerim skušamo odkriti tiste napake, ki kljub temu še vedno nastopijo. S korektivnimi ukrepi pa odpravljamo vzroke za njihov nastanek.

Projektiranje je s stališča projektanta strokovno, ustvarjalno, inovativno delo, ki temelji na podlagi zahtev investitorja. Razen predpisov in standardov je kakršnokoli »administrativno« poseganje v projektiranje kot »svetišče odličnosti« (sanctuary of exellence) zelo nepriljubljeno in zaradi tega tudi neuspešno. S sistemi kakovosti, postopki, pravili, dodatnimi zahtevami glede overjanja načinov in rezultatov dela pa na neki način počnemo prav to.

To ni temeljni namen, ampak posledica vzpostavljanja sistemov kakovosti. Sistem kakovosti in njegove ukrepe moramo ustrezno dokumentirati, največkrat v okviru poslovnikov, postopkov in navodil. Postopki in navodila bodo po obsegu in zahtevnosti priprave glavni del te dokumen-

tacije. Pripraviti, pregledati in odobriti se morajo na ustrezni strokovni ravni, najbolje s sodelovanjem tistih, ki bodo te postopke izvajali. Pripravo postopkov je potrebno **ustrezno spodbuditi in nagraditi, vgraditev posebnega znanja in izkušenj pa tudi zaščititi.**

Priprava postopkov in navodil je trajen proces, ki poteka sproti na podlagi ugotovljenih pomanjkljivosti obstoječe prakse in teži k njenemu izboljšanju (nove metode, tehnike, poteki) (slika 2).

S pripravo in uporabo postopkov in navodil se:

- zmanjša čas uvajanja v delo;
- poveča učinkovitost dela, produktivnost;
- poveča kakovost proizvoda z zmanjšanjem napak in obvladovanjem pogojev dela;
- dokumentira dosežena kakovost oziroma uporabljena metoda, ki je bila pri tem uporabljena;
- zberejo, uredijo in ohranijo pomembne izkušnje in znanja.

2.2. Model sistema kakovosti po SLS ISO 9001

2.2.1. *Splošno*

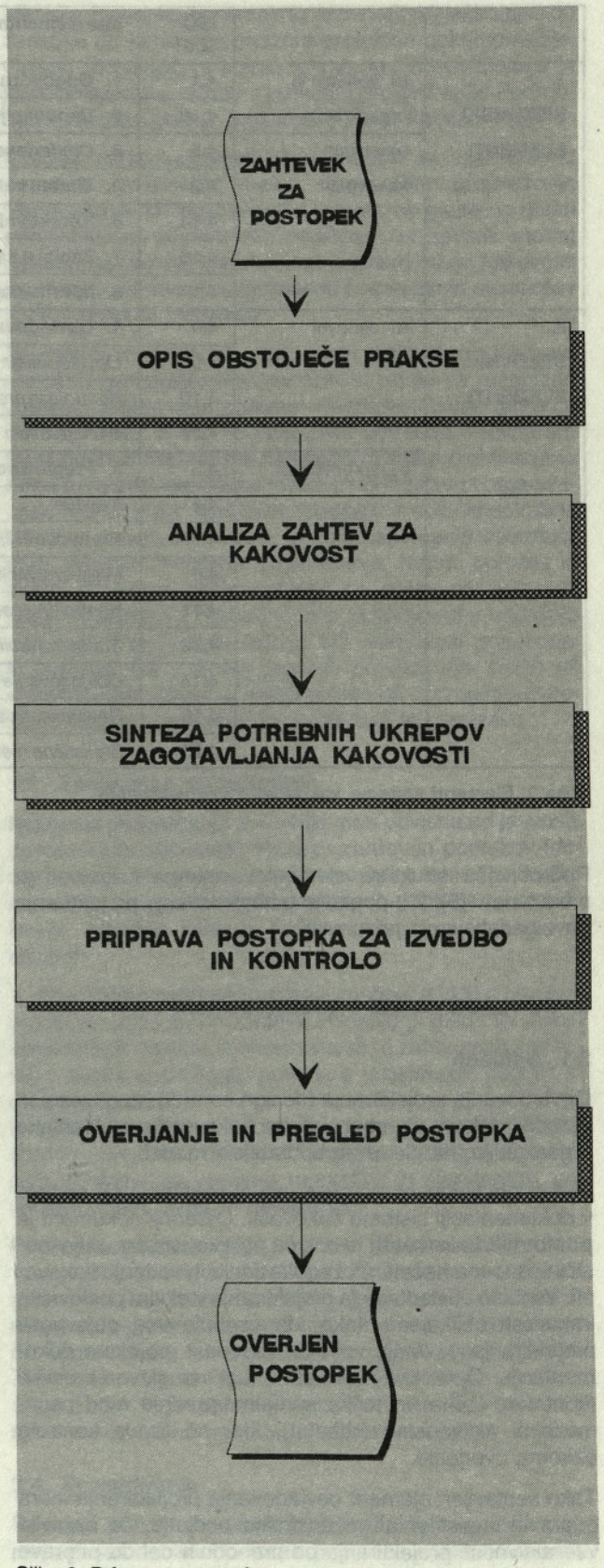
Z vzpostavitvijo sistema kakovosti na formalni, standardni in dokumentiran način dokazujemo, da smo sposobni zagotavljati kakovost projektne dokumentacije oziroma zadovoljiti zahteve pogodbenih partnerjev in druge, posredno določene zahteve. Vzpostavitev, dokumentacija in učinkovito delovanje sistema kakovosti je pogoj za pridobitev mednarodnega certifikata kakovosti, za katerega lahko zaprosi projektantska organizacija pri akreditirani inštituciji.

Projektantsko podjetje lahko pridobi certifikat kakovosti samo na podlagi modela SLS ISO 9001, ki v skupini standardov SLS ISO 9000 vsebuje poglavje o projektiranju oziroma obvladovanju načrtovanja/razvoja. Struktura sistema kakovosti projektantske organizacije mora ustrezati modelu oziroma vsebovati vse potrebne elemente modela.

Elemente sistema kakovosti delimo na (slika 3):

1. sistemske elemente (elemente upravljanja)
2. delovne (strokovne) elemente

Vsi sistemski elementi (1.a in 1.b) se zahtevajo za vse osnovne udeležence graditve, ki razvijajo svoj sistem kakovosti, torej tudi za projektanta. Med delovnimi elementi moramo med obveznimi (2.a) pripraviti obvladovanje načrtovanja/razvoja. Med spremljajočimi delovnimi elementi vključimo še pregled pogodbe. Ostali delovni elementi (2.b) so lahko za projektanta tudi uporabni in potrebni. Po potrebi posamezne zahteve vključimo v ostale elemente.



Slika 2. **Priprava postopka**

		ISO 9001	Ime elementa	Opomba
1. SISTEMSKI ELEMENTI	a) vodenje in organizacija	4.1	**1. Odgovornost vodstva**	izveden
		4.18	**9. Usposabljanje**	izveden
	b) sistem kakovosti	4.5	**5. Obvladovanje dokumentov**	izveden
		4.2	**2. Sistem kakovosti**	izveden
		4.14	**6. Korektivni ukrepi**	izveden
		4.16	**7. Zapisi o kakovosti**	izveden
		4.17	**8. Interne presoje kakovosti**	izveden
2. DELOVNI ELEMENTI	a) osnovni	4.4	**4. Obvladovanje načrtovanja/razvoja**	izveden
		4.9	*Obvladovanje procesa*	neizveden/razlaga
		4.10	*Kontrola in preskušanje*	neizveden/razlaga
		4.19	*Servisiranje*	neizveden/razlaga
	b) spremljajoči	4.3	**3. Pregled pogodbe**	izveden
		4.6	*Nabava*	neizveden/razlaga
		4.7	*Proizvodi, ki jih dobavi kupec*	neizveden/razlaga
		4.8	*Prepoznavanje proizvodov in sledljivost*	neizveden/ razlaga
		4.11	*Kontrolna, merilna in preskusna oprema*	neizveden/ razlaga
		4.12	*Status kontroliranja in preskušanja*	neizveden/razlaga
		4.13	*Obvladovanje neskladnih proizvodov*	neizveden/razlaga
		4.15	*Ravnanje, skladiščenje, pakiranje in odprema*	neizveden/ razlaga
		4.20	*Statistične metode*	neizveden/razlaga

Slika 3. **Elementi sistema kakovosti za projektiranje**

Podrobnejša struktura elementov sistema kakovosti je prikazana v [5], [6], poglavje o obvladovanju projektiranja pa v nadaljevanju prispevka.

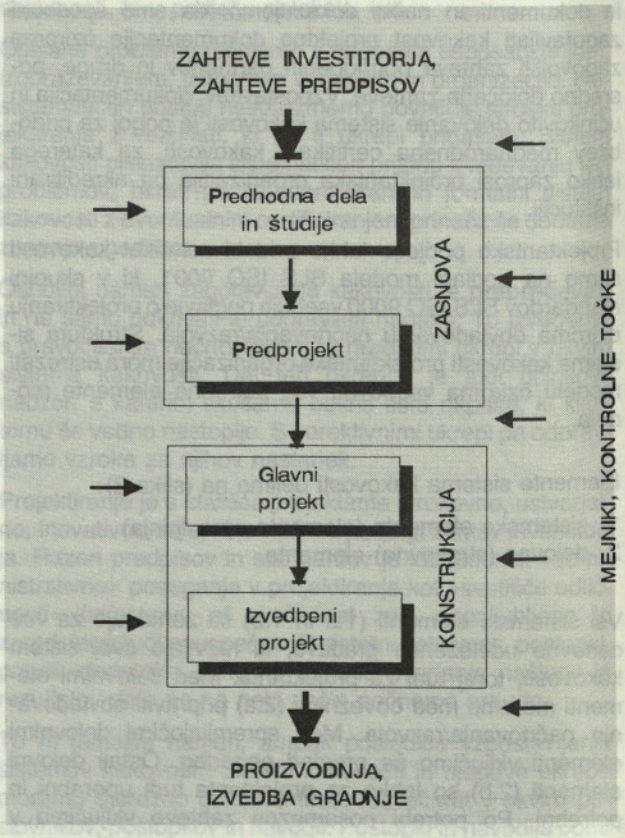
3. OBVLADOVANJE PROJEKTIRANJA

3.1. Splošno

Obvladovanje projektiranja (design control) bo obvezni in osrednji delovni element sistema kakovosti projektantske organizacije, ne glede na uporabljeni model.

Ukrepi obvladovanja in overjanja projektiranja se opišejo v dokumentaciji sistema kakovosti. Osrednji dokument je **poslovnik kakovosti,** ki določa politiko, sistem, dejavnosti in osnovna načela pri zagotavljanju in vodenju kakovosti. Vsebino obvladovanja projektiranja v okviru poslovnika kakovosti oblikujemo tako, da vsebuje vse dejavnosti projektiranja, ki imajo vpliv na kakovost projektne dokumentacije. Opredeliti je potrebno tudi vse glavne mejnike (kontrolne točke) in točke sprejema/predaje med posameznimi aktivnostmi (slika 4), kjer se izvaja kontrola oziroma overjanje.

Tako sestavljen element obvladovanja projektiranja mora pripraviti investitor ali inženirinško podjetje, če opravlja vse aktivnosti projektiranja od prehodnih del do priprave izvedbenega projekta. Praktično izvajajo posamezne faze



Slika 4. **Osnovne faze projektiranja**

ali podfaze različni udeleženci graditve v odvisnosti od tipa projekta, organizacije graditve in njihove usposobljenosti. Aktivnosti projektanta se bodo večinoma začele šele s predajo investitorjeve investicijske dokumentacije, idejnega projekta in projektne naloge.

Da bi zadovoljili zahteve, ki jih podaja poslovnik kakovosti, je potrebno pripraviti, vzdrževati in izvajati dodatne ukrepe za vodenje, načrtovanje, izvajanje in overjanje projektiranja. Ukrepe dokumentiramo v **postopkih, navodilih in planih kakovosti.**

Zagotavljanje kakovosti projektiranja predstavlja načrtovanje in izvajanje internih ukrepov projektantske organizacije. Notranje ukrepe zagotavljanja kakovosti moramo ločiti od ukrepov zunanjega nadzora (kontrole), ki ga izvaja investitor, od njega pooblaščena organizacija ali tretja, neodvisna oseba (revident).

Načrtovanje oziroma opisovanje del projektiranja naj bi tako bilo samo toliko obsežno, kot je potrebno za dosego zahtevane kakovosti. Raven zahtevanega obvladovanja kakovosti temelji na pripravljeni klasifikaciji aktivnosti projektiranja.

Osnovni kriteriji za določitev obsega in oblike postopkov so:

- obseg in vplivnost pri projektiranju ugotovljenih napak in pomanjkljivosti na končno kakovost projekta;
- napake, ki so bile ugotovljene pri overjanju izdelanih projektov ali pri presoji sistema kakovosti ali posameznega elementa;
- kompleksnost, enkratnost, novost objekta, dela objekta, obseg novih tehničnih in tehnoloških rešitev (novi načini armiranja, opažanja);
- posebne zahteve glede varnosti ali funkcionalnosti objekta;
- posebne kvalifikacije osebja, posebne metode, orodja, oprema za projektiranje, metode za nadzor in overjanje;
- stopnja zanesljivosti končnega nadzora, preskušanja, overjanja;
- utečenost, dosedanje izkušnje pri projektiranju podobnega izdelka, raven standardizacije objekta, raven pripravljenih predlog, podobnih projektov;
- posebne zahteve investitorja ali predpisov.

Če moramo za določeni projekt oziroma projektiranje določenega objekta pripraviti dodatne postopke, te kriterije določimo v okviru projektnega plana kakovosti.

3.2. Načrtovanje projektiranja

Za posamezne projekte graditve je potrebno izdelati plane zagotavljanja kakovosti projektiranja. **Plan predstavja načrt ukrepov zagotavljanja kakovosti pri projektiranju konkretnega objekta.** V planu terminsko in organizacijsko določimo in opišemo tudi zahtevane zunanje kontrole ob koncu posameznih faz in druge zunanje ukrepe za zagotavljanje kakovosti (revizijo projekta).

Pri načrtovanju projektiranja je potrebno natančno opredeliti zahteve iz pogodbe med investitorjem in projektantom, določiti organizacijo, potrebna sredstva, vodenje in odgovornosti za vsako posamezno aktivnost projektiranja: od zasnove do končnega nadzora projektne dokumentacije. Opisati ali navesti je potrebno vse predvidene naloge in jih dopolnjevati v skladu s potekom projektiranja. Podrobnejša vsebina planov projektiranja je prikazana v [5].

Vsebino plana kakovosti bomo določili za vsak projekt posebej, upoštevajoč realno stanje. Plan projektiranja lahko pripravimo za konkreten projekt, ne glede na raven pripravljenosti posameznih postopkov in navodil znotraj sistema kakovosti. Enostavnost priprave plana kakovosti je odvisna od ravni pripravljenosti posameznih elementov znotraj sistema kakovosti.

Zagotoviti moramo, da aktivnosti projektiranja izvajajo ustrezno usposobljeni projektanti, ki imajo na razpolago ustrezna sredstva in opremo. Razdelitev nalog moramo dokumentirati. S tem je dosežena potrebna transparentnost odgovornosti in pristojnosti. V planu projektiranja je treba opredeliti vsa stična mesta med različnimi organizacijskimi enotami in funkcijami podjetja in določiti potrebne tehnične povezave. Urediti je treba izmenjavo informacij med celotnim procesom projektiranja. Načrti, poročila in druga projektna dokumentacija se mora na primeren način in skladno z razdelilno listo razdeljevati v nadaljnjo obdelavo. Pred izdajo morajo biti dokumenti pregledani in overjeni. Če v okviru procesa projektiranja stalno ali občasno sodelujemo z investitorjem ali z drugimi udeleženci graditve, je potrebno urediti tudi te povezave.

3.3. Zahteve za projektiranje

Kakovost projektiranja je v veliki meri odvisna od jasnosti, pravilnosti in popolnosti vhodnih zahtev in podatkov (design input). Vhodne zahteve in podatke lahko na kratko označimo kot zahteve kakovosti, ki so podlaga za projektiranje. Vhodne zahteve lahko razdelimo v dve glavni skupini:

- **specifične zahteve** (notranje zahteve z vidika procesa graditve): pogodbene zahteve investitorja glede tehničnih karakteristik objekta, funkcionalnosti, o zahtevanih kontrolah s strani investitorja, podatki o prostorskih pogojih in drugih pogojih;
- **splošne zahteve** (zunanje zahteve), ki niso neposredno povezane z določenim objektom oziroma so posledica upoštevanja veljavne regulative in standardov, posebnih zahtev varnosti objekta ipd.

Postopek obvladovanja vhodnih podatkov za projektiranje določa odgovornosti in način sprejema, pregleda (popolnost, razumljivost, enote...), odobritev, dokumentiranja, shranjevanja in varovanja teh podatkov ter prenos do uporabnikov – vodij projektov oziroma projektantov. Zagotoviti moramo, da bo možen dostop do teh podatkov samo tistim, ki jih potrebujejo oziroma da bo preprečena njihova nepravilna uporaba ali spreminjanje.

3.4. Projektiranje

Postopki in navodila za projektiranje določajo način izvajanja posameznih aktivnosti v procesu projektiranja, način samonadzora in načina spretnega nadzora, če je ta

potreben. Za katere aktivnosti projektiranja in kako podrobno se bodo ti postopki pripravili, je odvisno od ciljev kakovosti, razpoložljivih sredstev in razpoložljivega časa, če gre za pripravo postopkov in navodil za kontretni projekt.

Postopki in navodila naj bi bili čim krajši in jedrnati, dopolnjeni z diagrami poteka in z označenimi vmesnimi kontrolnimi točkami. Delo, samokontrola in vmesna kontrola se izvajajo s pomočjo kontrolnih list, ki se izdelajo kot delovne priloge postopkov in navodil. Izpolnjene kontrolne liste in drugi rezultati kontrole predstavljajo zapise kakovosti.

Potek dejavnosti od zasnove in idejnega projekta do popisov materialov in del je do neke mere že določen v vsaki projektantski organizaciji oziroma ga določa stroka ter regulativa in standardi s področja graditve. V okviru sistema kakovosti povzamemo te aktivnosti, jih izboljšamo in dokumentiramo v okviru poslovnika kakovosti, postopkov in navodil za delo. Postopki in navodila predstavljajo interni know-how podjetja.

V okviru določnega postopka in navodila za projektiranje je potrebno:

- označiti vse pomembne reference (referenčna literatura, standardi, tehnične specifikacije, strokovne reference, rezultati raziskav);
- določiti odgovornosti, potrebne usposobljenosti in kvalifikacije projektantov;
- zagotoviti dokumentacijo vhodnih podatkov oziroma rezultatov iz prejšnjih faz, njihov pregled in identifikacijo;
- prikazati potek projektiranja (diagram poteka), ustrezen opis posameznih del in eventualne vmesne kontrolne točke;
- zagotoviti pravilno uporabo predpisane programske, strojne in druge opreme, ki se uporablja pri projektiranju;
- identificirati in upoštevati posebne zahteve in standarde kakovosti, pravila, navodila za izvajanje, ki so ključnega pomena za kakovost načrtovanega objekta (npr. zahteve glede izvedbe specialnih detajlov, glede izvajanja prednapenjanja ipd.);
- določiti osnovne in posebne ukrepe zagotavljanja in nadzora kakovosti izvedbe, ki odstopajo od normalnih postopkov nadzora (npr. posebne meritve pri postopkih gradnje);
- predvideti ukrepe, da se bodo aktivnosti projektiranja izvajale v skladu s tem postopkom;
- zagotoviti, da se bodo izpolnile druge zahteve, ki izhajajo iz narave projektiranja in so specifične za določeno metodo.

Za učinkovito uporabo oziroma upoštevanje postopkov so potrebni še drugi ukrepi, ki jih predvideva sistem kakovosti. Večinoma pa se pripravljeni postopki v praksi uporabljajo, saj projektantom pomagajo pri njihovem delu, zlasti pri problemih, ki so bolj administrativno-formalne narave in pri samokontroli.

3.5. **Rezultat projektiranja**

Projektne dejavnosti je potrebno ustrezno dokumentirati, da je možen tako ustrezen samokontrola, sproten in končno overjanje strokovnih oseb, ki niso neposredno vključene v izdelavo izvirnega projekta. Za gradbeno prakso podajajo osnovne elemente posameznih projektov pravilniki in standardi, projektne organizacije pa nato v okviru internih standardov ali navodil določijo, kakšna bo oblika in struktura tehnične dokumentacije.

V tem delu sistema kakovosti je zato potrebno opredeliti osnovna načela priprave dokumentacije projektiranja, osnovne ukrepe v zvezi z določevanjem standardnih dokumentov projekta, zveze z drugimi deli sistema kakovosti iz poslovnika kakovosti (Obvladovanje dokumentov, Zapisi o kakovosti) in referenčnimi postopki, navodili za delo, internimi standardi ter drugimi dokumenti, ki obravnavajo problematiko dokumentacije.

Aktivnosti moramo izvajati s ciljem zmanjšanja nepotrebnega dela projektanta pri določevanju oblike in formalne vsebine posameznih analiz, načrtov in drugih rezultatov projektiranja. Projektant se tako lahko osredotoči na strokovne in ustvarjalne dejavnosti.

3.6. **Overjanje projekta**

Projektantska organizacija mora planirati, vzpostaviti, dokumentirati in usposobljenemu osebju poveriti naloge overjanja projekta. Overjanje projekta (design verification) predstavlja **pregled in potrditev,** da rezultati projektiranja ustrezajo vhodnim projektnim zahtevam. Dejavnosti overjanja, predvsem preglede projekta, morajo izvajati ustrezno usposobljene osebe, neodvisne od osebja, ki je neposredno odgovorno za delo, ki se opravlja. Overjanje projekta predstavlja interne aktivnosti, torej gre za interno overjanje projektiranja oziroma interno neodvisnost overjevalcev. V določenih primerih pa lahko za naloge overjanja angažiramo tudi zunanje, ustrezno usposobljene strokovnjake.

Rezultati overjanj predstavljajo zapise kakovosti in morajo biti ustrezno dokumentirani, potrjeni in vzdrževani. Dokumentacija vsebuje tudi identifikacijo overjevalcev in tistih, ki so rezultate overjanja odobrili.

Overjanje projekta v okviru sistema kakovosti z zahtevami glede možnih vrst overjanja, neodvisnosti overjevalcev, načrtovanja, izvajanja in dokumentiranja dopolnjuje notranjo kontrolo kakovosti, kot jo opredeljuje veljavni Zakon o graditvi objektov in ki se izvaja pri projektiranju.

Overjanje označuje različne načine pregleda in potrditve skladnosti izvedenega z zahtevanim (pregled projekta, preskusi, ocene, primerjave itd.). Overjanje posredno, prek overjanj postopkov in navodil, s pomočjo katerih je projektiranje potekalo, vključuje tudi oceno metode, tehnike in postopka, s katerim smo prišli do določenega rezultata. Overjanje vključuje ustrezno **potrditev** skladnosti izvedenega z zahtevanim (poročila o rezultatih overjanja), v primeru negativnih rezultatov pa dokumentacijo ocene vzrokov, analize nepravilnosti in prikaz potrebnih ukrepov odpravljanja vzrokov napak. Oba primera doku-

mentov predstavljata zapise o kakovosti.

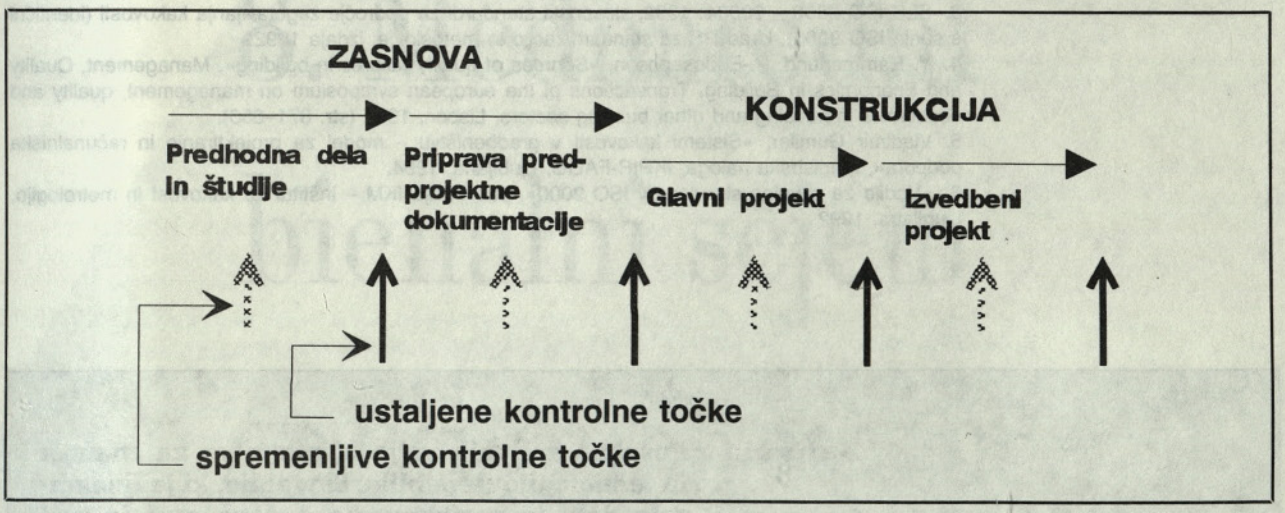
Obseg, kontrolne točke in način overjanja se določijo v okviru plana kakovosti za različne ravni zahtevane zanesljivosti objekta, glede na pomen objekta in pomen predmeta overjanja za varnost, funkcionalnost in uporabnost objekta. Kontrolne točke (točke overjanja) se določijo:

- kjer so možni korektivni ukrepi;
- pri prehodu iz ene (pod)faze v drugo;
- pri prehodu odgovornosti z enega na drugega projektanta;
- kjer to zahtevajo predpisi in standardi;
- kjer to zahteva investitor in/ali revident.

Standardne oziroma ustaljene in spremenljive kontrolne točke po fazah projektiranja so prikazane na sliki 5. Spremenljive točke overjanj se določijo glede na zgornje kriterije.

pomenu podoben vmesni ali končni notranji kontoli projekta, pri čemer standard zahteva načrtovanje pregledov (v okviru plana kakovosti) in neodvisnost ter ustrezno usposobljenost pregledovalcev.

Tim pregledovalcev mora biti sestavljen iz predstavnikov vseh področij, ki so bila udeležena na posamezni fazi. Raven obsežnosti in podrobnosti pregledov projekta je lahko različna: od enostavnega pregleda posameznih dokumentov in ugotavljanja popolnosti projektne dokumentacije do podrobnega pregleda vseh pomembnih projektnih dokumentov s strani ustrezno usposobljene, pooblaščene in neodvisne osebe. Pregled projekta mora identificirati oziroma predvideti problemska področja in nepravilnosti. Rezultate pregleda je potrebno analizirati, predlagati ustrezne korektivne ukrepe in jih tudi ustrezno dokumentirati.



Slika 5. **Ustaljene in spremenljive kontrolne točke overjanj projekta**

Izvajanje overjanja poteka na podlagi pripravljenih postopkov in navodil. To lahko obravnavamo kot detajlno načrtovanje overjanja. Detajlno načrtovanje overjanja izvajamo v okviru naslednjih vrst postopkov in navodil:

1) **s splošnimi postopki in navodili,** ki določajo osnovne metode, tehnike, orodja, potek in vsebino overjanja, ne glede na tip objekta, vrsto ali način projektiranja;

2) s **samostojnimi postopki ali navodili,** ki opisujejo overjanje projektiranja za posamezno podfazo, za določen tip objekta ali za določen tip uporabljene metode računa, tehnike ali postopka projektiranja;

3) **znotraj strokovnih postopkov za izvajanje** določene dejavnosti projektiranja (skupni opis izvajanja, samonadzora in internega overjanja).

Najbolj pogosta oblika overjanja projekta je **pregled projekta** (design review). Predstavlja **neposreden,** formalni, dokumentiran, sistematičen in kritičen pregled rezultatov projektiranja ob koncu posamezne faze oziroma ob koncu projektiranja. Pregled projekta je po vsebini in

Druga metoda je izvajanje vzporednega računa oziroma druge dejavnosti projektiranje. V določenih primerih lahko uporabimo tudi preverjanje projektnih rezultatov s preskusnimi modeli.

3.7. Spremembe projekta

Vzpostaviti, obnavljati in dokumentirati moramo postopke za identifikacijo, dokumentacijo, pregled in potrditev vseh sprememb na projektu (ugotovljene napake, zahteve investitorja, izboljšave, nepredvidljive spremembe. Določiti je potrebno postopek ali postopke za predlaganje, odobritev in izvajanje sprememb projekta ter nadzor nad njimi. Vse spremembe je potrebno obravnavati kot osnovne rešitve.

4. SKLEP

Slovenska gradbena podjetja, zavodi, izobraževalne inštitucije in drugi segmenti graditeljstva se bodo v prihodnjih

letih morali aktivno angažirati na področju kakovosti. Zagotavljanje zahtevane kakovosti je eden ključnih pogojev za enakovredno in konkurenčno nastopanje na evropskem gradbenem tržišču. Poleg formalnih zahtev glede obvladovanja in zagotavljanja kakovosti, ki jih deloma že predvideva predlog Zakona o graditvi, se bodo pokazale tudi zahteve tržišča, uporabnikov gradbenih proizvodov in objektov. Vzpostavljanje sistemov kakovosti predstavlja zahtevno in obsežno delo, določen čas, sredstva in v določenih elementih tudi različne administrativne ukrepe. Vpliva na različna področja poslovanja in dela pa tudi miselnosti vodstva in vseh zaposlenih. Prav na slednjem področju se moramo angažirati že danes, saj prav sprememba miselnosti predstavlja najtrši oreh pri delovanju na področju kakovosti.

LITERATURA

1. Smernica Sveta Evropske skupnosti št. 89/106 (1988) o zbliževanju zakonov, odredb in upravnih predpisov držav članic ES s področja gradbenih proizvodov.
2. Zakon o graditvi (predlog osnutka), GZS – Združenje za gradbeništvo in IGM, Združenje za inženiring in projektiranje, RS – Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, oktober 1993, Ljubljana.
3. SLS ISO 9000 – 90004: 1992, slovenski standardi za področje zagotavljanja kakovosti (identični s serijo ISO 9000), Urad RS za standardizacijo in meroslovje, izdaja 1992.
4. Y. Hammarlund, P.-E. Josephson, »Sources of quality failures in building«, Management, Quality and Economics in Building, Transactions of the european symposium on management, quality and economics in housing and other building sectors, Lisbon, 1991 (str. 671–680).
5. Vladimir Gumilar, »Sistemi kakovosti v gradbeništvu – model za projektiranje in računalniška podpora«, magistrska naloga, IKPIR-FAGG, Ljubljana, 1994.
6. »Vodilo za skupino standardov ISO 9000«, publikacija IKM – Inštitut za kakovost in metrologijo, Ljubljana, 1992.

Zahvala **Posebna zahvala velja Ministrstvu za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki je financiralo delo in raziskovanje prvega avtorja pod mentorstvom drugega avtorja v okviru akcije »2000 mladih raziskovalcev«.**

GRADBENI SEJEM

8. Mednarodni bienalni sejem gradbeništva in gradbenih materialov

18.–22. april 1995

Gornja Radgona

Organizator:
Pomurski sejem d.d.
Gornja Radgona

TOPLOTNA ZAŠČITA OBSTOJEČIH STANOVANJSKIH ZGRADB

UDK 699.86

HELENA GARZAROLLI, JOŽE BOŠTJANČIČ

P O V Z E T E K

Velika večina naših stanovanjskih zgradb je bila zgrajena v časih, ko so bile zahteve po bivalnem ugodju in po varčevanju z energijo manjše. Njihova toplotna zaščita je zato premajhna, kar ima poleg energetske potratnosti še vrsto drugih negativnih učinkov. Glede na navedeno obstoja velik interes, da se obstoječe stanje čimprej sanira.

Projekt Energetska sanacija obstoječih stanovanjskih zgradb, katerega sta izvajala ZRMK in FAGG v letih 1992 in 1993, nudi izhodiščne podatke za organiziran pristop k množični sanaciji pomanjkljive toplotne zaščite stanovanjskih zgradb. Rezultati projekta nudijo zanimive podatke o prioritetnem vrstnem redu različnih sanacijskih ukrepov glede na razmerje med energijskimi prihranki in stroški sanacije.

THERMAL PROTECTION OF EXISTING FLAT BUILDINGS

S U M M A R Y

Most of our flat buildings have been constructed in times when the requirements for dwelling comfort and energy saving were low. Their thermal protection is unsufficient and brings about a series of negative effects beside energy dissipation. There has been a great interest in the improvement of the existing state now.

The project Energy Repair of the Existing Flat Buildings which was carried out by ZRMK and FAGG in the years 1992 and 1993 offers many starting data needed for an organized and extensive repair of unsufficient thermal protection of flat buildings. The results of the project point out to the priorities of various repair measures according to the ratio between energy savings and repair costs.

1.0. UVOD

Po podatkih Republiškega zavoda za statistiko je stanovanjski fond Slovenije leta 1991 obsegal 307.800 stanovanjskih zgradb oziroma 684.841 stanovanj. Obstoječe stanovanjske zgradbe so bile zgrajene v različnih časovnih obdobjih, ko so bili v navadi različni načini gradnje in ko so bile zahteve po varčevanju z energijo in bivalnem ugodju manjše. Velika večina obstoječih stanovanjskih zgradb ima zato za sedanje razmere premajhno toplotno zaščito, kar ima za posledico preveliko rabo energije, poleg tega pa tudi vrsto drugih negativnih učinkov.

Avtorja:
Helena Garzarolli, dipl. inž.
mag. Jože Boštjančič, dipl. inž.
oba Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij

Splošno je poznan podatek, da za ogrevanje zgradb v Sloveniji potrebujemo približno 30 % končne energije in da bi bilo mogoče z energetsko sanacijo (sanacijo toplotne zaščite in modernizacijo oziroma prilagoditvijo ogrevalnih naprav) prihraniti celo do 60 % energije.

Veliki energijski prihranki pa niso edini pomemben učinek energetske sanacije. Z njo namreč tudi zmanjšamo onesnaževanje okolja, izboljšamo bivalne in zdravstvene pogoje, podaljšamo življenjsko dobo zgradb oziroma zmanjšamo stroške za njihovo vzdrževanje, izboljšamo estetski videz dotrajanih obodnih površin, povečamo porabo domačih toplotnoizolacijskih ter nekaterih drugih materialov in zmanjšamo potrebo po uvozu energentov.

Doslej je bila pri nas opravljena energetska sanacija številnih zgradb, vendar z doseženimi rezultati ne moremo biti zadovoljni. Pristopi k sanaciji so bili praviloma povsem individualni, zato so bile rešitve pogosto strokovno vprašljive in neekonomične.

Takratno Ministrstvo za energetiko in sedanje Ministrstvo za gospodarske dejavnosti – Sektor energetika je s financiranjem projekta **Energetska sanacija obstoječih stanovanjskih zgradb** v letu 1992 in 93 pričelo akcijo, ki naj bi pripeljala do sistematičnega izvajanja energetske sanacije stanovanjskih zgradb. Rezultati projekta naj bi namreč nudili boljši vpogled v učinke, ki jih od energetske sanacije obstoječih stanovanjskih zgradb lahko pričakujemo in bodo rabili kot osnova za izdelavo Nacionalnega programa za energetsko sanacijo zgradb, ki je v pripravi.

Nosilec projekta je bil Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, ki je koordiniral delo na projektu, izvedel izračun energijske bilance zgradb in zasnoval sanacijo toplotne zaščite ter zbral in oblikoval rezultate projekta. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo – Šola za arhitekturo je izdelala tipološko analizo obstoječih stanovanjskih zgradb ter izbrala vzorčne objekte z vso potrebno dokumentacijo. Katedra za operativno gradbeništvo na Oddelku za gradbeništvo in geodezijo iste fakultete pa je poskrbela za izračun stroškov sanacije in izvedla analizo ekonomskih učinkov le-te.

2.0. POTEK PROJEKTA

Projekt je zajemal le obravnavo toplotne zaščite zgrab in ni obravnaval problematike ogrevalnih sistemov, ki sicer predstavljajo pomembno postavko pri načrtovanju energetske sanacije.

Osnovna ideja projekta je bila obstoječe stanovanjske zgradbe razporediti v t. i. tipološke skupine. V vsaki tipološki skupini so zgradbe, ki imajo podobno arhitekturno ter tehnološko zasnovo in so podobne tudi glede kakovosti toplotne zaščite. Za 30 tipoloških skupin, ki vključujejo največje število stanovanj oziroma stanovanjskih zgradb, se izbere 30 projektov tipičnih zgradb, na katerih se opravi analiza rabe energije pred in po sanaciji ter ekonomska analiza upravičenosti vlaganja v sanacijo toplotne zaščite glede na pričakovane energijske prihranke. Na navedeni način bi zajeli večji del stanovanjskega fonda, za katerega bi s primerno natančnostjo ocenili učinek sanacije toplotne zaščite.

Navedena ideja je bila realizirana tako, da je bilo izoblikovano skupno 190 tipoloških skupin, pri čemer je bilo upoštevanih 19 arhitekturnih in 10 tehnoloških kriterijev. Iz tipoloških skupin, ki vključujejo največje število stanovanj oziroma stanovanjskih zgradb, je bilo izbranih 21 tipičnih zgradb oziroma njihovih projektov, za katere smo opravili predvidene analize. Dejstvo, da je bila namesto analize prvotno predvidenih 30 zgradb opravljena analiza manjšega števila zgradb (vzrok za to je v pomanjkanju finančnih sredstev), prav gotovo ni ugodno vplivalo na kakovost oziroma univerzalnost zaključkov projekta.

Glede na to, da smo za tri izbrane zgradbe predvideli le delno sanacijo toplotne zaščite, smo v nadaljevanju obravnavali le 18 vzorčnih zgradb, na katere smo načrtovali sanacijo vseh elementov. Njihove značilne fasade ter pomembnejši podatki so prikazani v priloženem katalogu vzorčnih zgradb na koncu članka.

Za vsako izbrano vzorčno zgradbo so bile izračunane energijske izgube. Pri tem so bile upoštevane transmisijske izgube (izgube skozi posamezne elemente obodne površine), ventilacijske izgube (izgube zaradi izmenjave zraka skozi netesna mesta obodnih površin), dobitki sonca (dobitki zaradi osončenosti površin) ter dobitki notranjih virov (dobitki zaradi uporabe gospodinjskih aparatov, razsvetljave, bivanja ljudi v zgradbi, itd.).

Sledilo je načrtovanje sanacije toplotne zaščite navedenih zgradb. Obstoječi predpisi (JUS U.J5.600) predpisujejo le minimalno potrebno toplotno zaščito, zato smo se odločili za sanacijo po kriterijih optimalne toplotne zaščite. Le-ti se s časom zaradi sprememb cen energije, toplotnoizolacijskih ter drugih materialov, dela in kapitala spreminjajo in so zato za daljše obdobje nepredvidljivi. Odločili smo se, da privzamemo vrednosti optimalnih toplotnih prehodnosti (k_{OPT}), katere smo določili v okviru projekta UNDP (HEAT INSULATION SYSTEMS FOR EXTERNAL PARTS OF BUILDINGS) in ki so primerljive z vrednostmi, določenimi v predpisih razvitih držav s podobno klimo (gl. pregl. 1).

TIP ZGRADBE	STENA proti			STROP proti			TLA proti	
	okolici	neogr. prost.	terenu	okolici	neogr. kleti	prezr. podstr.	terenu	podhodu
P P + 1	0.40	0.60	0.50	0.30	0.40	0.30	0.45	0.35
P + 2 ali več	0.50	0.70	0.60	0.35	0.50	0.40	0.55	0.45

Preglednica 1: **Vrednosti k_{OPT} za 3. klimatsko cono.**

Pri načrtovanju sanacije smo pri vsaki zgradbi predvideli izmenjavo vseh oken. Nova okna naj bi imela zasteklitev s toplotno prehodnostjo 1,3 W/m^2K.

Za sanirane zgradbe smo izvršili ponovni izračun energijskih izgub, pri čemer smo uporabili enak postopek kot v primeru izračuna za nesanirane zgradbe. Na podlagi razlike med obema izračunoma smo določili prihranke energije, ki bi jih bilo mogoče doseči s predvideno sanacijo toplotne zaščite.

Sledil je izračun stroškov sanacije po klasični kalkulaciji glede na podatke GZS – Sekcije za gradbeništvo in industrijo gradbenega materiala (stroški dela in materiala).

V metodi, po kateri so bili ocenjeni ekonomski učinki, je bil ključni vhodni podatek energijski prihranek zgradbe zaradi sanacije. Dalje smo upoštevali stroške sanacije toplotne zaščite ter prihranke, ki jih sanacija povzroči (nominalni prihranek konec baznega leta iz naslova ogrevanja in prihranek iz naslova zmanjšanja moči toplotne postaje v % od letnega pavšala). Izračun stroškov in prihrankov v življenjskem ciklusu energetsko sanirane zgradbe je namreč osnova za odločitev o ekonomičnosti vlaganj. Model vrednotenja ekonomskih učinkov je temeljil na metodi neto sedanje vrednosti. Rezultate smo predsta-

vili v histogramih, kjer smo na ordinato nanašali stroške/prihranke, na absciso pa leta, v katerih prihranki pokrijejo investicijo. Vsi izračuni ekonomskih učinkov so bili izvedeni za celotno zgradbo ter ločeno za tri skupine elementov obodnih površin: »fasado in parapete«, »okna« ter »tla, strop in streho«. Taka razčlemba je omogočila primerjavo med učinkom sanacije posameznih skupin elementov iste zgradbe.

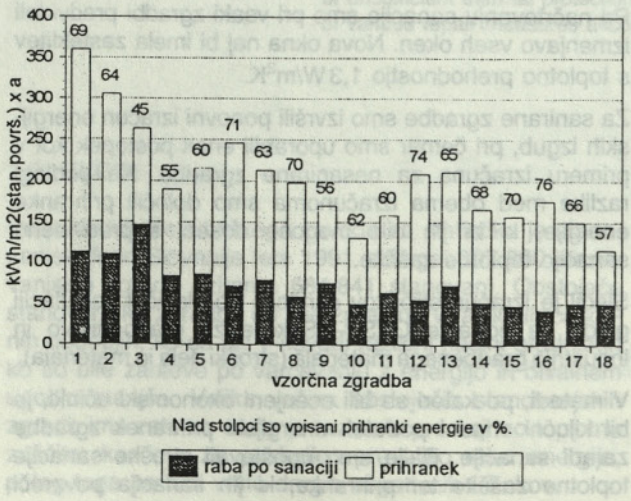
Računske rezultate projekta smo združili v pregl. 2.

3.0. REZULTATI PROJEKTA

Rezultati projekta so prikazani v dveh elaboratih z naslovom Energetska sanacija obstoječih stanovanjskih zgradb – I. in II. del, ki nosita prednaslova Podatki o raziskavah in Rezultati raziskav.

Pri oblikovanju splošnih zaključkov na podlagi izračunov so nastopale različne motnje. Zgradbe pred sanacijo niso imele enake toplotne zaščite, ta pa se je tudi po sanaciji nekoliko razlikovala, saj smo bili kljub upoštevanju kriterija optimalne toplotne zaščite vezanni na proizvodne debeline toplotnoizolacijskih materialov. Kljub temu smo prišli do nekaterih splošnih ugotovitev. Najpomembnejše podajamo v nadaljevanju.

3.1. Iz histograma na sl. 1 je razvidno, da letna poraba energije pada od individualne enodružinske hiše (360 kWh/m^2 x a) proti stolpnici (115 kWh/m^2 x a). Podoben trend ostaja tudi po sanaciji, ko ugotavljamo pri individualni enodružinski hiši energijske izgube 113 kWh/m^2 x a, pri stolpnici pa 50 kWh/m^2 x a. S sanacijo dosežen prihranek znaša v povprečju 64 %, pri čemer so odstopanja relativno majhna, saj znaša standardna deviacija 7 %.



Slika 1. **Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po njej**

3.2. Letna poraba energije raste s povečevanjem faktorja oblike (faktor oblike je razmerje med obodno površino ogrevanega dela zgradbe in ogrevano prostornino zgradbe). Trend rasti prikazujeta premici v diagramu na sl. 2, na podlagi katerih je mogoče približno oceniti letno porabo energije za zgradbe, ki spadajo v iste tipološke skupine kot vzorčne zgradbe.

OZ »LEDINA – PREVOZ«
MARIBOR p.p.
LEDINA
Gregorčičeva 37, 62000
Maribor
PREVOZI IN STORITVE
Z GRADBENO MEHANIZACIJO
NIZKE GRADNJE
TEL.: 062 / 25-885,
212-391

STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1995

			A.	B.	
Rok	Leto	Mesec	SEMINAR	IZPIT	
				pisni	ustni
II.	1995	Februar	13.–17. februar	18. februar	6.–10. marec
III.	1995	Marec	13.–17. marec	25. marec	10.–14. april
IV.	1995	April	17.–21. april	22. april	8.–12. maj
V.	1995	Maj	15.–19. maj	20. maj	5.–9. junij
VI.	1995	September	18.–22. september		
VII.	1995	Oktober	16.–20. oktober	21. oktober	6.–10. november
VIII.	1995	November	13.–17. november	18. november	4.–8. december
IX.	1995	December	11.–15. december		

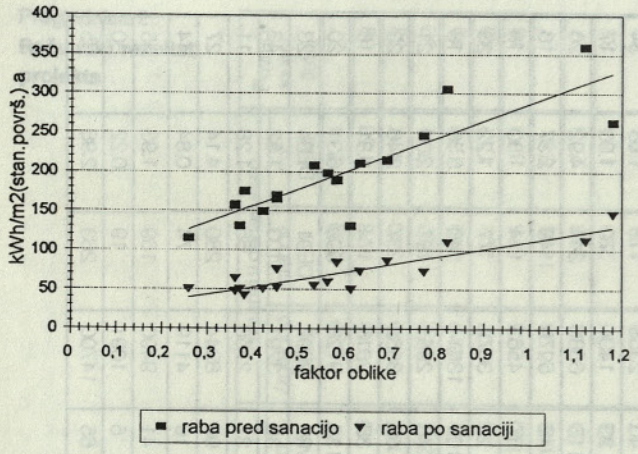
A. Pripravljalni seminar za strokovne izpite organizira **ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, LJUBLJANA, Erjavčeva 15, telefon 061/221-587.** Prijavo v obliki dopisa, skupaj z dokazilom o plačilu, pošlje organizatorju plačnik stroškov seminarja. Cena seminarja za posameznega udeleženca znaša 350 DEM, plačljivo v SIT po srednjem tečaju Banke Slovenije na dan plačila, z doplačilom 5% prometnega davka. Morebitno spremembo cene bomo objavili naknadno po njenem sprejetju.

B. Strokovni izpit organizira **ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA, Dimičeva 12,** Ljubljana. Vse informacije dobite osebno ali prek telefona 061/342-671 vsak dan, razen sobote, nedelje in praznikov, od 8. do 12. ure pri inž. Grošlju oziroma g. Šubljevi.

Preglednica 2:
Računski rezultati projekta

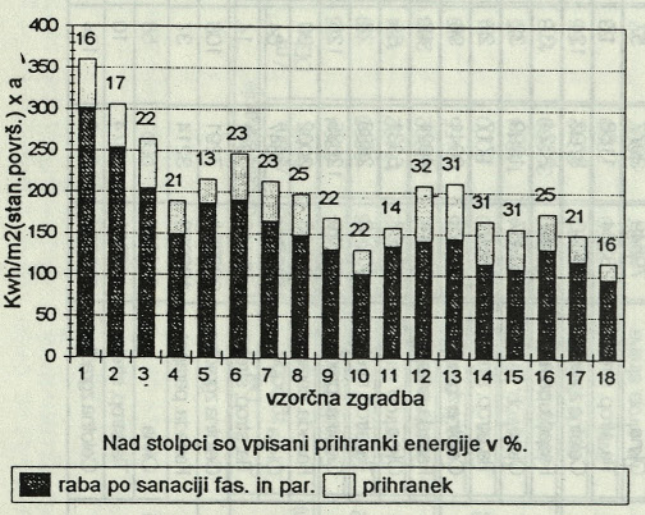
Zgr. št.	Šif. zgradbe	Št. etaž	Št. stan.	Obod.p. / Floris.p. (–)	A/V (1/m)	Del zgradbe	Stroški sanacije			Prihranki energije/leto			Prihranki v denarju/leto			Povrač. Invest. (leta)
							/zgradbo DEM	/stan. DEM	/ m^2 DEM	/zgradbo kWh	/stanov. kWh	/m^2 kWh	/zgradbo DEM	/stanov. DEM	/m^2 DEM	
1	1.1.1-3	1	1	3.01	1.12	Fasada. parapet	6304	6304	56	6492	6492	57	239	239	2.11	27
						Okna	6656	6656	59	4850	4850	43	173	173	1.53	39
						Tla, strop, streha	17432	17432	154	16643	16643	147	540	540	4.77	33
						Celotna zgradba	30392	30392	268	27985	27985	247	952	952	8.41	32
2	1.1.3-4	2	1	1.96	0.82	Fasada. parapet	12455	12455	69	9433	9433	52	319	319	1.76	40
						Okna	8000	8000	44	5995	5995	33	202	202	1.12	40
						Tla, strop, streha	11814	11814	65	19979	19979	110	675	675	3.73	18
						Celotna zgradba	32269	32269	178	35409	35409	196	1196	1196	6.61	27
3	1.3.1-4	2	1	3.16	1.11	Fasada. parapet	8342	8342	56	8826	8826	59	318	318	2.13	27
						Okna	7850	7850	53	6381	6381	43	230	230	1.54	35
						Tla, strop, streha	4087	4087	27	2585	2585	17	136	136	0.91	30
						Celotna zgradba	20279	20279	136	17792	17792	119	684	684	4.58	30
4	1.1.2-3	3	2	1.76	0.58	Fasada. parapet	14394	7197	38	15403	7702	41	538	269	1.42	27
						Okna	17649	8825	46	15581	7791	41	547	274	1.44	33
						Tla, strop, streha	7847	3924	21	9005	4503	24	313	157	0.82	26
						Celotna zgradba	39890	19945	105	39991	19996	105	1396	699	3.68	29
5	2.1.1-3	3	1	1.90	0.69	Fasada. parapet	3805	3805	27	3940	3940	28	152	152	1.08	26
						Okna	4966	4966	35	4746	4746	34	169	169	1.20	30
						Tla, strop, streha	6502	6502	46	7637	7637	54	272	272	1.93	24
						Celotna zgradba	15273	15273	108	16323	16323	116	593	593	4.21	26
6	3.1.1-2	2	3	1.98	0.77	Fasada. parapet	13536	4512	62	12015	4005	55	438	146	2.01	31
						Okna	7880	2627	36	7410	2470	34	173	58	0.80	46
						Tla, strop, streha	12887	4296	59	18506	6169	85	674	225	3.10	20
						Celotna zgradba	34303	11434	158	37931	12644	174	1285	428	5.91	27
7	3.1.1-1	5	4	2.07	0.61	Fasada. parapet	16905	4226	47	17375	4344	48	598	150	1.65	29
						Okna	30357	7589	84	19577	4894	54	828	207	2.29	37
						Tla, strop, streha	14849	3712	41	11588	2897	32	509	127	1.41	32
						Celotna zgradba	62111	15528	172	48540	12135	134	1935	484	5.35	33
8	3.1.1-2	4	6	1.61	0.56	Fasada. parapet	21783	3631	48	22070	3678	48	993	166	2.18	22
						kna	24417	4070	54	22161	3694	49	1002	167	2,20	25
						Tla, strop, streha	11523	1921	25	19121	3187	42	863	144	1.89	14
						Celotna zgradba	57463	9577	126	63352	10559	139	2858	476	6.27	21

9	4.0.1-1	5	8	1.42	0.45	Fasada. parapet	34584	4323	35	36842	4605	37	1352	169	1.36	26
						Okna	37945	4743	38	37026	4628	37	1328	166	1.34	29
						Tla, strop, streha	15557	1945	16	19637	2455	20	721	90	0.73	22
						Celotna zgradba	88086	11011	89	93506	11688	94	3401	425	3,43	26
10	5.0.1-2	6	20	0.98	0.37	Fasada. parapet	63686	3184	38	48914	2446	29	2660	133	1,59	24
						Okna	100653	5033	60	60499	3025	36	3298	165	1.98	31
						Tla, strop, streha	27873	1394	17	25617	1281	15	540	27	0.32	53
						Celotna zgradba	192212	9611	115	135030	6752	81	6498	325	3.90	30
11	5.0.6-2	6	20	0.98	0.36	Fasada. parapet	67355	3368	35	42289	2114	22	2050	103	1.07	33
						Okna	47521	2376	25	64644	3232	34	3114	156	1.63	16
						Tla, strop, streha	54210	2711	28	72212	3611	38	3500	175	1.83	16
						Celotna zgradba	169086	8454	89	179145	8957	94	8664	433	4.54	20
12	6.1.2-2	4	12	1.55	0.53	Fasada. parapet	29999	2500	50	39930	3328	66	1480	123	2.44	21
						Okna	19432	1619	32	27455	2288	45	1139	95	1.88	18
						Tla, strop, streha	19378	1615	32	25578	2132	42	1233	103	2.03	19
						Celotna zgradba	68809	5734	114	92963	7747	153	3852	321	6.36	18
13	6.2.1-2	5	16	1.68	0.63	Fasada. parapet	58529	3658	68	56174	3511	66	2878	180	3.36	21
						Okna	47461	2966	55	35227	2202	41	1807	113	2.11	27
						Tla, strop, streha	25670	1604	30	26763	1673	31	1372	86	1.60	19
						Celotna zgradba	131660	8229	154	118164	7385	138	6057	379	7.08	22
14	6.1.1-2	5	20	1.23	0.45	Fasada. parapet	71127	3556	51	70748	3537	51	3124	156	2.23	23
						Okna	79549	3977	57	55763	2788	40	2358	118	1.68	34
						Tla, strop, streha	23364	1168	17	32378	1619	23	1404	70	1.00	17
						Celotna zgradba	174040	8702	124	158889	7944	113	6886	344	4.92	26
15	6.1.9-2	6	40	1.00	0.36	Fasada. parapet	92967	2324	37	121508	3038	48	5979	149	2.37	16
						Okna	79967	1999	32	92517	2313	37	4563	114	1.80	18
						Tla, strop, streha	68691	1717	27	62037	1551	25	3072	77	1.22	23
						Celotna zgradba	241625	6041	96	276062	6902	109	13614	340	5.39	18
16	7.1.1-2	6	15	1.12	0.38	Fasada. parapet	60314	4021	42	62358	4157	43	2951	197	2.04	21
						Okna	79967	5331	55	75241	5016	52	3562	237	2.46	23
						Tla, strop, streha	40248	2683	28	54854	3657	38	2615	174	1.81	16
						Celotna zgradba	180529	12035	125	192453	12830	133	9128	609	6.31	20
17	7.2.1-2	5	32	1.05	0.42	Fasada. parapet	64065	2002	30	69240	2164	32	2897	91	1.34	23
						Okna	139117	4347	64	78674	2459	36	3291	103	1.52	43
						Tla, strop, streha	30119	941	14	65923	2060	31	2756	86	1.28	11
						Celotna zgradba	233301	7291	108	213838	6682	99	8944	280	4.14	27
18	8.1.6-2	16	56	0.7	0.26	Fasada. parapet	180003	3214	37	95070	1698	19	4119	74	0.84	44
						Okna	283392	5061	58	204033	3643	41	9490	169	1.93	55
						Tla, strop, streha	48959	874	10	23260	415	5	1091	19	0.22	30
						Celotna zgradba	512354	9149	104	322363	5756	65	14700	263	2.98	35



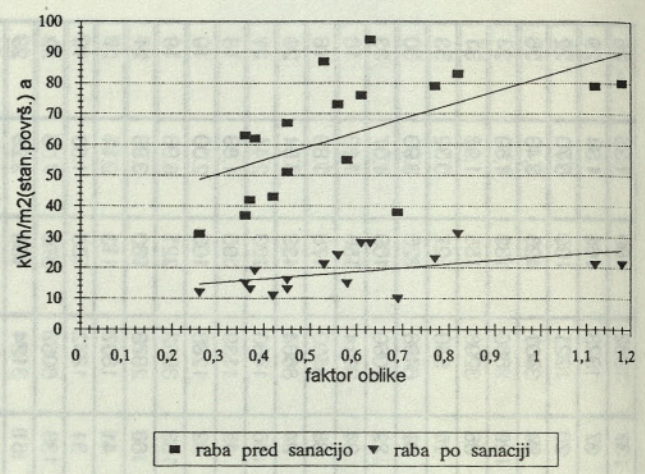
Slika 2. **Letna poraba energije zgradbe v odvisnosti od faktorja oblike**

3.3. Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji fasade in parapetov je prikazana v histrogramu na sl. 3. S sanacijo prihranimo približno 22 % energije.



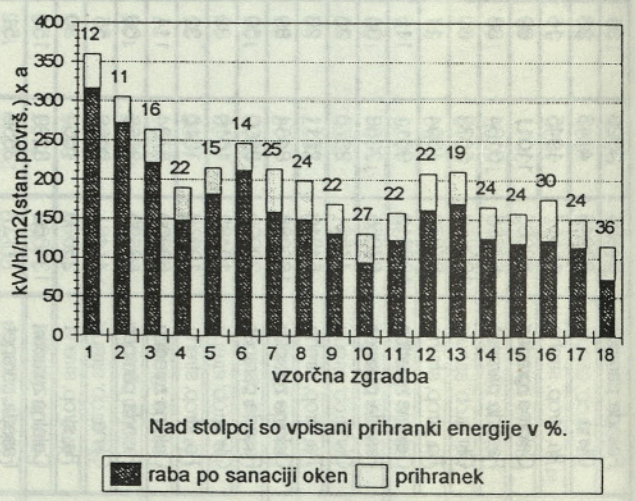
Slika 3. **Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji fasade in parapetov**

Premici v diagramu na sl. 4 prikazujeta letno porabo energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji fasade in parapetov v odvisnosti od faktorja oblike.



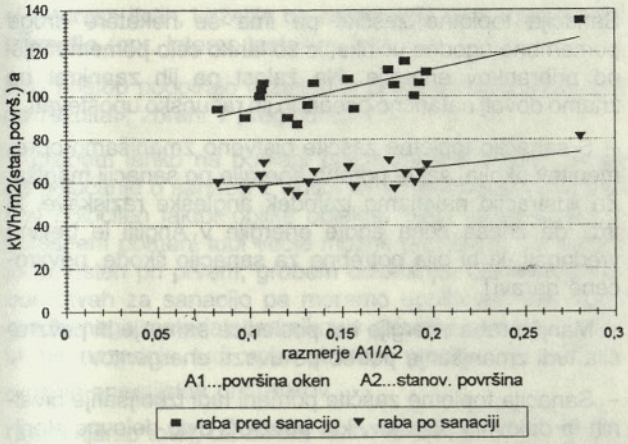
Slika 4. **Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji fasade in parapetov v odvisnosti od faktorja oblike**

3.4. Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji oken je prikazana v histogramu na sl. 5. S sanacijo oken se zmanjša raba energije za povprečno 22 %.



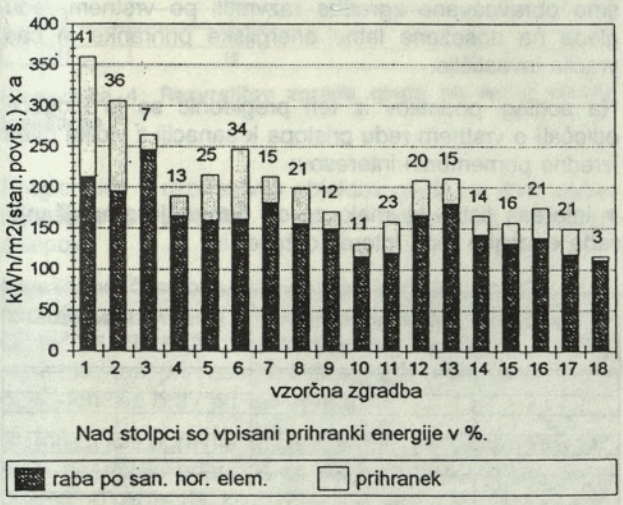
Slika 5. **Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji.**

Letna raba energije pred in po sanaciji oken v odvisnosti od razmerja med površino oken (A_1) in stanovanjsko površino (A_2) je razvidna iz premic v diagramu na sl. 6.



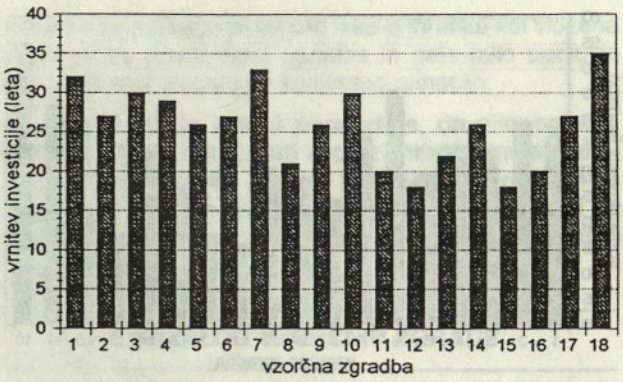
Slika 6. **Letna poraba energije oken v odvisnosti od razmerja A_1/A_2**

3.5. Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji horizontalnih elementov zgradbe (tla, strop, streha) je razvidna iz histograma na sl. 7. Povprečni prihranek energije, ki ga dosežemo s sanacijo, znaša 19 %. Raztros rezultatov je velik, zato ni mogoče z zadostno natančnostjo izdelati splošnega zaključka o odvisnosti med letno porabo energije in faktorjem oblike. Ugotavljamo pa, da energijski prihranki izrazito naraščajo s povečevanjem razmerja med tlorisno površine zgradbe in njeno ogrevano prostornino.



Slika 7. **Letna poraba energije zgradbe pred sanacijo in po sanaciji horizontalnih elementov**

3.6. Eden od najpomembnejših rezultatov je izračun dobe vrnitve investicije. Histogram na sl. 8 kaže, da se ta giblje pri obravnavanih vzorčnih zgradbah v intervalu med 18 in 35 let, pri čemer znaša povprečna vrednost 26 let.

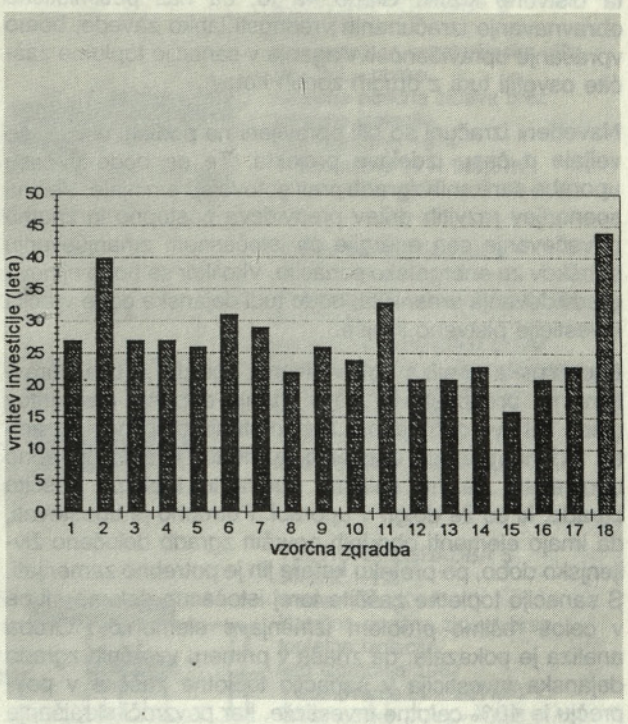


Slika 8. **Doba vrnitve investicije v sanacijo zgradbe.**

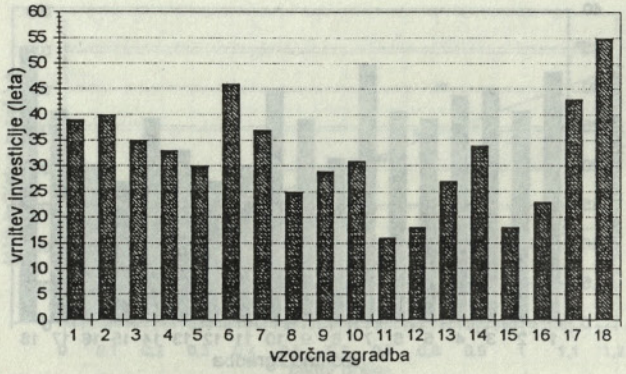
3.7. Histogrami na sl. 9, 10 in 11 kažejo dobe vrnitve investicije za primer sanacije posamezne skupine obodnih elementov zgradbe.

Iz histogramov je razvidno, da se investicija najhitreje povrne pri sanaciji horizontalnih elementov (povprečna vrednost je 23 let), najkasneje pa pri oknih (povprečna vrednost je 35 let).

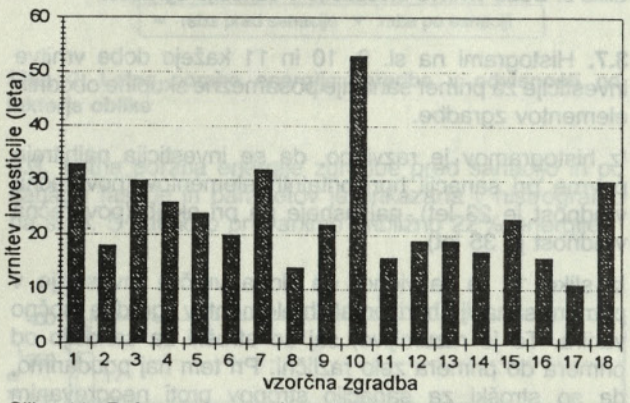
Iz slike 11 je razvidno, da doba vračila investicije v primeru sanacije horizontalnih elementov zgradbe močno variira. To je razumljivo, saj so stroški za sanacijo od primera do primera zelo različni. Pri tem naj poudarimo, da so stroški za sanacijo stropov proti neogrevanim podstrešjem in stropov nad neogrevanimi kletmi relativno majhni in je zato doba vrnitve investicije bistveno manjša od navedene povprečne vrednosti. Ceno namreč povečuje sanacija streh in tal proti terenu.



Slika 9. **Doba vrnitve investicije v sanacijo fasade in parapetov**



Slika 10. **Doba vrnitve investicije v sanacijo oken**



Slika 11. **Doba vrnitve investicije v sanacijo tal, stropa in strehe**

Rezultati izračuna časa za vračilo investicije so nas neprijetno presenetili, saj smo bili dolgo prepričani, da je ta bistveno krajši. Glede na to, da nas pesimistično obravnavanje izračunanih vrednosti lahko zavede, bomo vprašanje upravičenosti vlaganja v sanacijo toplotne zaščite osvetiti tudi z drugih zornih kotov.

Navedeni izračuni so bili opravljeni na podlagi cen, ki so veljale v času izdelave projekta. Te se bodo v času uporabe saniranih zgradb prav gotovo spreminjale. Večina scenarijev razvitih držav predvideva postopno in znatno povečevanje cen energije ob istočasnem zmanjševanju stroškov za energetsko sanacijo. Vkolikor se bodo njihova predvidevanja uresničila, bodo tudi dejanske dobe vračila investicije bistveno krajše.

Ekonomska analiza obravnavanih zgradb je bila opravljena pri predpostavki, da je stanje obodnih elementov glede njihove dotrajanosti enako stanju ob njihovi zgraditvi. Pri interpretaciji dobljenih rezultatov je zato potrebno upoštevati, da na splošno saniramo toplotno zaščito zgradb, ki so že dolgo v uporabi. Potrebno je upoštevati, da imajo elementi obodnih površin zgradb določeno življenjsko dobo, po preteku katere jih je potrebno zamenjati. S sanacijo toplotne zaščite torej istočasno deloma ali pa v celoti rešimo problem izmenjave elementov. Groba analiza je pokazala, da znaša v primeru vzorčnih zgradb dejanska investicija v sanacijo toplotne zaščite v povprečju le 40 % celotne investicije, kar povzroči skrajšanje dobe vrnitve investicije iz 26 na 10 let.

Sanacija toplotne zaščite pa ima še nekatere druge pomembne ugodne učinke, ki so lahko celo pomembnejši od prihrankov energije. Na žalost pa jih zaenkrat ne znamo dovolj natančno oceniti in jih računsko upoštevati.

– S sanacijo toplotne zaščite bistveno zmanjšamo obremenitev okolja, saj je poraba energije po sanaciji manjša. Za ilustracijo navajamo izsledek angleške raziskave, ki trdi, da znaša cena enote energije v Angliji le tretjino vrednosti, ki bi bila potrebna za sanacijo škode, povzročene naravi!

– Manjša raba energije kot posledica sanacije bi povzročila tudi zmanjšanje potreb po uvozu energentov.

– Sanacija toplotne zaščite pomeni tudi izboljšanje bivalnih in delovnih pogojev, kar povzroči dvig delovne storilnosti ter zmanjšanje stroškov za zdravljenje.

– Pomemben je tudi vpliv sanacije na življenjsko dobo zgradb in njihov estetski videz.

– In končno povzroči sanacija oživitev in razširitev dejavnosti celotne industrije toplotnoizolacijskih ter drugih materialov, ki so potrebni za realizacijo sanacije in aktiviranje izvajalskih potencialov.

Ob upoštevanju vseh teh vplivov bi se doba vrnitev investicije v sanacijo toplotne zaščite dodatno bistveno skrajšala.

4.0. SKLEP

Na koncu podajamo dve preglednici (3 in 4), v katerih smo obravnavane zgradbe razvrstili po vrstnem redu glede na dosežene letne energijske prihranke in čas vračila investicije.

Na podlagi podatkov iz teh preglednic se je mogoče odločati o vrstnem redu pristopa k sanaciji z vidika dveh izredno pomembnih interesov:

• interesa tistih, ki imajo za cilj **čimvečje zmanjšanje rabe energije** (npr. interes države) in

RANG	VZORČNA ZGRADBA	PRIHRANEK ENERGIJE kWh/m^2(stan. površ.)·a
1	1	247
2	2	196
3	6	174
4	12	153
5	8	139
6	13	138
7	7	134
8	16	133
9	3	119
10	5	116
11	14	113
12	15	109
13	4	105
14	17	99
15	9	94
16	11	94
17	10	81
18	18	65

Preglednica 3: **Razvrstitev zgradb glede na dosežene energijske prihranke**

• interesa tistih, ki želijo **na najcenejši način prihraniti energijo** (npr. interes lastnikov hiš).

Prvi pristop podpirajo rezultati iz preglednice 3, drugega pa rezultati, zbrani v preglednici 4.

V grobem lahko na podlagi preglednice 3 trdimo, da je za odločanje o sanaciji z vidika letnih energijskih prihrankov odločilen faktor oblike objekta. Večji faktor oblike v splošnem pomeni tudi večje možne prihranke. Ta kriterij je umesten pri prvem, grobem odločanju. Ob konkretnih odločitvah za sanacijo pa moramo upoštevati tudi vpliv gradbenega materiala, zamikov v gabaritu, gradnjo v nizu in ne nazadnje tudi vpliv obdobja gradnje na velikost možnih energijskih prihrankov.

Ugotavljamo torej, da zaradi raznolikosti zgradb in specifičnosti posamezne izmed njih ne moremo postaviti natančne, vedno veljavne »metode« za odločanje o sanaciji z vidika velikosti energijskih prihrankov, temveč lahko govorimo le o splošnih, načelnih usmeritvah.

RANG	VZORČNA ZGRADBA	DOBA VRNITVE INVESTICIJE (leta)
1	12 15	18
2	11 16	20
3	8	21
4	13	22
5	5 9 14	26
6	2 6 17	27
7	4	29
8	3 10	30
9	1	32
10	7	33
11	18	35

Preglednica 4: **Razvrstitev zgradb glede na način vračila investicije**

Preglednica z razvrstitvijo objektov glede na čas vračila investicije (preglednica 4) pa nas pripelje do naslednjih sklepov:

Najekonomičnejšo sanacijo predstavljajo zgradbe iz 6. tipološke skupine, to so prosto stoječi stanovanjski bloki. Očitno je razmerje med doseženim energijskim prihrankom, torej tudi prihrankom v denarju, in vloženimi sredstvi najugodnejše prav pri teh zgradbah.

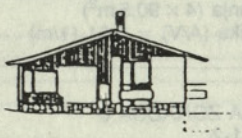
Stolpnica je v obravnavani preglednici na zadnjem mestu: njeni energijski prihranki so namreč tako majhni, da je omenjeno razmerje, kljub relativno nizkim stroškom sanacije, izrazito neugodno.

Ob upoštevanju kriterija dobe vračila investicije torej ni najpomembneje, da je sanacija čim cenejša, temveč, da je razmerje med prihrankom in vložkom najugodnejše. Vse obravnavane prosto stoječe enodružinske hiše so tako navkljub velikim možnim prihrankom šele v drugi polovici preglednice 4, saj je njihova sanacija draga.

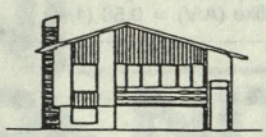
Ponovno lahko ugotovimo, da gre le za usmeritev in ne za enolični zaključek. Vedno moramo namreč ob konkretni odločitvi za sanacijo pretehtati tako prihranke kot vložena sredstva za posamezno zgradbo in šele tako ugotoviti ekonomičnost vlaganja v konkretno sanacijo.

Na koncu naj še enkrat poudarimo, da ekonomskih učinkov ne gre ocenjevati zgolj z energetskega stališča, marveč celovito. Pri taki presoji ne more biti več dvoma, da je tako za lastnika zgradbe kakor tudi za državo vlaganje v sanacijo toplotne zaščite obstoječih zgradb umestno.

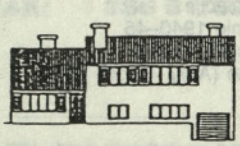
KATALOG VZORČNIH ZGRADB



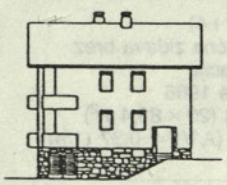
VZORČNA ZGRADBA 1
šifra: 1.1.1-3
prostostoječa enodružinska hiša (K+P)
enostavne kompaktne oblike
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1966
1 stanovanje (1 × 113,2 m²)
faktor oblike (A/V) = 1.12 (1/m)



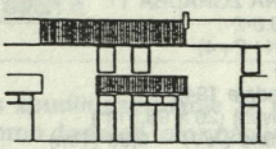
VZORČNA ZGRADBA 2
šifra: 1.1.3-4
prostostoječa enodružinska hiša (K+P)
enostavne kompaktne oblike
klasična opečna zidava z dodatnim slojem toplotne izolacije
leto izgradnje 1975
1 stanovanje (1 × 181 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,82 (1/m)



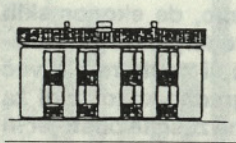
VZORČNA ZGRADBA 3
šifra: 1.3.1-4
prostostoječa enodružinska hiša (P+!)»L« oblike
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1974
1 stanovanje (1 × 149,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 1,18 (1/m)



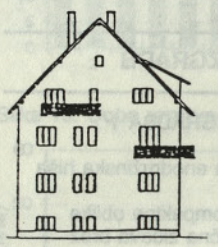
VZORČNA ZGRADBA 4
šifra: 1.1.2-3
prostostoječa enodružinska hiša (K+P+1)
enostavne kompaktne oblike
klasična zidava z elektrofiltrskim zidakom brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1967
2 stanovanji (2 × 190 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,58 (1/m)



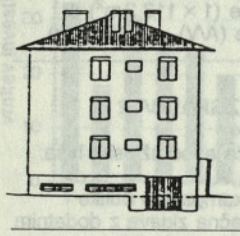
VZORČNA ZGRADBA 5
šifra: 2.1.1-3
vrstna hiša (K+P+1)
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1967
1 stanovanje (1 × 141 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,68 (1/m)



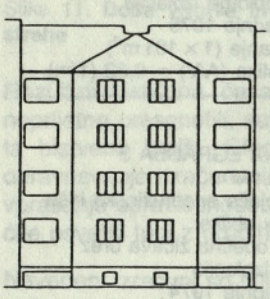
VZORČNA ZGRADBA 6
šifra: 3.1.1-2
prostostoječi večstanovanjski objekt – trojček (P+1)
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1960
3 stanovanje (3 × 72,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,77 (1/m)



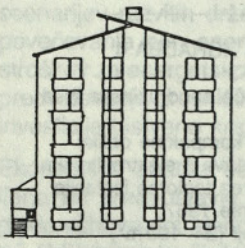
VZORČNA ZGRADBA 7
šifra: 3.1.1-1
prostostoječi večstanovanjski objekt – četvorček (K+P+2+M)
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1942
4 stanovanja (4 × 90,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,61 (1/m)



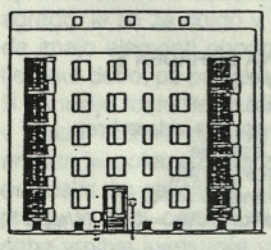
VZORČNA ZGRADBA 8
šifra: 3.1.1-2
prostostoječi večstanovanjski objekt – šestorček (K+P+2)
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1959
6 stanovanj (6 × 76 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,56 (1/m)



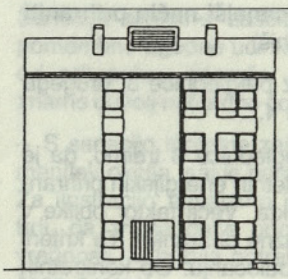
VZORČNA ZGRADBA 9
šifra: 4.0.1-1
vrstni blok (K+P+2+M)
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1940–45
8 stanovanj (8 × 124 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,45 (1/m)



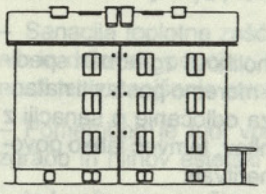
VZORČNA ZGRADBA 10
šifra: 5.0.1-2
stolpič (K+P+4)
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1965
20 stanovanj (20 × 83,4 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,37 (1/m)



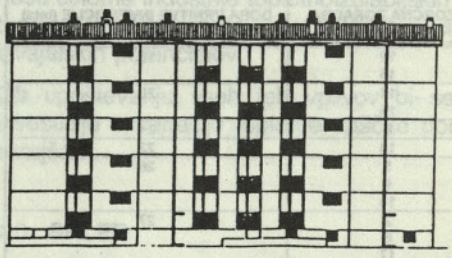
VZORČNA ZGRADBA 11
šifra: 5.0.6-2
stolpič (K+P+4)
liti beton
leto izgradnje 1945
20 stanovanj (20 × 95,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,36 (1/m)



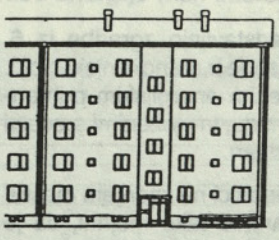
VZORČNA ZGRADBA 12
šifra: 6.1.2-2
prostostoječi stanovanjski blok (K+P+2)
enostavne prizmatične oblike
klasična zidava iz neopečnih zidakov
leto izgradnje 1961
12 stanovanj (12 × 50,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,53 (1/m)



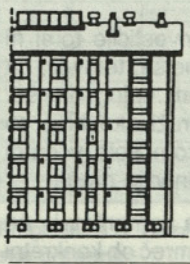
VZORČNA ZGRADBA 13
šifra: 6.2.1-2
prostostoječi stanovanjski blok (K+P+3) z zamiki v horizontalnem gabaritu
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1957
16 stanovanj (16 × 53,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,63 (1/m)



VZORČNA ZGRADBA 14
šifra: 6.1.1-2
prostostoječi stanovanjski blok (K+P+3)
enostavne prizmatične oblike
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1961
20 stanovanj (20 × 70 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,45 (1/m)

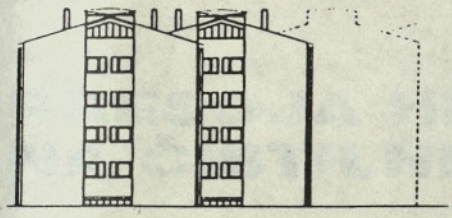


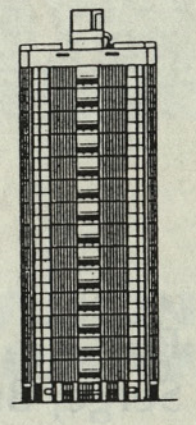
VZORČNA ZGRADBA 15
šifra: 6.1.9-2
prostostoječi stanovanjski blok (K+P+4)
enostavne prizmatične oblike
kombinirani sistem gradnje
leto izgradnje 1965
40 stanovanj (40 × 63,2 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,36 (1/m)



VZORČNA ZGRADBA 16
šifra: 7.1.1-2
stanovanjski blok v nizu (K+P+4)
enostavne prizmatične oblike
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izgradnje 1962
15 stanovanj (15 × 96,5 m²)
faktor oblike (A/V) = 0,38 (1/m)

VZORČNA ZGRADBA 17
šifra: 7.2.1-2
stanovanjski blok (K+P+3) z zamiki v horizontalnem gabaritu
klasična opečna zidava brez toplotne izolacije
leto izradnje 1957
32 stanovanj ($32 \times 67{,}5\,m^2$)
faktor oblike (A/V) = 0,42 (1/m)





VZORČNA ZGRADBA 18
šifra: 8.1.6-2
stolpnica (K+P+14) enostavne kompaktne oblike
liti beton
leto izgradnje 1958
56 stanovanj ($56 \times 88\,m^2$)
faktor oblike (A/V) = 0,26 (1/m)

NOVI GRANITI

KAMNIK d.o.o.
TEL.: + 386 61/825-666, 825-688, FAX: + 386 61/825-600

RAZREZ IN OBDELAVA GRANITA IN MARMORJA
PROIZVODNJA IN MONTAŽA:
- fasadnih oblog,
- tlakov,
- okenskih polic,
- stopnic,
- robnikov,
- pultov in miz,
- stebrov, kaminov in pod.

DOLGOLETNE IZKUŠNJE
KVALITETNA IZDELAVA
VELIKA IZBIRA KAMNOV IZ VSEH KRAJEV SVETA
KONKURENČNE CENE

V kolikor so zgoraj navedeni podatki pri Vas zbudili zanimanje za našo proizvodnjo Vas vljudno prosimo, da nas pokličete. Posredovali Vam bomo dodatne informacije, ki jih potrebujete. Prepričajte se o naših izkušnjah, o naši kvaliteti, o našem delu...

Prof. Sergej Bubnov osemdesetletnik

Slovenski gradbeniki se z velikim veseljem in zadovoljstvom priključujemo čestitkam ob 80-letnici življenja prof. Sergeja Bubnova, diplomiranega gradb. inženirja, enega začetnikov potresnega inženirstva pri nas in mednarodno visoko uveljavljenega strokovnjaka na tem še vedno ne povsem raziskanem področju znanosti. Malo je slovenskih gradbenih strokovnjakov, ki so se tako odmevno uveljavili tudi izven slovenskih meja.

Rojen 21. novembra 1914 v Petrogradu, v daljni Rusiji se je leta 1920 s starši preselil v Dubrovnik, kjer je njegov oče dobil mesto profesorja na takratni pomorski akademiji. Realko je leta 1933 končal v Sarajevu in leta 1939 diplomiral iz gradbeništva v Beogradu. Življenjska pot ga je vodila skoraj po vsem svetu, postal je državljan sveta z domom v Sloveniji. Kot pravi, se tu počuti najlepše, pa ne samo zato, ker je Sloveniji vtisnil najmočnejši pečat svoje strokovne ustvarjalnosti in dejavnosti.

Naj navedem samo še nekaj podatkov iz jubilantovega bogatega življenja – po drugi svetovni vojni je delal na železniški direkciji v Ljubljani pri obnovi prog in mostov, nato kot projektant-statik, leta 1964 je postal direktor poslovnega združenja GIPOSS, leta 1978 pa je bil habilitiran za rednega univerzitetnega profesorja za seizmično gradbeništvo na FAGG Univerze v Ljubljani. Poleg vseh svojih dejavnosti je celih 25 let urednikoval edini slovenski gradbeniški strokovni reviji GRADBENI VESTNIK, reviji, ki je dosegla visok strokovni nivo prav po zaslugi prof. Bubnova.

Najtrdneje pa se je prof. Bubnov uveljavil v potresnem inženirstvu. Lahko rečemo, da je eden prvih ustanoviteljev te veje znanosti pri nas, avtor prvih predlogov za tehnične predpise s področja seizmične varnosti konstrukcij še pred potresom v Skopju leta 1965. Kot strokovnjak za potresno inženirstvo je sodeloval pri obnovi Posočja po potresu, prav tako v specializirani organizaciji ZN pri izdelavi prvih mednarodnih smernic za preprečevanje nesreč ob potresih. Bil je tudi generalni sekretar in predsednik evropskega združenja za seizmično gradbeništvo, dopisni član nemške akademije za urbanizem in še bi lahko naštevali. Z odlokom vlade Republike Slovenije je bil leta 1992 imenovan za predsednika mednarodne komisije za neodvisno oceno varnosti jedrske elektrarne Krško.

Med številnimi priznanji, ki jih je za svoje strokovno delo prejel, naj omenim samo diplomo, ki jo je avgusta letos dobil na Dunaju na kongresu evropskega združenja za potresno inženirstvo EAEE za njegov dolgoletni prispevek razvoju te stroke in za pospeševanje sodelovanja med evropskimi znanstveniki.

Danes je potresno inženirstvo v Sloveniji, tudi po zaslugi prof. Bubnova na zavidljivo visoki strokovni ravni. Strokovnjaki z instituta IKPIR na fakulteti za gradbeništvo v Ljubljani in na zavodu ZRMK so to stroko močno uveljavili preko meja Slovenije.

Prof. Sergeju Bubnovu želimo ob tem jubileju še veliko zdravja in strokovne ter ustvarjalne aktivnosti.

GORAZD HUMAR
predsednik ZDGITS

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ARHITEKTURO, GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO
61001 Ljubljana, Jamova 2, p. p. 579

GV XXXXIII • 11-12 POROČILA 36

PRESOJA HIDRAVLIČNIH RAZMER NA ČISTILNIH NAPRAVAH

UDK 626:628.5

B. KONČAR, F. STEINMAN

P O V Z E T E K

Presoja hidravličnih razmer pri toku odpadne vode (in blata) skozi objekte čistilne naprave (ČN) odpadnih voda, oziroma poteka nivojev gladin, je odločilna za določanje pravilnih višinskih leg posameznih objektov. Vedno pogostejša so programska orodja, ki nam takšno delo v večji ali manjši meri olajšajo.

Program HYBEKA, ki smo ga kupili na hidrotehnični smeri FAGG in je opisan v članku, se je izkazal kot uporabno orodje za načrtovanje in preverjanje posameznih sklopov ČN in celotnih naprav. Program omogoča izračun distribucije pretokov po napravi, poteka gladin, potek tlačnih in energijskih izgub, tako pri dimenzioniranju novih kot tudi v primeru sanacij oziroma razširitev obstoječih ČN.

Takšen način dela prinaša vrsto prednosti predvsem za dimenzioniranje večjih in razvejanih naprav. Vnašanje vhodnih podatkov je enostavno, sprotno spreminjanje posameznih parametrov pa omogoča analizo dogajanja in preverjanja vpliva predvidenih sprememb na končni razultat.

THE JUDGMENT OF HYDRAULIC CIRCUMSTANCES ON WASTE WATER TREATMENT PLANT

S U M M A R Y

Fluid flow acquaintance through the objects of waste water treatment plant is important in the process of individual object levelling and at general designing. Some programming tools already known are more or less useful to make such work easier.

With the HYBEKA software a very comfort tool was given for designing and testing of the hydraulic models. Models like this are used to calculate discharge distribution through flow legs, surface, pressure and energy level, at larger and flow-divided plants above all.

Input data entering is very simplified, further procedures enable individual parameter changing and checking of its influence on the final result.

Avtorja:
mag. B. Končar, dipl. inž. gradb.,
Hidroinženiring, Slovenčeva 95, Ljubljana
doc. dr. F. Steinman, dipl. inž. gradb.,
FAGG, Hidrotehnični odsek, Hajdrihova 28, Ljubljana

1.0. UVOD

V prispevku obravnavamo hidravlično dimenzioniranje pri čiščenju odpadnih vod na čistilnih napravah (ČN). V procesu čiščenja se ta voda pretaka čez (oziroma skozi)

razne hidravlične objekte. Na vsakem od teh se izgubi določena količina začetne potencialne energije. Da bi lahko ugotovili izgubo višine (energije) na posameznih objektih, je bilo tako na laboratorijskih modelih, kot tudi na že zgrajenih objektih (tj. v merilu 1 : 1), izvršeno veliko število praktičnih poizkusov. Iz analitičnih izpeljav za izbrani kontrolni volumen namreč ni težko pokazati osnovne značilnosti toka, težave nastanejo le pri ugotavljanju energijskih izgub med robnima profiloma posameznega objekta ČN oziroma kontrolnega elementa.

Poznavanje energijskih izgub zaradi toka tekočine skozi objekte v sklopu ČN je pomembno za določanje pravilne višinske lege posameznih objektov. Potrebno je namreč preprečiti nepredvidene poti odpadne vode oziroma pojav nepredvidenih zajezb gladine. Prav tako se s poznavanjem vzdolžnega poteka vodne linije (ali linije blata) lahko določajo optimalni hidravlični parametri objektov, kar v končni fazi pripelje do manjših obratovalnih stroškov naprave. Z manjšanjem skupne vsote hidravličnih izgub se namreč manjšajo tudi črpalne višine posameznih črpalk (kar je običajna rešitev za vtok na ČN), kar pomeni manjše instalirane moči strojne opreme ter s tem povezano manjšo porabo energije.

2.0. SEDANJE STANJE NA PODROČJU HIDRAVLIČNEGA MODELIRANJA

Za modeliranje posameznih elementov hidravličnih sistemov (cevi, prelivi, idr.) je na voljo kar precej programske opreme, večinoma pa so ti programi izdelani za račun toka v industrijskih objektih (FLOWMASTER, SIMPIP idr.). Na področju matematično hidravličnega modeliranja čistilnih naprav pa ponudba ni tako velika. Za take primere je načelno možno uporabiti že omenjene modele, prirejene za industrijo, vendar z veliko dodatno vloženega dela.

Na tem področju so dejavni predvsem v Nemčiji, kjer so že razvili nekaj hidravličnih modelov, namenjenih tako preverjanju že zgrajenih naprav kot tudi projektiranju čistilnih naprav. Doslej smo pregledali že nekatere testne verzije, ki se med seboj razlikujejo po obliki vhodnih podatkov (npr. povezava posameznih objektov), uporabljenih metodah računa in po obliki prikaza rezultatov.

Po pravilu imajo takšni programi rezultat v obliki ASCII tabele, izrisa na ekran in pretvorbo grafike v ACAD-ov format prek *.DXF datotek (npr. HYDKA, HYBEKA). [1]

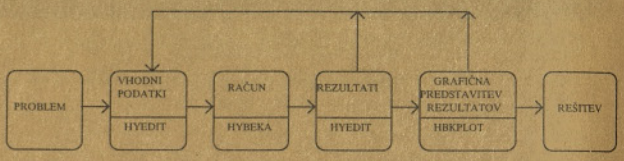
V slovenskem prostoru uporabe teh modelov še nismo zasledili. Na podlagi preverjanja testnih verzij je bil kupljen v Laboratoriju za Mehaniko Tekočin na FAGG v Ljubljani program HYBEKA (HYdraulische BErechnung von Klär-Anlagen).

3.0. PROGRAMSKI PAKET HYBEKA

S tem programom je omogočeno udobno delo za načrtovanje ter preverjanje razmer in ukrepanje ob sanacijah oziroma razširitvah na že zgrajenih ČN. [2] [3]

Program je izdelala skupina hidrotehnikov in računalniških programerjev, tako da je izdelek uporabniško prijazen in ne samo vsebinsko korekten.

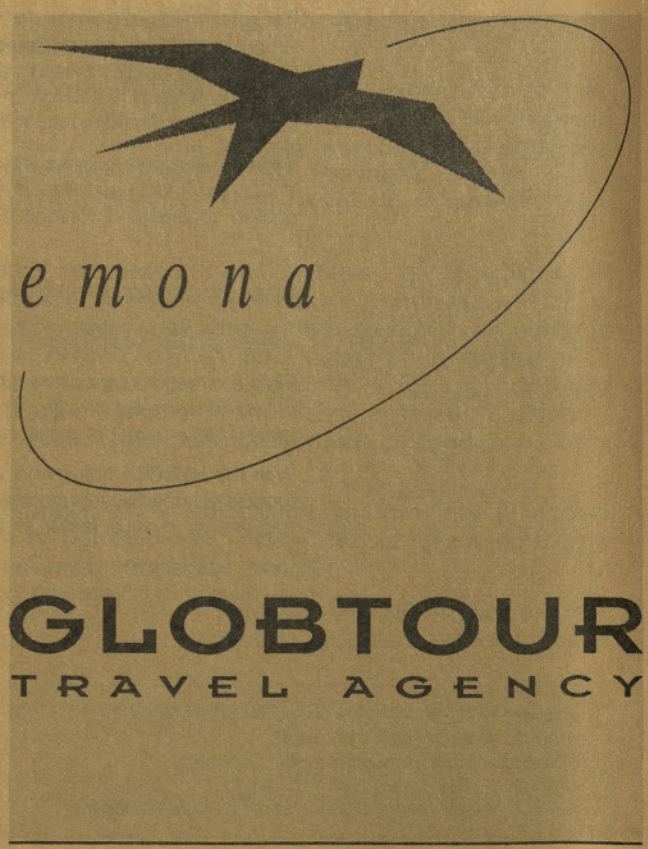
Programska oprema je razdeljena na več podsklopov: urejevalniki datotek podatkov in rezultatov, računski in grafični moduli (slika 1).



Slika 1: **Shematični prikaz poteka dela s programom HYBEKA**

Vključeni so ASCII urejevalniki tekstov, prirejeni za vsako vrsto datoteke posebej, zato pri vnosu podatkov ne dopuščajo vpisov na napačno mesto. Na ta način vnesemo podatke o geometriji (*.GEO), hidravličnih povezavah (t. i. sistemski logiki – *.SYS) posameznih elementov, koeficientih hidravličnih izgub ipd. (datoteka izgub – *.HVE) in konfiguraciji sistema nasploh (*.ALL). Te štiri datoteke tudi zadostujejo za celoten opis hidravličnega sistema (t. i. vhodni podatki).

Računski del je razdeljen po posameznih hidravličnih elementih. V datoteki vhodnih podatkov se navede vrsta (tip) izbranega elementa, da bi ga program korektno spoznal in računal po podprogramu, ki pripada hidravličnim razmeram na izbranemu elementu. Elementi se med



seboj sestavljajo po vnaprej podanem zaporedju (podano v *.SYS), tako kot zahteva tehnološka shema. V postopku iteracije se izračunane vrednosti na posameznem elementu uporabijo kot robni pogoj sosednjega (povezanega) elementa.

Na sliki 2 je prikazan izračunan potek posameznih linij tokov (npr. v vzporedne bazene), ki se v nekem elementu razcepijo, nato pa spet združujejo. Rezultati se izpisujejo v datoteke tipa *.ERG in *.QVE.

Naknadno spreminjanje vhodnih parametrov pri preverjanju variant je z že omenjenimi urejevalniki tekstov zelo enostavno. Možen je hiter pregled tekstualnega dela rezultatov, da bi ocenili posledice povzročenih sprememb (*.ERG), saj so izpisane tudi opombe o vrsti toka (deroči, mirni), prelivanju čez krone konstrukcij, potopljenosti prelivnih robov, itd. V primeru, da izračunane vrednosti presežejo neke (smiselne) vnaprej predpisane vrednosti, se izpiše opozorilo z vsemi potrebnimi podatki v datoteko WARNUNG.PKL, na podlagi katere nato ustrezno popravljamo vhodne parametre.

Grafična predstavitev rezultatov je podana tako, da dobimo potek črt gladine, tlaka in energije po izbrani tokovni veji oziroma čez celotno ČN. Omogočeno je nastavljanje vertikalnega in horizontalnega merila slike. V postopku grafične obdelave paket ustvari še dodatne interne datoteke, ki jih potrebuje za zapis in shranjevanje parametrov (*.INI, *.TXT). Ker ima vsak element svoj tekstualni opis (npr. bazen za bistrenje, zbirna kineta, ipd.), je omogočeno spreminjanje tega besedila kar v sami podatkovni datoteki.

V primeru razvejenega sistema imamo možnost, da izberemo izris za želeno tokovno vejo kar v samem grafičnem programu. V elementu, kjer se tok deli, moramo le preusmeriti izris v želeno smer.

Izris grafike je možen na dva načina:

- neposredno na tiskalnik (jezik HPGL)
- v *.DXF datoteko za prenos v ACAD.

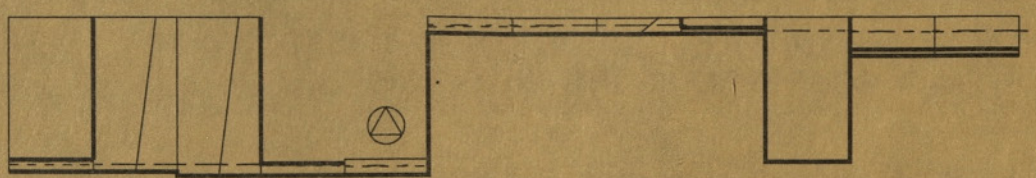
Ker se glede na podano merilo risbe in izbran format izrisa (po DIN: A1, A2, A3 in A4) na posamezen list lahko izriše le omejeno število elementov, je seveda priporočljivo izbrati čim večji format lista oziroma oba parametra merila ustrezno preračunati.

Če je izbran *.DXF format, so v nadaljevaju za oblikovanje končnega videza rezultata dostopne vse operacije v programu ACAD.

4.0. PRIMER HIDRAVLIČNEGA IZRAČUNA

S programskim paketom HYBEKA smo doslej že izračunali nekaj čistilnih naprav. Tako smo za obstoječo ČN Domžale že umerjali model in preverjali obstoječe (vgrajene) hidravlične parametre oziroma elemente. Kadar pa se program uporablja za načrtovanje novih oziroma sanacijo obstoječih ČN, se parametri hidravličnih izgub predpostavijo oziroma določijo glede na v preteklosti preizkušene oziroma ugotovljene vrednosti.

Na sliki 2 je prikazan izračunani potek posameznih linij za primer sanacije ČN Ig (gladina, tlak, energija), izrisan s programskim paketom ACAD, na kateri so razvidni tudi posamezni elementi hidravličnega sistema. [3]



278.00 [mÜNN]

Opis elementa		Dotok	Grobe grablje	Fine grablje	Odprtina k crpalkam	Polzne crpalke	Kineta do razbr.	Razbremenilnik	Tablasta zapornica	Dusilka	Peskolov	Dotok v OX	Razdelilnik do OX	
Dolzina	[m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.55	2.50	1.50	0.00	
Pretok	[m3/s]	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.005
		0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.005	0.005
Kota stropa	[m.n.m.]		291.50	291.50	287.86	287.96	291.50	291.45	291.45		291.47			
			291.50	291.50	287.86	287.96	291.45	291.45	291.45		291.47			
Energijska crta	[m.n.m.]	287.92	287.85	287.85	287.84	287.80	291.29	291.27	291.27	291.27	291.12	291.12		
		287.92	287.85	287.85	287.84	287.80	291.27	291.27	291.27	291.18	291.12	291.11	291.11	291.11
Tlacna crta	[m.n.m.]	287.84	287.84	287.84	287.84	287.84	291.24	291.25	291.27	291.25	291.12	291.09	291.11	
		287.84	287.84	287.84	287.84	287.80	291.25	291.27	291.27	291.14	291.12	291.10	291.11	291.10
Dno	[m.n.m.]	287.66	287.66	287.66	287.56	287.56	291.10	291.05	291.05	291.05	287.87	290.50	290.50	290.50
		287.66	287.66	287.66	287.56	287.56	291.05	291.05	291.05	291.05	287.87	290.50	290.50	290.50

Slika 2: **Vzdolžni prerez skozi čistilni blok ČN Ig.**

5.0. SKLEPI

S prikazanim modelom in podobnimi pristopi (v drugih programskih paketih) nasploh je delo pri optimizaciji sistemov zelo poenostavljeno. Ko je začetni trud za opis sistema za nami, se nam odpre široko področje dela za preverjanje raznih variant in predpostavk v smislu: kaj se zgodi, če spremenimo določen vhodni podatek (dimenzijo objekta, drugačno konstrukcijo, ipd.)?

Zaradi uporabe ustrezne programske opreme ni več napornega ročnega preračunavanja izgub, kar se pozna predvsem pri dimenzioniranju večjih sistemov. Tu prihranimo kar precej časa, ki ga lahko namenimo za konstruktivnejše delo, predvsem za preverjanje različnih variant, konfiguracij in optimizacije delovanja ČN.

Pri nadaljnjem delu bomo pozornost posvetili predvsem analizi uporabljenih, vgrajenih oziroma priporočenih hidravličnih parametrov (koeficienti izgub ipd.). Glede na razpoložljive podatke v literaturi oziroma izvedene meritve na obstoječih ČN bo potrebno oceniti, v kakšnem velikostnem redu se spreminjajo in kakšne so njihove običajne vrednosti v naših razmerah.

LITERATURA

[1] Končar B., *Hidravlično modeliranje čistilnih naprav*, Zbornik 7. seminarja »Računalnik v gradbenem inženirstvu«, str. 288–295, FAGG IKPIR, Ljubljana 1994.

[2] BGS, *HYBEKA*, Dokumentation des EDV Programmsystems, Brandt-Gerdes-Sitzmann GmbH, Darmstadt 1993.

[3] Hidroinženiring, Projekt sanacije ČN Ig, št. projekta 601390/2, investitor J. P. Vodovod-Kanalizacija, Ljubljana 1994.

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA ZAŠČITO VODA

SLOVENIAN WATER POLLUTION CONTROL ASSOCIATION
SLOWENISCHE VEREINIGUNG FÜR GEWÄSSERSCHUTZ

Kemijski inštitut, Hajdrihova 19, p.p. 30, 61115 Ljubljana

Spoštovani!

Vljudno vas vabimo, da se včlanite v Slovensko društvo za zaščito voda, SDZV (prej: Društvo za zaščito voda Slovenije, DZVS). Društvo je bilo ustanovljeno v letu 1991 in je neprofitna organizacija, ki deluje preko sekcij, kot npr.: sekcije za komunalno ekologijo, sekcije za industrijsko ekologijo in sekcija za pitne vode.

Prosimo, da na položnico vpišete naslednje podatke:

Vplačal je (ime in naslov vplačnika): _____
Prejemnik: **Slovensko društvo za zaščito voda,** Kem. inštitut, p.p. 30, Hajdrihova 19, 61115 Ljubljana
Številka računa: 50100-620-133
Sklic na št.: 05 10451-13-500542

Ob plačilu članarine pošljite na sedež društva kopijo položnice in pristopno izjavo, da vas bomo lahko uvrstili med naše člane.

Plačano po 15. 1. 95 (v tolarski protivrednosti po srednjem tečaju BS)

– za študente in upokojence	20 DEM
– osebna članarina	60 DEM
– članarina, ki jo plačajo podjetja za svoje člane	110 DEM
– članarina za podjetja	1000 DEM

UNIVERZA V MARIBORU • TEHNIŠKA FAKULTETA • GRADBENIŠTVO

62000 Maribor, Smetanova 17, tel.: 062 25-461, 221-112, telefax: 062 225-013

NOVOSTI 9

GV XXXXIII • 11-12 STR.: 18-23 NOVEMBER-DECEMBER 1994

RAČUN ETAŽNIH SPEKTROV ZA JEDRSKI OTOK NE KRŠKO

UDK 624.048:699.841

ANDREJ ŠTRUKELJ, ANDREJ UMEK

P O V Z E T E K

Prispevek je sestavljen iz dveh delov. Prvi podaja poenostavljeno razlago določevanja, pomena in uporabe spektrov odziva in etažnih spektrov pri dinamični analizi gradbenih konstrukcij. Drugi del pa prikazuje določitev etažnih spektrov jedrskega otoka NE Krško.

CALCULATION OF THE FLOOR RESPONSE SPECTRA FOR THE NUCLEAR ISLAND OF THE NPP KRŠKO

S U M M A R Y

The paper is divided into two parts. In the first part the simplified explanation of the evaluation, the meaning and the use of the response spectra and the floor response spectra in dynamic analysis of structures is presented. In the second part of the paper the evaluation of the floor response spectra of the nuclear island of the Nuclear Power Plant Krško is given.

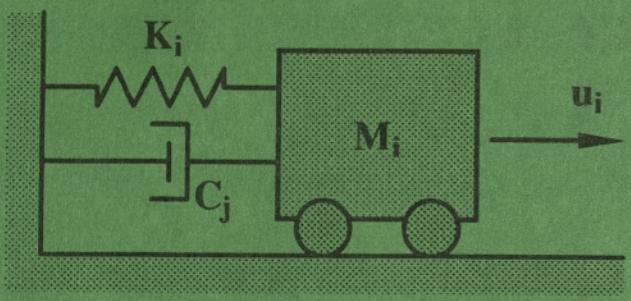
1. UVOD

V zadnjem času se je v javnosti pojavilo precej dvomov o seizmični varnosti jedrske elektrarne v Krškem, kar je bil eden od vzrokov, da je Republiška upava za jedrsko varnost razpisala raziskovalno nalogo, v kateri bi na poenostavljenem seizmičnem modelu jedrskega otoka določili etažne spektre pospeškov in jih primerjali z etažnimi spektri iz ameriških računov. Pokazalo se je, da se rezultati dokaj dobro ujemajo.

Avtorja:
mgr. Andrej Štrukelj, dipl. inž. gradb., asistent na TF Univerze v Mariboru – Gradbeništvo
dr. Andrej Umek, dipl. inž. gradb., prof. na TF Univerze v Mariboru – Gradbeništvo

2. SPLOŠNO O SPEKTRIH ODZIVA IN ETAŽNIH SPEKTRIH

Imejmo sistem z eno prostostno stopnjo (slika 1):



Slika 1: **Sistem z eno prostostno stopnjo**

Zanj velja, da je lastna krožna frekvenca enaka:

$$\omega_i = \sqrt{K_i / M_i} \quad \text{(rad/s)} \tag{1}$$

lastna frekvenca pa:

$$\nu_i = \frac{\omega_i}{2 \cdot \pi} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K_i}{M_i}} \quad \text{(Hz)} \tag{2}$$

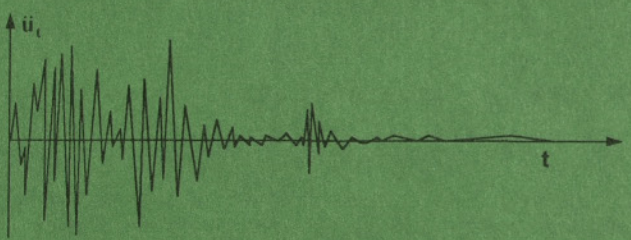
Kritično dušenje je definirano z:

$$C_{cr}^i = 2 \cdot M_i \cdot \omega_i \tag{3}$$

Koeficient kritičnega dušenja pa z:

$$\xi_j = C_j / C_{cr}^i \tag{4}$$

Sistem vzbujamo s pospeškom podlage v smeri prostostne stopnje u_i



Slika 2: **Časovni potek pospeška tal**

Gibalna enačba ima obliko:

$$M_i \cdot \ddot{u}_a^{ij} + C_j \cdot \dot{u}_r^{ij} + K_i \cdot u_r^{ij} = 0, \tag{5}$$

kjer pomeni:

$$u_a^{ij} = u_t + u_r^{ij}, \tag{6}$$

u_a^{ij}... absolutni pomik, u_t... pomik tal, u_r^{ij}... relativni pomik.

Ker je časovni potek pospeška tal poznan, lahko enačbo (5) zapišemo v obliki:

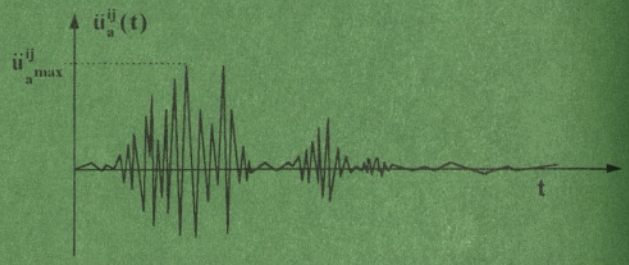
$$M_i \cdot \ddot{u}_r^{ij} + C_j \cdot \dot{u}_r^{ij} + K_i \cdot u_r^{ij} = -M_i \cdot \ddot{u}_t \tag{7}$$

Enačbo (7) delimo z M_i in upoštevamo enačbe (1), (3) in (4):

$$\ddot{u}_r^{ij} + 2 \cdot \xi \cdot \omega_i \cdot \dot{u}_r^{ij} + \omega_i^2 \cdot u_r^{ij} = -\ddot{u}_t \tag{8}$$

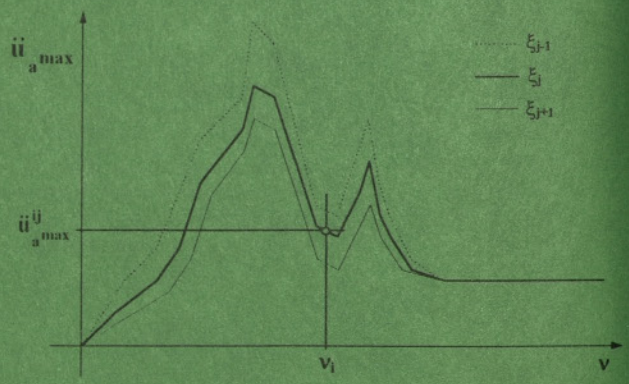
Rešitev enačbe (8) so relativni pomiki $u_r^{ij}(t)$. Z odvajanjem po času pa dobimo še relativne hitrosti in pospeške. Absolutni pospešek dobimo iz enačbe (8):

$$\ddot{u}_a^{ij}(t) = -\omega_i^2 \cdot \ddot{u}_r^{ij}(t) - 2 \cdot \xi \cdot \omega_i \cdot \dot{u}_r^{ij}(t) \tag{9}$$



Slika 3: **Časovni potek absolutnega pospeška**

Sedaj na obravnavanem sistemu spreminjamo vrednosti K_i in M_i, s tem pa tudi vrednost ω_i. Ustrezno se spreminja tudi časovni potek odgovora konstrukcije. Če za vsak ω_i na pripadajočem časovnem diagramu odgovora konstrukcije odčitamo maksimalno vrednost in jo vnesemo v diagram, kjer so na abscisni osi lastne frekvence ν_i, na ordinatni osi pa pripadajoče vrednosti maksimalnih odzivov sistema z eno prostostno stopnjo, dobimo krivuljo, ki predstavlja spekter odziva sistema z eno prostostno stopnjo. Spektre odziva za različne koeficiente dušenja dobimo tako, da zgoraj opisani postopek ponovimo za različne vrednosti koeficienta dušenja ζ_j.



Slika 4: **Spektri odziva za različne koeficiente dušenja**

Dinamična analiza konstrukcije se v primeru, da poznamo spektre odziva zelo poenostavi, saj ob predpostavki, da je dušenje šibko (kar velja za večino gradbenih konstrukcij), velja:

$$K \cdot |u_{max}| \cong M \cdot |\ddot{u}_{max}| \tag{10}$$

To pomeni, da lahko potresno silo izračunamo preprosto kot produkt mase in maksimalne vrednosti pospeška, ki jo za ustrezni v_i in ζ_j odčitamo iz spektra pospeškov.

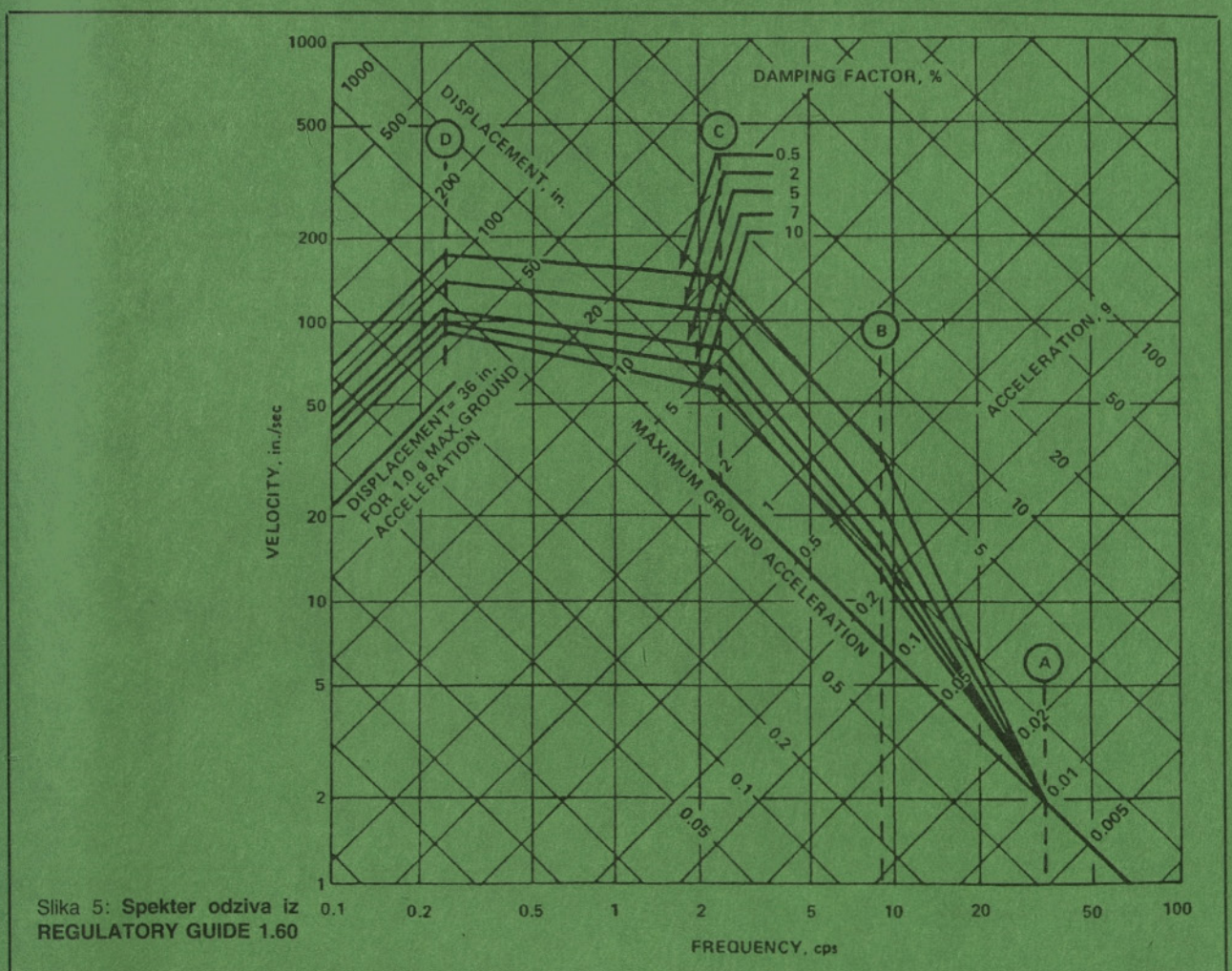
Metoda je uporabna tudi za sisteme z več porostostnimi stopnjami. Če za konstrukcijo privzamemo, da je njeno obnašanje elastično, lahko uporabimo metodo superpozicije nihajnih oblik, kjer za vsako od lastnih frekvenc in pripadajoči koeficient dušenja iz spektra odčitamo maksimalno vrednost pospeška in izračunamo ustrezno potresno silo. Tako dobljene potresne sile s pomočjo matrike lastnih vektorjev transformiramo iz posplošenih v geometrijske koordinate in dobimo potresne sile v smeri posameznih prostostnih stopenj. Za nadaljnji izračun lahko uporabimo običajne »statične metode«.

Etažni spektri pridejo v poštev, ko v veliko gradbeno konstrukcijo vgrajujemo opremo, občutvljivo na dinamične obremenitve, katere masa je glede na maso same konstrukcije dovolj majhna, da je njen vpliv na gibanje same konstrukcije zanemarljiv. Na podlagi znanega časovnega poteka gibanja tal najprej v vsaki od etaž, kjer bo oprema instalirana, določimo časovni potek odziva konstrukcije, nato pa še ustrezne spektre odziva. Opremo v vsaki etaži dimenzioniramo glede na ustrezni etažni spekter.

Potek določevanja etažnih spektrov je prikazan na primeru jedrskega otoka NE Krško.

3. DOLOČITEV SINTETIČNEGA AKCELEROGRAMA TAL

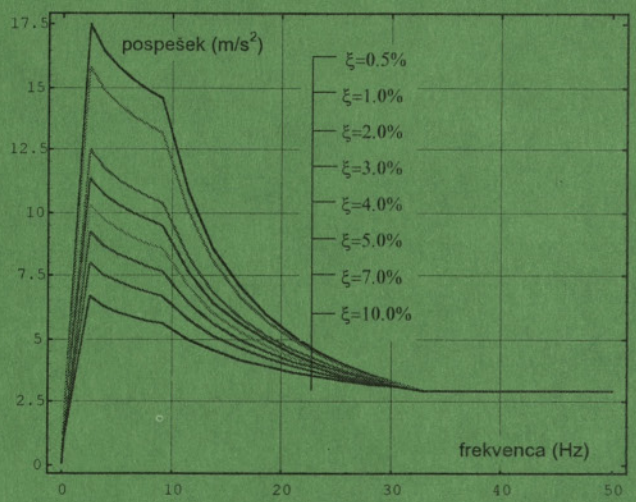
Najprej moramo poznati časovni potek gibanja tal. Določimo ga na osnovi predpisa NRC REGULATORY GUIDE 1.60, [1] kjer so predpisani spektri odziva za gradnjo jedrskih elektrarn. Podan je tripartitni diagram, iz katerega lahko odčitamo vrednosti pospeškov, hitrosti in pomikov v odvisnosti od lastne frekvence sistema z eno prostostno stopnjo za različne vrednosti koeficienta dušenja. V logaritmičnem merilu je tripartitni diagram poligon, ki poteka skozi točke A, B, C in D, katerih koordinate so podane v Preglednici 1 omenjenega predpisa.



Slika 5: **Spekter odziva iz REGULATORY GUIDE 1.60**

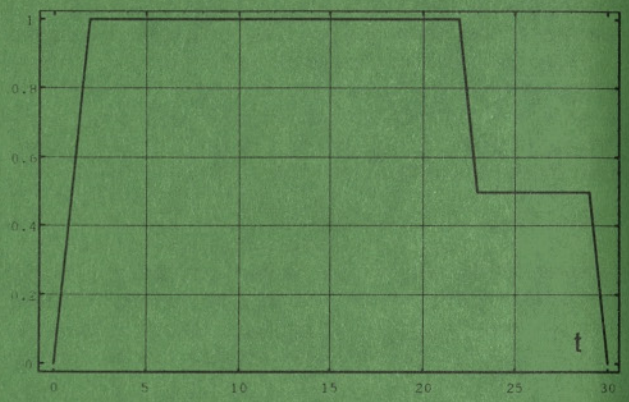
Predpisana sta dva tipa seizmične obremenitve, in sicer: »Operational Basis Earthquake« (OBE) in »Safety shutdown earthquake« (SSE). Za OBE je sistem oskrbovanja s paro dimenzioniran tako, da lahko nemoteno deluje, v primeru SSE pa mora biti omogočena varna zaustavitev delovanja elektrarne. Za OBE je predpisana največja vrednost pospeška tal 0.15 g ($g = 9.807\ m/s^2$), za SSE pa 0.30 g. Zato moramo vrednosti spektra iz RG 1.60, [1] ki je podan za največjo vrednost pospeška tal 1.0 g, pomnožiti z 0.15 oziroma 0.30.

Na podlagi predpisanega spektra (slika 5) s pomočjo programskega paketa MATHEMATICA tvorimo spekter pospeškov, ki ga nato iz logaritmičnega prevedemo v linearno merilo. Rezultat je prikazan na sliki 6.



Slika 6: **Spekter pospeškov v linearnem merilu**

Da bi lahko iz spektra odziva generirali sintetični akcelerogram, s katerim potem obremenimo seizmični model konstrukcije jedrskega otoka, potrebujemo še ovojnico pospeškov. Tvorili smo jo na podlagi zahteve, da sintetični potres traja 30 sekund. Od tega je 20 sekund močnega gibanja, kjer vrhovi presegajo vrednost 0.05 g, 10 sekund pa gibanja z manjšo intenziteto.

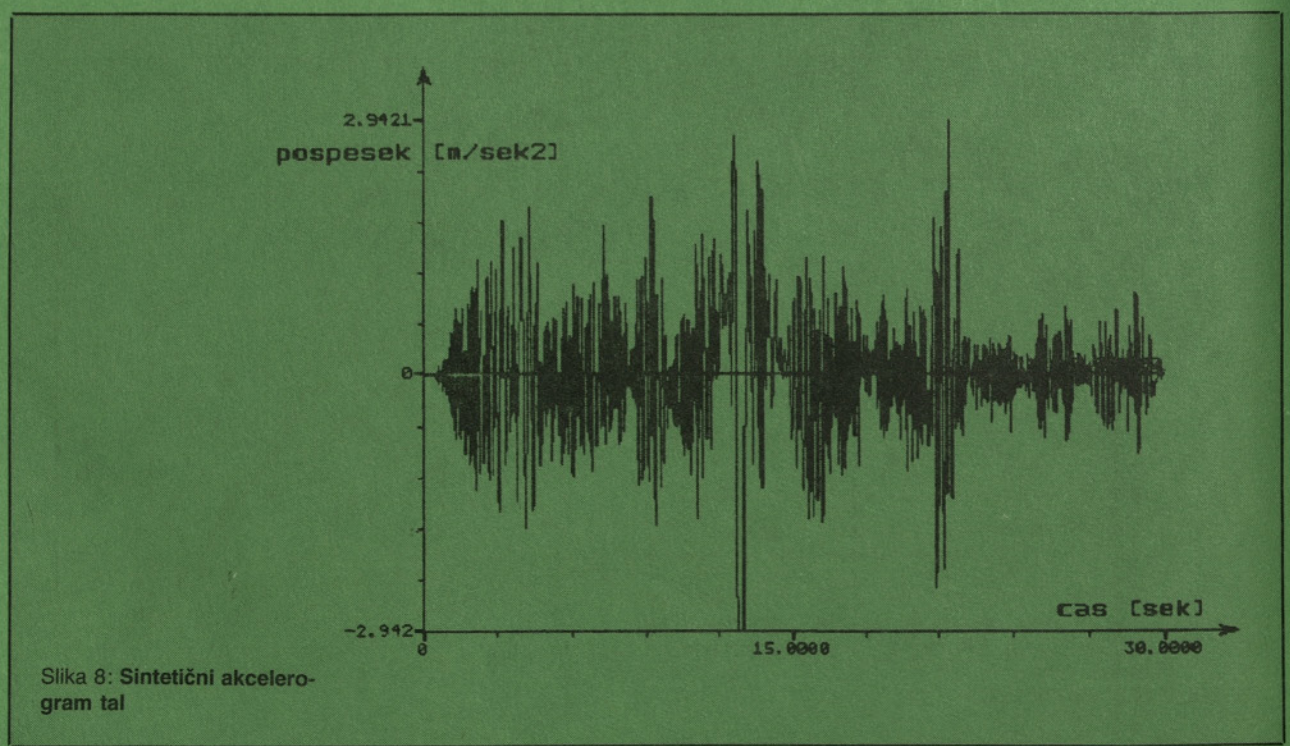


Slika 7: **Ovojnica pospeškov**

S tako pripravljenimi podatki smo izračunali sintetični akcelerogram tal. Uporabili smo programski paket COSMOS/M 1. 65x.

4. RAČUN LASTNIH FREKVENC IN LASTNIH NIHAJNIH OBLIK

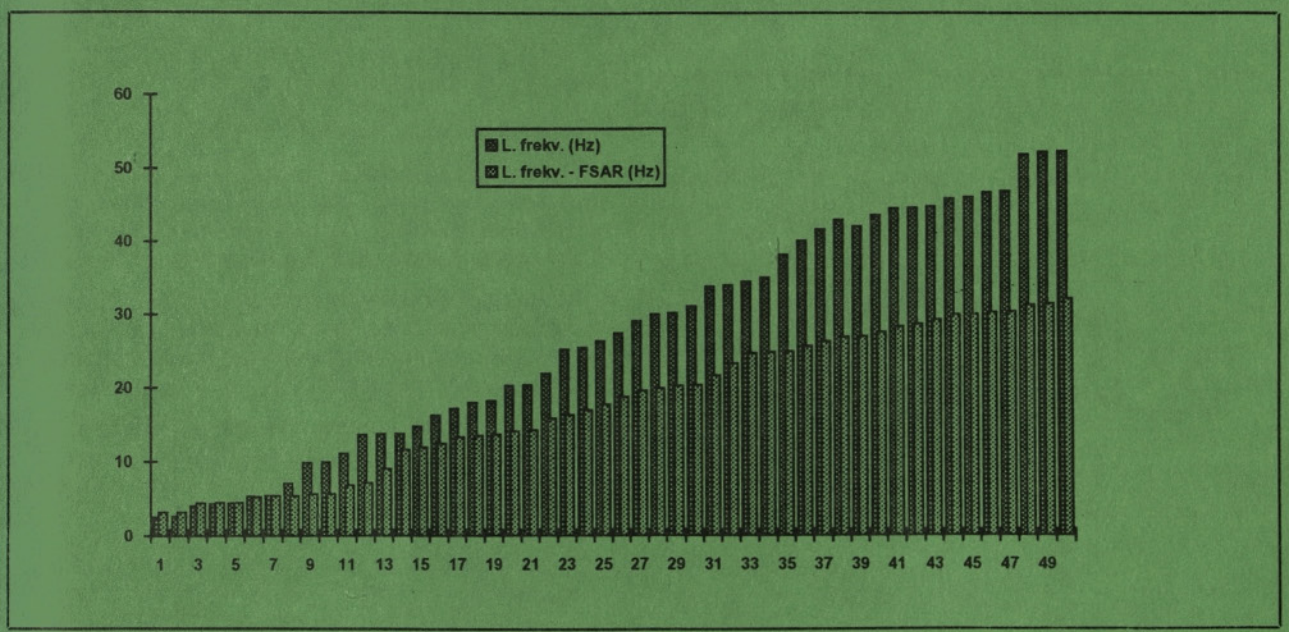
Seizmični model jedrskega otoka smo povzeli iz FSAR [3] (Končno varnostno poročilo; poglavje 3.7) in iz GAI



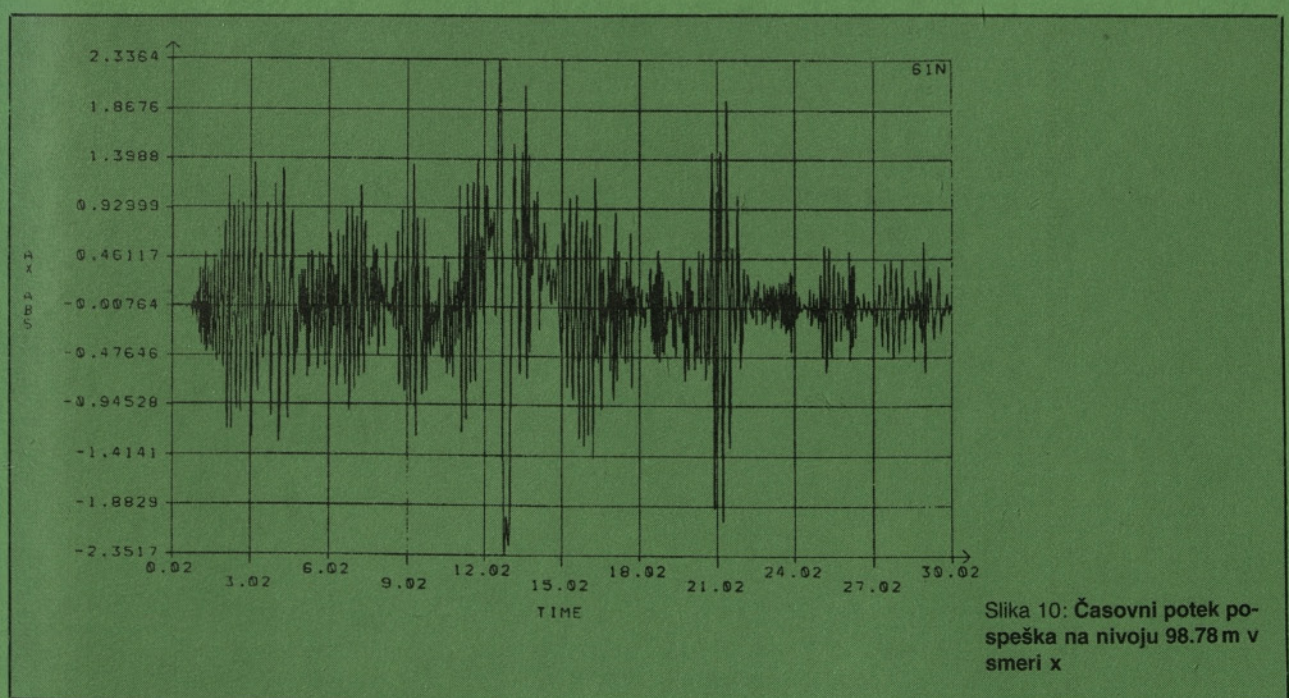
Slika 8: **Sintetični akcelerogram tal**

Report »Nostrification package No. 51 – Dynamic Analysis«. [2] Celotni model je sestavljen iz elastičnih in togih grednih elementov. Mase so koncentrirane. Interakcija med objektom in tlemi je simulirana z vzmetmi, ki v vsaki od treh ortogonalnih smeri prenašajo osno in torzijsko obremenitev. Prvih 50 lastnih frekvenc in lastnih nihajnih oblik smo izračunali s programskim paketom COSMOS/M 1.70.

Primerjava rezultatov računa z rezultati iz FSAR je pokazala razlike v velikosti lastnih frekvenc, ki se gibljejo v območju od 10 % pri nižjih do 50 % pri višjih nihajnih oblikah. Razlika je bila pričakovana, saj smo v prvem aproksimativnem preračunu jedrski otok izrezali iz celotnega seizmičnega modela NE Krško in ga obravnavali kot samostojno konstrukcijo. Grafična primerjava lastnih frekvenc je prikazana na sliki 9.



Slika 9: **Grafična primerjava lastnih frekvenc**

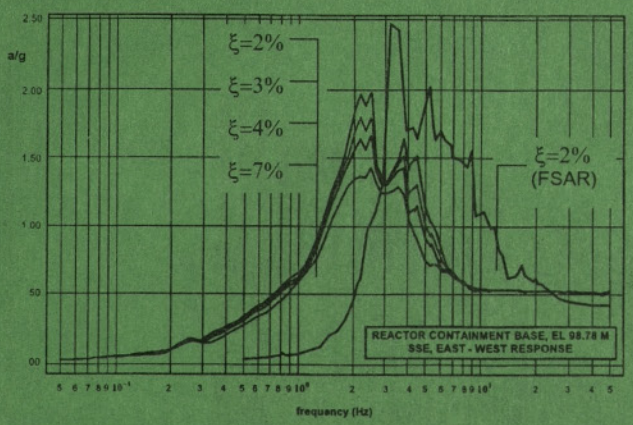


Slika 10: **Časovni potek pospeška na nivoju 98.78 m v smeri x**

5. DOLOČITEV ČASOVNEGA POTEKA IN SPEKTRA POSPEŠKOV PO POSAMEZNIH ETAŽAH

Konstrukcijo smo izmenično v vseh treh smereh obremenili s sintetičnim akcelerogramom, predstavljenim na sliki 8, in izračunali časovni potek pospeškov, hitrosti in pomikov v posameznih etažah.

Na podlagi etažnih akcelerogramov smo v vsaki od etaž določili še spektre odziva za različne koeficiente dušenja.



Slika 11: **Etažni spektri pospeškov na nivoju 98.78 m v smeri x**

Tudi to fazo izračuna smo izvedli s programom COSMOS/M 1.70. Na sliki 11 je prikazan etažni spekter za »Reactor Containment Base«, na nivoju 98.78 m v smeri vzhod–zahod (smer x) za SSE. Krivulja, ki je na sliki pomaknjena nekoliko v desno in je višja od ostalih, predstavlja sliko spektra za $\zeta = 2\%$ iz FSAR. [3]

6. SKLEP

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko povzamemo naslednje sklepe:

1. Spektri, dobljeni na podlagi naših izračunov dosegajo konice pri nekoliko nižjih frekvencah.

2. Naši spektri so konservativni glede na spektre iz FSAR.

3. Razlike pripisujemo dejstvu, da smo, kot že rečeno, obravnavali jedrski otok izolirano. Ujemanje rezultatov bi se bistveno izboljšalo, če bi v izračunu upoštevali seizmični model celotne zgradbe NE Krško.

4. Že na podlagi sedanjih izračunov lahko trdimo, da je opremi, instalirani v jedrskem otoku, ki je bila dimenzionirana na podlagi etažnih spektrov iz FSAR, zagotovljena primerna seizmična varnost.

5. Smiselno bi bilo ponoviti izračun na izboljšanem seizmičnem modelu celotne zgradbe, obremenitev pa predpisati na podlagi preteklih potresov na območju Krškega in okolice, kolikor podatki za to obstajajo.

LITERATURA

[1] REGULATORY GUIDE 1.60 – "Design Response Spectra for Seismic Design of Nuclear Power Plants", Nuclear Regulatory Commission, december 1973.

[2] GAI Report, "Nostrification Package No. 51 – Dynamic Analysis", September 1975.

[3] Final Safety Analysis Report (FSAR), Chapter 3.7.

[4] Clough, Penzien, "Dynamics of Structures", Mc. Graw Hill Kogakusha, Ltd. 1975.

[5] Stephen Wolfram, "Mathematica – A System for Doing Mathematics by Computer", Addison Wesley Publishing Company, November 1992.

[6] COSMOS/M ver. 1.70, Structural Research and Analysis Corporation, Santa Monica, California, 1993.

INFORMACIJE 314
ZAVODA ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ V LJUBLJANI
LETNIK XXXV • 11-12 NOVEMBER-DECEMBER 1994

PREDSTAVITEV DEJAVNOSTI S PODROČJA RAZVOJA IN PROIZVODNJE LABORATORIJSKE IN TEHNOLOŠKE OPREME ZA POTREBE GRADBENIŠTVA

UDK: 624.006.2

FRANC OBLAK, TOMAŽ KLEMENČIČ

POVZETEK

Članek obravnava razvoj in pregled dela današnjega oddelka Laboratorijska in tehnološka oprema, ki se ukvarja z raziskovanjem, razvojem, proizvodnjo, prodajo in servisiranjem laboratorijske in druge opreme, potrebne za preiskavo gradbenih materialov, kakor tudi z razvojem procesne opreme po posebnih naročilih, kar velja tudi za merilne naprave in aparate. Za ta namen ima v svojem sklopu konstrukcijski biro za realizacijo projektov in opreme za gradbeništvo, ki se po kakovosti lahko primerja s podobnimi proizvodi nekaterih znanih evropskih proizvajalcev.
Nekaj teh naprav je predstavljenih s fotografijami in so prikazane razvrščene po vrsti materiala, za katerega preiskavo so namenjene.

THE ARTICLE DISCUSSES THE DEVELOPMENT OF THE DEPARTMENT FOR LABORATORY AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND PRESENTS THE REVIEW OF TODAY'S WORK

SUMMARY

The Department for Laboratory and Technological Equipment is engaged in the research, development, production, selling and servicing of laboratory and other equipment for the examation of building materials. The Department also works on the development of new process equipment and measurement devices and apparatus to special orders. For this purpose the Department includes a Design office which looks after the realization of such projects: the developed equipment for the construction industry is, by quality, comparable with similar products which are made by some well-known European manufactures.
Some of the devices are presented by means of photographs, according to the sort of material for which examination is intended.

Avtorja:
Franc Oblak, inž. str., ZRMK, Ljubljana, Dimičeva 12
Tomaž Klemenčič, inž. str., ZRMK, Ljubljana, Dimičeva 12

1. UVOD

ZRMK je bil ustanovljen leta 1949, leta 1952 pa je bil proglašen za gospodarsko ustanovo s samostojnim financiranjem. Nekako v to obdobje segajo tudi prvi zametki današnjega oddelka Laboratorijska in tehnološka oprema. Tega sestavljajo konstrukcijski biro in dobro opremljene proizvodne delavnice.

Po zadnji reorganizaciji Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij (ZRMK) je oddelek Laboratorijska in tehnološka oprema razvrščen v organizacijsko enoto Inštitut za materiale, zgradbe in okolje (OE IMZO).

2. NASTANEK DEJAVNOSTI PROIZVODNJE IN RAZVOJA LABORATORIJSKE OPREME

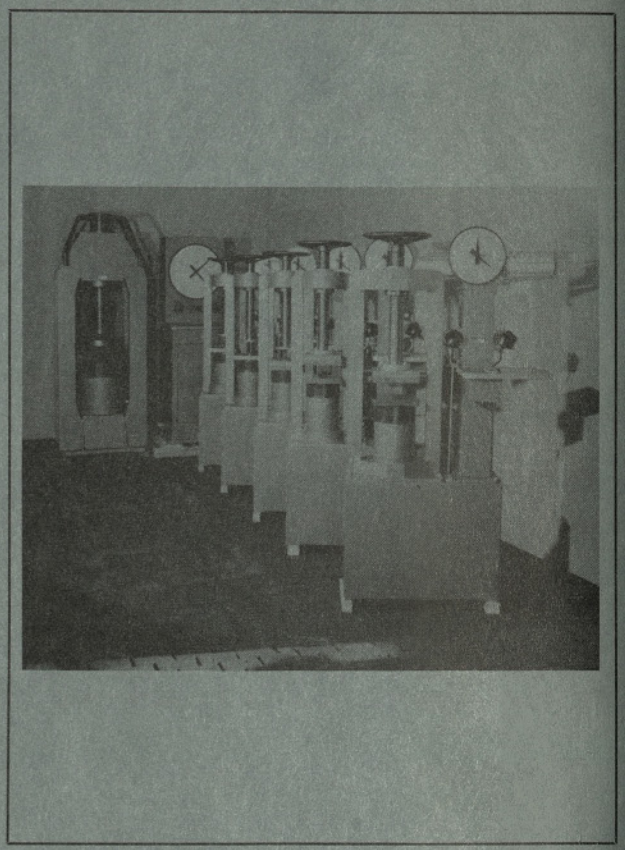
V prvem povojnem obdobju naša gradbena podjetja niso posvečala veliko pozornosti kontroli kakovosti materiala in ekonomičnosti gradnje. Z razvojem podjetij in njihovim tehničnim napredkom se je pokazala potreba po ustanovitvi lastnih laboratorijev. Nosilci napredka v podjetjih so imeli velike težave z ljudmi, ki niso bili naklonjeni formiranju lastnih laboratorijev, saj je bilo potrebno odobriti sredstva za njihovo opremo. Sčasoma, v nekaterih podjetjih prej, v nekaterih pa kasneje, so premagali težave te vrste in pričelo se je ustanavljanje laboratorijev. Nastale pa so nove težave: kako in kje nabaviti potrebno laboratorijsko opremo. Domača industrija ni bila zainteresirana za proizvodnjo tovrstne opreme, v inozemstvu pa jo je bilo težko kupiti zaradi pomanjkanja deviznih sredstev in težav z uvozom.

V nastalem položaju se je naš Zavod (ZRMK) odločil, da pomaga gradbeni operativi, ki je dala to koristno pobudo. Najprej je sestavil komplet, t. i. »terenski mobilni laboratorij«. Del potrebne opreme je bil izdelan v lastnih delavnicah Zavoda (ZRMK), del opreme pa je bil nabavljen kot standardno blago v trgovski mreži.

Terenski mobilni laboratorij, namenjen večjim gradbiščem, je kasneje v mnogih primerih rabil kot osnova za formiranje stalnih laboratorijev pri večjih podjetjih. Vse večje potrebe so zahtevale dopolnjevanje laboratorijev, angažiranje pri razvoju, kostrukciji in realizaciji najprej bolj preprostih, kasneje pa najbolj zahtevnih laboratorijskih aparatov, naprav in tehnoloških procesov. Ves čas je pri tem sodelovala ekipa strokovnjakov, ki je spremljala tuje dosežke in razvoj raziskovalne dejavnosti pri nas, stalno delala na izpopolnjevanju ter širjenju programa laboratorijske opreme in procesne tehnike. Žal so danes nekateri programi oziroma projekti opuščeni, vendar se že pojavljajo novi.

Naša laboratorijska oprema je danes v številnih laboratorijih v raznih krajih doma in v tujini. To je dokaz, da je bila naša usmeritev pravilna in da je potrebno te vrste dejavnosti še naprej razvijati ter s tem prispevati k nadaljnjemu razvoju raziskovalne dejavnosti in modernizaciji na področju gradbeništva in gradbenih materialov.

Prvi izredno zahteven izdelek je bila hidravlična stiskalnica 3000 kN kot prototip za znanega kupca v letu 1965 – to stiskalnico v izboljšani verziji izdelujemo še danes. V vseh letih za tem pa je bilo razvitih na stotine izdelkov, ki so bili potrebni predvsem gradbenim laboratorijem širom po prejšnji državi za izvajanje predpisanih preiskav materialov. Dejstvo je, da smo se lotili vsakega dela, da bi ugodili potrebam in željam kupcev.



Slika 1. **Niz proizvedenih hidravličnih stiskalnic HPM 400 in HPM 3000.**

Vsi zahtevni pripomočki in oprema za laboratrije so bili in so še vedno plod lastnega snovanja, konstruiranja in proizvodnje.

Z razvojem dejavnosti se je dvigala tudi tehnična raven izdelkov, zaradi česar smo imeli na tržišču vedno prednost. Zadnja leta smo še bolj uvideli potrebo po višanju tehnične ravni izdelkov, predvsem z upoštevanjem modernega designa in z uvajanjem elektronskih krmilnih in merilnih sistemov.

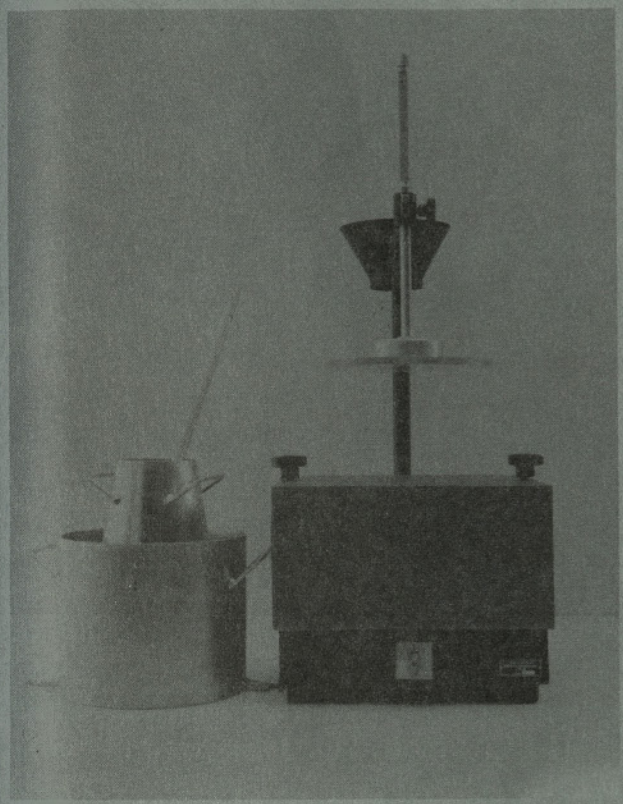
V procesu dela smo prišli do spoznanja, da zahtevajo izdelki glede na namembnost uporabe dejansko dve ravni kakovosti: operativno in laboratorijsko kakovost. Razumljivo, da specifični pogoji dela v laboratoriju niso nikoli enaki delu na terenu, čeprav naj bi jih laboratorijsko delo v določenih fazah simuliralo, saj je narava laboratorijskega dela pri npr. iskanju novih materialov povsem drugačna kot operativno delo na terenu.

3. PROIZVODNI PROGRAM

Proizvodni program obsega opremo za preizkušanje gradbenih materialov (beton in agregati, cement in druga veziva) ter opremo za geomehaniko in cestno gradnjo. Poleg tega pa izdelujemo po potrebi tudi opremo za preizkušanje kovin in razno drugo drobno opremo po posameznih naročilih.

Do sedaj smo v našem konstrukcijskem biroju zasnovali in v delavnicah izdelali približno 240 različnih tipov laboratorijske opreme. V nadaljevanju zato zaradi omejenega prostora prikazujemo le tipične primere iz te proizvodnje.

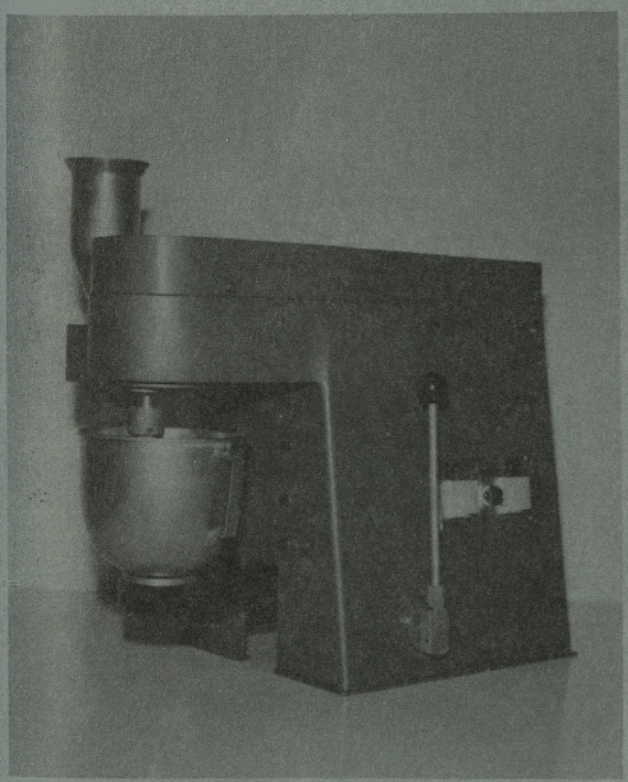
3.1. **Beton in agregati**



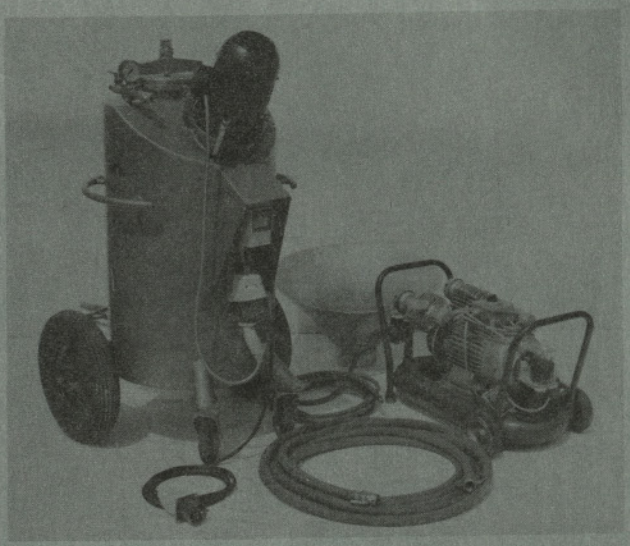
Slika 2. **VE-BE konsistencometer, tip 2V.**

Kataloško je moč naročiti prek 40 osnovnih (različnih tipov) tovrstnih izdelkov.

3.2. **Cement in druga veziva**



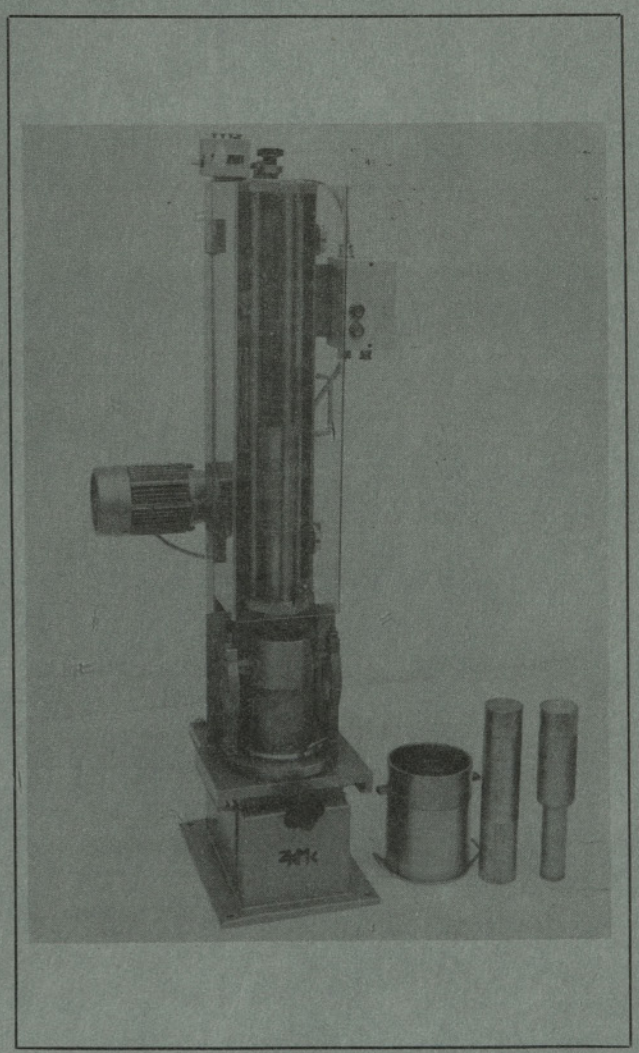
Slika 3. **Laboratorijski mešalec, tip LM 5.**



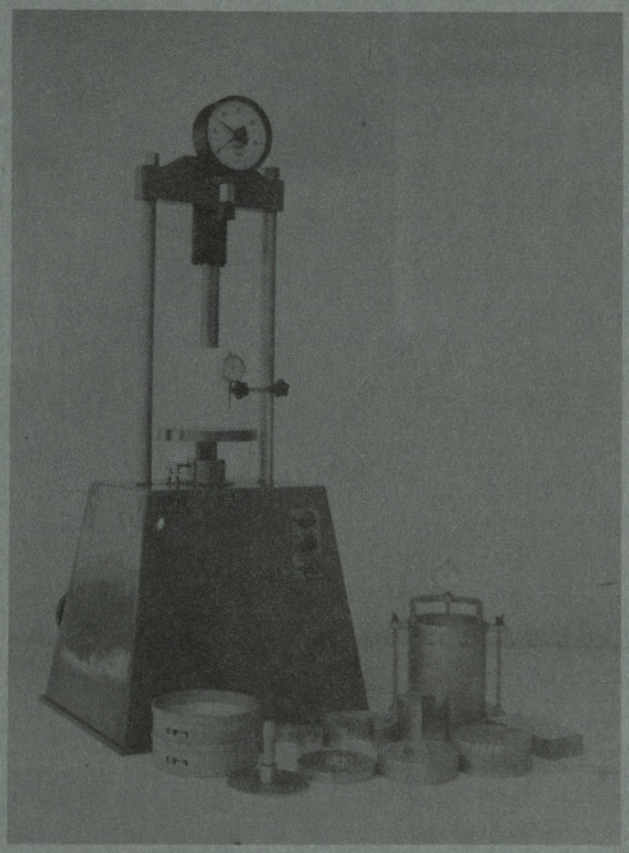
Slika 4. **Naprava za injektiranje in prepaktiranje, tip NIP 100.**

Kataloško je obdelanih skupaj 17 osnovnih proizvodov, ki imajo več različic.

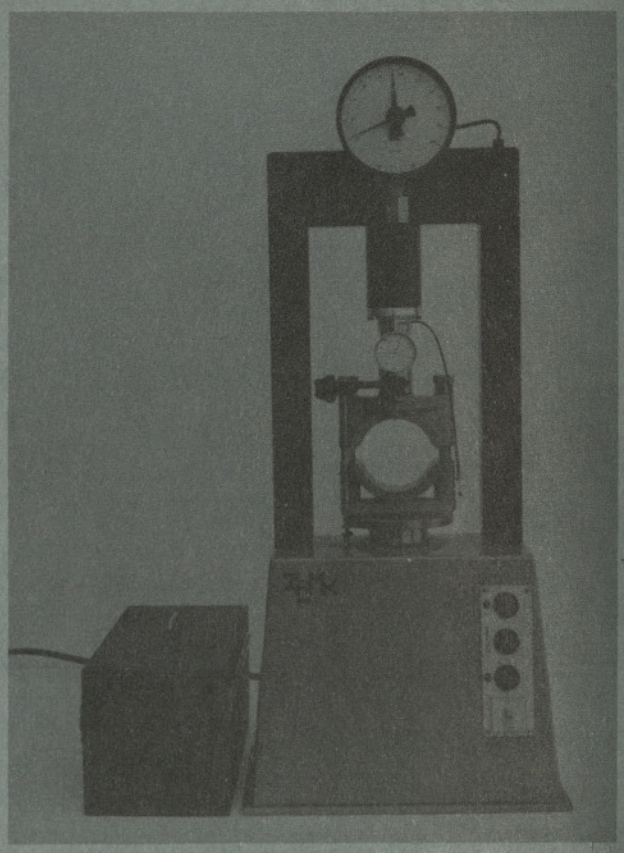
3.3. **Geomehanika in cestna gradnja**



Slika 5. **Aparat za zgoščevanje zemljin PROCTOR, tip PAM 100/150.**

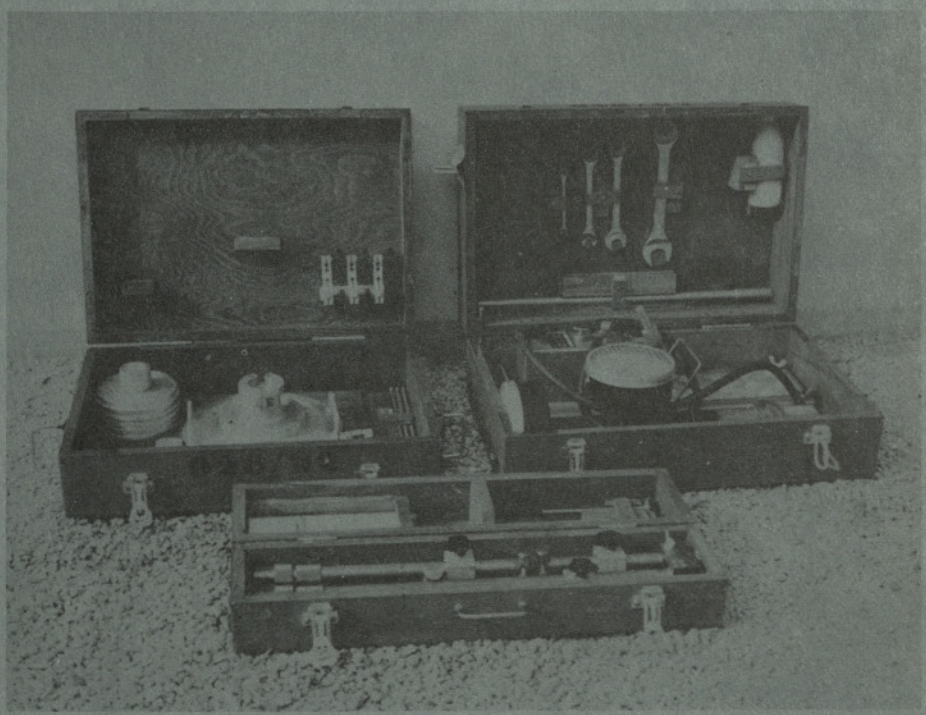


Slika 6. **Aparat za določevanje kalifornijskega indeksa nosilnosti CBR M 50.**



Slika 7. **MARSHALL stiskalnica za preizkus asfaltnih zmesi, tip SM 50/25.**

Slika 8. **Naprava s ploščo za kontrolo nosilnosti tal – VSS aparat.**



Slika 9. **Naprava za merjenje in registriranje vzdolžnih profilov cestišč, tip MVPV/40-80.**

V katalogu Laboratorijska oprema ZRMK je predstavljenih 24 osnovnih izdelkov.

3.4. **Kovine**

Dva izmed izdelkov, ki ju proizvajamo, sta aparat za merjenje trdote kovin po Rockwellu in zarisovalna naprava.

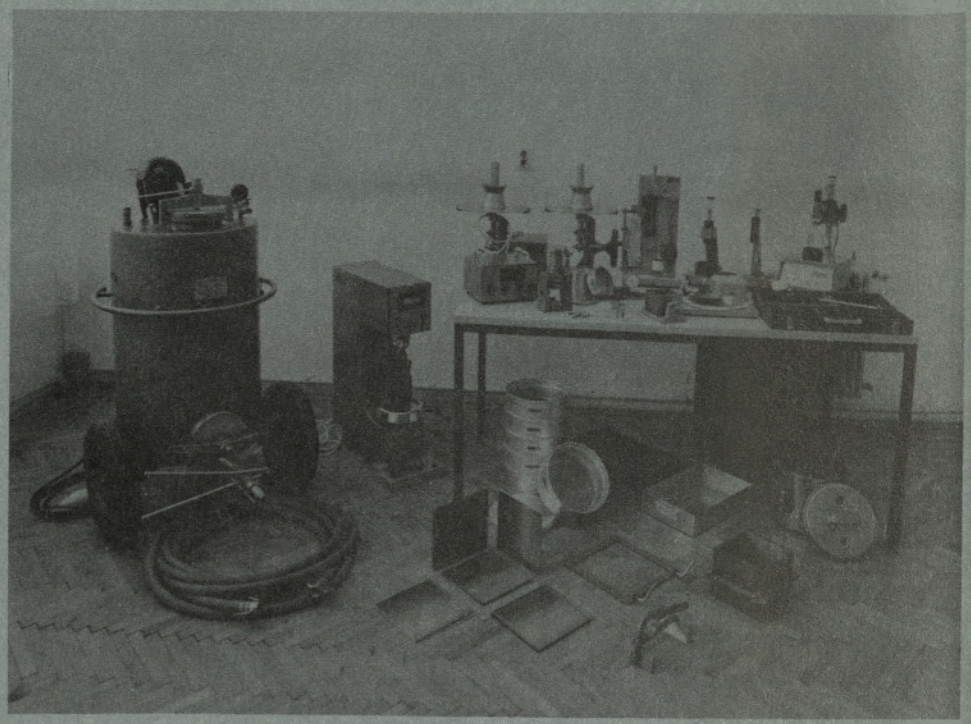
3.5. **Ostalo**

Po potrebi izdelujemo tudi razno drobno opremo, kot npr. klešče za manipulacijo betonskih kock, vse vrste kalupov, laboratorijskih sit itn. Občasno kot izziv stroki sprejmemo tudi popravilo opreme, za katero tuji proizvajalec ne zagotavlja več servisa oziroma rezervnih delov.

Slika 10. **Laboratorijska centrifuga, tip 120.**

ZRMK
ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA

Slika 11. **Predstavitev dela opreme, izdelane v oddelku Laboratorijska in tehnološka oprema.**



4. SKLEP

Proizvodni program oddelka Laboratorijska in tehnološka oprema obsega prek 240 izdelkov. Velika večina teh izdelkov je predstavljena v katalogu Laboratorijska oprema ZRMK. Do teh izdelkov smo prišli po poti lastnega znanja, razvoja in potreb gradbene operative in predpisov za izvajalce gradbenih del.

Z znanimi spremembami in znatnim izpadom tržišča se je danes tudi na trgu laboratorijske in tehnološke opreme za laboratorije na področju gradbeništva veliko spremenilo. Na trgu se pojavlja cela vrsta proizvajalcev, ki se ukvarjajo s proizvodnjo tovrstne opreme. Ob povečani konkurenci, ki pomeni večjo ponudbo in nižje cene (kar je s stališča kupca vsekakor dobro), pa je moči zaznati tudi padec kakovosti ponujenih izdelkov. Glede na navedeno smo se odločili, da bomo v nadaljevanju snovali in proizvajali laboratorijsko opremo, ki bo glede visoke kakovosti in cene konkurenčna kakovostnim uvoženim proizvodom.

Znano je, da privzemamo oziroma bomo privzeli v naši državi evropske standarde in pričeli s sistemom certificiranja. To pomeni, da se bo potreba po naši laboratorijski opremi v naslednjem obdobju močno povečala. Prepričani smo, da bomo na podlagi dolgoletnih izkušenj sposobni izdelati velik del opreme, ki jo bodo naša podjetja in institucije nujno potrebovale.

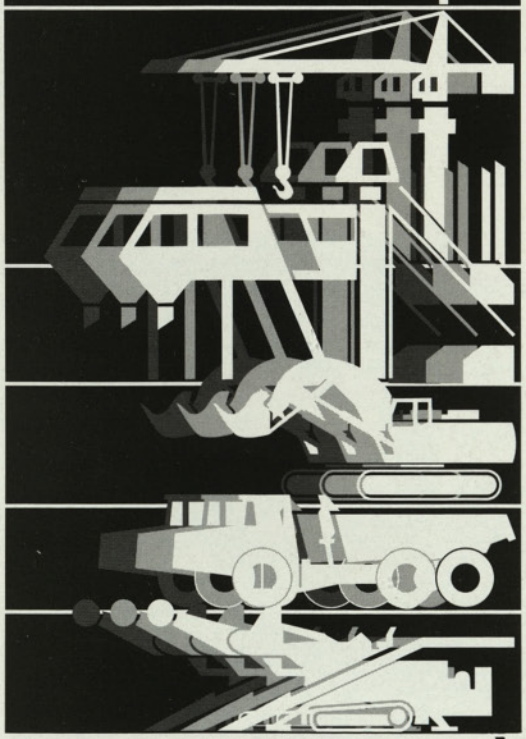
Poleg vsega naštetega pa nudimo tudi servis za domačo in uvoženo laboratorijsko opremo, pri čemer so na voljo naše strokovne ekipe, strojni park in materialne zaloge, s katerimi smo vedno pripravljeni hitro, v neposrednem stiku z naročnikom oziroma kupcem rešiti probleme s področja naše stroke.

MESSE MÜNCHEN INTERNATIONAL

bauma® 95

24. mednarodni strokovni sejem

München, 3.–9. April



Svetovni sejem gradbenih strojev in strojev za gradbene materiale

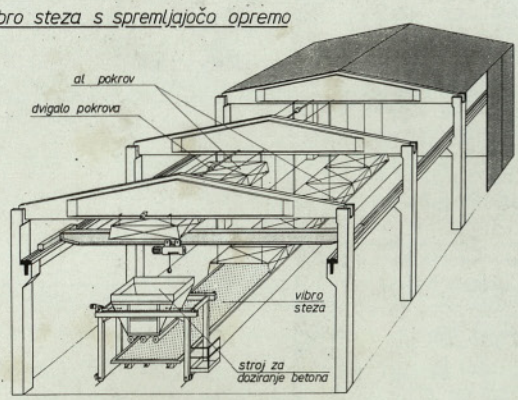
Ponudba

1. naprave za drenažo talne vode črpalke za gradbeništvo
2. stroji in naprave za obdelavo armiranega betona
3. opaži in odri
4. dvigala in transportna sredstva
5. stroji in oprema za pripravo, t ransport in dovajanje betona in malte, prednapenjanje betona
6. bagri, nakladalniki, naprave za odkop in planiranje
7. stroji in oprema za gradnjo rovov in predorov
8. naprave za vrtanje, zabijanje in vlečenje, sistemi za gradnjo in vzdrževanje kanalov
9. kompresorji, pnevmatsko in hidravlično orodje
10. stroji za utrjevanje tal pri zemeljskih delih in gradnji cest
11. stroji in oprema za betonsko in bitumensko gradnjo, za gradnjo vodnih poti in tirov, za vzdrževanje in popravilo cest
12. gradbena vozila
13. gradbene naprave in orodja, oprema gradbišč
14. stroji in naprave za industrijo cementa, apna, gipsa, peska, gline, prodca in gramoza
15. stroji in naprave za reciklažo gradbenih strojev
16. stroji in naprave za proizvodnjo s cementom, apnom in mavcem vezanih gradbenih elementov in gradbenih materialov
17. stroji, oprema in naprave za kopanje naravnega kamna in za obdelavo naravnega kamna in betona
18. kontrolna, merilna, krmilna in regulacijska tehnika
19. pogonska tehnika, fluidna tehnika, agregati za gradbene stroje, stroje za gradbene materiale in gradbena vozila
20. oprema, pribor in obrabni deli za gradbene stroje, stroje za gradbene materiale in gradbena vozila
21. strokovne zveze, organizacija, strokovne založbe

Organizator:
Messe München GmbH
Messegelände
D-80325 München
Telefon: 0049 (89) 5107 209
Telefaks: 0049 (89) 5107 172
Btx * 35075#

tehno inženiring

vibro steza s spremljajočo opremo



VIBRO STEZA

Služi predvsem za izdelavo omnia plošč, pa tudi stebrič kov, gredic, fasadnih ele mentov, obložnih plošč itd... Modulna mera segmentov je 2,4 × 12 m, ti pa se lahko spojijo do dolžine 120 m. Po naročilu izdelujemo tudi vse druge dimenzije.

V kombinaciji s samohodno vibrotehniko in z zaparjeva njem pod Al. pokrovi dose žemo hitro strjevanje brez padca končne trdnosti, tako da elemente lahko dvigu jemo že po 2–4 urah.

1. primer obrata z vibro stezo
2. vibro steza
3. montaža vibro steze na prostem

- **PROJEKTIRANJE**
  - obratov za betonske prefabrikate in galanterijo
  - betonarniško-transportnih postrojenj
  - kalupov za vse vrste betonskih izdelkov
  - opreme za vibriranje in zaparjevanje

- **OPREMLJANJE**
  - obratov za betonske prefabrikate in galanterijo
  - obratov za proizvodnjo betona
  - oprema za prenapenjanje

- **PROIZVODNJA**
  - vseh vrst kalupov za betonske izdelke
  - opreme za vibriranje in zaparjevanje
  - naprave za transport in dozir. betona

- **MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE**
  - vseh vrst naprav za izdelavo betona betonskih polizdelkov ter naprav v industriji gradbenega materiala

- **SVETOVANJE**
  - za izvedbo betonarn, tovarn betonskih izdelkov obdelavo in negovanje betona, tehnologij v indu striji gradbenega materiala

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

LETNIK XXXXIII – 1994

Revijo izdaja:

ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE V LJUBLJANI

Glavni in odgovorni urednik:

Franc **ČAČOVIČ**

Lektor:

Alenka **RAIČ**

Tehnični urednik:

Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Sergej **BUBNOV,** Stane **PAVLIN,**
Andrej **KOMEL,**
mag. Jože **BOŠTJANČIČ,**
mag. Ivan **JECELJ,**
prof. dr. Miran **SAJE**

Tisk:

TISKARNA **TONE TOMŠIČ**
v LJUBLJANI

LJUBLJANA 1994

KAZALO ZA LETNIK XXXXIII, 1994

ČLANKI, ŠTUDIJE, RAZPRAVE
ARTICLES, STUDIES, PROCEEDINGS

BREZNIK Marko:
VARNOST VELIKIH PREGRAD 145
THE SAFETY OF LARGE DAMS

DIMIC Damjana:
Prevod – SMERNICA SVETA, z dne 21. decembra 1989 8

DUHOVNIK Janez:
PREDLOG ZAKONA O GRADITVI 19

GRM Bojan:
KONTROLA DIMA IN TOPLOTE V PRIMERU POŽARA 86
SMOKE AND HEAT CONTROL

GUMILAR Vladimir, REFLAK Janez:
MODEL SISTEMA KAKOVOSTI ZA PROJEKTIRANJE: 261
MODEL OF THE QUALITY SYSTEM FOR DESIGN

GARZAROLLI Helena, BOŠTJANČIČ Jože:
TOPLOTNA ZAŠČITA OBSTOJEČIH STANOVANJSKIH ZGRADB 270
THERMAL PROTECTION OF EXISTING FLAT BUILDINGS

CAFNIK Franc:
VPLIV ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI KONSTRUIRANJA IN IZVEDBE NA ČAS TRAJANJA AB-KONSTRUKCIJE 254

FISCHINGER Matej:
VPLIV POTRESA V LOS ANGELESU 17. JANUARJA 1994 NA GRADBENE OBJEKTE 155
THE EFFECT OF JANUARY 17. 1994 LOS ANGELES EARTHQUAKE ON CIVIL ENGINEERING STRUCTURES

HUMAR Gorazd:
LEPOTE IN SKRIVNOSTI PORUŠENEGA STAREGA MOSTU ČEZ NERETVO V MOSTARJU (1566–1993) 97

LAPAJNE Svetko:
ŠTUDIJA TEMELJNIH PODPLATOV – ZASUKI 152
STUDY OF FOOTINGS – ROTATIONS

MIKOŠ Matjaž:
FLUVIALNA ABRAZIJA V PRODONOSNIH VODOTOKIH –
I. del.: TERENSKO RAZISKOVANJE PROCESOV IN NJIHOV

MATEMATIČNI OPIS 68
FLUVIAL ABRASION IN GRAVEL-BED RIVERS – part I: FIELD INVESTIGATION OF THE PROCESSES AND THEIR MATHEMATICAL DESCRIPTION

MIKOŠ Matjaž:
FLUVIALNA ABRAZIJA V PRODONOSNIH VODOTOKIH – II. del: LABORATORIJSKO RAZISKOVANJE PROCESOV IN NJIHOV MATEMATIČNI OPIS 136
FLUVIAL ABRASION IN GRAVEL-BED RIVERS – part II: LABORATORY INVESTIGATION OF THE PROCESSES AND THEIR MATHEMATICAL DESCRIPTION

PANJAN Jože:
OSNOVE PROCESA ZGOŠČEVANJA SUSPENDIRANIH DELCEV PRI ČIŠČENJU KOMUNALNIH ODPADKOV VOD 77
THE PROCESS OF THICKENING OF SUSPENDED PARTICLES IN TREATMENT OF WASTE WATER

ŽNIDARIČ Jaš:
SMERNICA SVETA EVROPSKE SKUPNOSTI O GRADBENIH PROIZVODIH 4

POROČILA IN INFORMACIJE

REPORTS – INFORMATION

FAJFAR Peter:
INFORMACIJA O STANDARDIH NA PODROČJU POTRESNE VARNOSTI KONSTRUKCIJ 37

HUMAR Gorazd, GOSTIČ Borut:
STALIŠČA ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV DO ODPRTIH PROBLEMOV GRADITELJSTVA 104

SAGADIN Tone:
ZAKONODAJA, TEHNIČNA REGULATIVA IN STANDARDIZACIJA NA PODROČJU GRADBENIŠTVA 106

Uredništvo:
SPLOŠNI UVODNIK 1

ŽNIDARIČ Jaš, ČERNE Gojmir:
STROKOVNI ODBOR ZA GRADITELJSTVO 105

PREGLEDNA TEMATSKA POROČILA ZA 2. SLOVENSKI KONGRES O CESTAH IN PROMETU (Portorož, 26.–28. oktober 1994)

AČANSKI V.:
PROJEKTIRANJE IN GRADNJA PREMOSTITVENIH OBJEKTOV V SKLOPU NACIONALNEGA PROJEKTA »IZVEDBA AVTOCESTNEGA PROGRAMA V REPUBLIKI SLOVENIJI 226
DESIGN AND CONSTRUCTION OF BRIDGING HIGHWAY OBJECTS

ČERNE Gojmir:
POSTOPKI 215
TECHNOLOGICAL PROCEDURES

DIMIC Damjana:
MATERIALI V CESTOGRADNJI 208
ROADBUILDING MATERIALS

KAČIČ Aleš:
VARNOST PROMETA KOT TEMELJNA KAKOVOST 205
TRAFFIC SAFETY AS BASIC QUALITY

LIPIČNIK Martin:
GOSPODARJENJE S CESTAMI 242
MANAGING THE ROADS

MARUŠIČ Janez, JUVANC Alojz:
CESTE IN OKOLJE 222
ROAD AND ENVIRONMENT

ŽNIDARIČ Jaš:
INŽENIRSKI PRISTOP K OHRANJANJU CESTNIH MOSTOV 231
ENGINEERING ACCESS TO PRESERVATION OF ROAD BRIDGES

ŽURA Marjan:
INTEGRALNI INFORMACIJSKI SISTEM CESTNEGA GOSPODARSTVA 236
INTEGRATED INFORMATION SYSTEM FOR HIGHWAY MANAGEMENT

JUBILEJ

BUBNOV Sergej:
CIRIL STANIČ – DEVETDESETLETNIK 164
HUMAR Gorazd:
SERGEJ BUBNOV – OSEMDESETLETNIK 282

IN MEMORIAM

BUBNOV Sergej:
Dipl. inž. VLADIMIR ČADEŽ 252

POROČILA FAKULTETE ZA ARHITEKTURO, GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO UNIVERZE V LJUBLJANI
PROCEEDINGS OF THE DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING UNIVERSITY, LJUBLJANA

LOPATIČ Jože:
NAPOVED ČASOVNO ODVISNEGA OBNAŠANJA VIADUKTA »REBER« 109
PREDICTION OF THE TIME DEPENDENT BEHAVIOUR OF THE "REBER" VIADUCT

LOGAR Janko, MAJES Bojan:
NUMERIČNE ANALIZE PORUŠITVE CESTNEGA NASIPA 167

KONČAR B., STEINMAN F.:
PRESOJA HIDRAVLIČNIH RAZMER NA ČISTILNIH NAPRAVAH 283
THE JUDGEMENT OF HYDRAULIC CIRCUMSTANCES ON WASTE WATER TREATMENT PLANT

STANEK Marjan:
NELINEARNA ANALIZA ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJ 41

NONLINEAR ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

NOVOSTI – GRADBENIŠTVO TEHNIŠKA FAKULTETA UNIVERZA V MARIBORU
CIVIL ENGINEERING NEWS UNIVERSITY IN MARIBOR

KRAVANJA Stojan, BENEDIK Branko, KRAVANJA Zdravko:
MINLP OPTIMIRANJE MEHANSKIH STRUKTUR – I. del: SOČASNO OPTIMIRANJE TOPOLOGIJE IN PARAMETROV 53
MINLP OPTIMIZATION OF MECHANICAL STRUCTURES – Part I.: SIMULTANEOUS TOPOLOGY AND PARAMETER OPTIMIZATION

KRAVANJA Stojan, BENEDIK Branko, KRAVANJA Zdravko:
MINLP OPTIMIRANJE MEHANSKIH STRUKTUR – II. del: MINLP OPTIMIRANJE ZAPORNICE INTAKE GATE, ASWAN 119
MINLP OPTIMIZATION OF MECHANICAL STRUCTURES Part II: MINLP OPTIMIZATION OF INTAKE GATE STRUCTURE, ASWAN

REBOLJ Danijel:
NOVE SMERI RAZVOJA OKOLJA ZA NAČRTOVANJE IN VREDNOTENJE CEST – RoDEE 175
NEW DIRECTIONS IN DEVELOPING ROAD DESIGN AND EVALUATION ENVIRONMENT – RoDEE

ŠTRUKELJ Andrej, UMEK Andrej:
RAČUN ETAŽNIH SPEKTROV ZA JEDRSKI OTOK NE KRŠKO ... 287
CALCULATION OF THE FLOOR RESPONS SPECTRA FOR THE NUCLEAR ISLAND OF THE NNP KRŠKO

INFORMACIJE ZAVODA ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA
INSTITUTE FOR TESTING AND RESEARCH IN MATERIALS AND STRUCTURES LJUBLJANA

DIMIC Damjana:
CERTIFIKATI GRADBENIH PROIZVODOV 59

KEJŽAR Rajko:
PRODUKTIVNO NAVARJANJE OBRABNO ODPORNIH PREVLEK 181
PRODUCTIVE SURFACING OF WEAR RESISTANT COATINGS

OBLAK Franc, KLEMENČIČ Tomaž:
PREDSTAVITEV DEJAVNOSTI S PODROČJA RAZVOJA IN PROIZVODNJE LABORATORIJSKE OPREME ZA POTREBE GRADBENIŠTVA 295

ZATLER-ZUPANČIČ Branka, MLADENOVIČ Ana:
ALKALNA REAKCIJA V BETONU 125
ALKALI REACTION IN CONCRETE

HOLOBAR Anka, l. r.:
ZAPISNIK REDNE SKUPŠČINE – ZDGITS 187