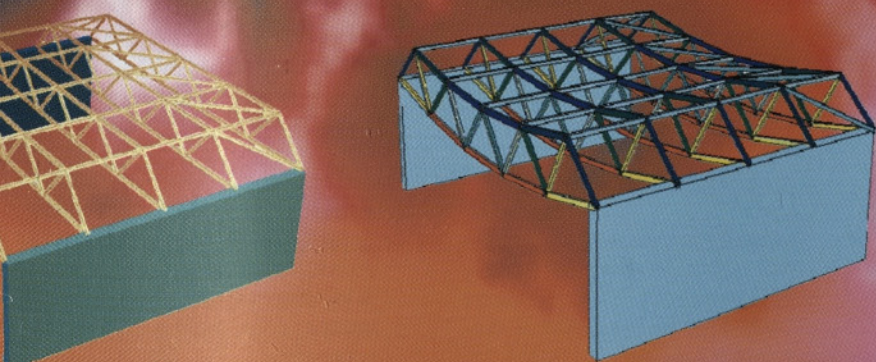


GRADBENI VESTNIK

Poštnina plačana pri
pošti 1102 LJUBLJANA

GLASILO ZVEZE
DRUŠTEV
GRADBENIH INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV SLOVENIJE
IN MATIČNE SEKCIJE
GRADBENIH INŽENIRJEV
PRI INŽENIRSKI ZBORNICI
SLOVENIJE

FEBRUAR 2003



prod

pesek

mulj

Glavni in odgovorni urednik:
Prof. dr. Janez DUHOVNIK

Lektorica:
Alenka RAIČ - BLAŽIČ

Lektorica angleških povzetkov:
Darja OKORN

Tehnični urednik:
Danijel TUDJINA

Uredniški odbor:
Mag. Gojmir ČERNE
Gorazd HUMAR
Doc. dr. Ivan JECELJ
Jan Kristjan JUTERŠEK
Andrej KOMEL
Janja PEROVIC-MAROLT
Marjan PIPENBAHER
Mag. Črtomir REMEC
Prof. dr. Franci STEINMAN
Prof. dr. Miha TOMAŽEVIČ
Doc. dr. Branko ZADNIK

Tisk:
TISKARNA LJUBLJANA d.d.

Naklada: 2750 izvodov

Revijo izdajata ZVEZA DRUŠTEV GRAD-
BENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV
SLOVENIJE, Ljubljana, Karlovska 3, telefon/
faks: 01 422-46-22 in MATIČNA SEKCIJA
GRADBENIH INŽENIRJEV pri INŽENIRSKI
ZBORNICI SLOVENIJE ob finančni pomoči
Ministrstva RS za šolstvo, znanost in šport,
Fakultete za gradbeništvo in geodezijo
Univerze v Ljubljani ter Zavoda za
gradbeništvo Slovenije.

Podatki o objavah v reviji so navedeni v
bibliografskih bazah COBISS in ICONDA
(The International Construction Database).

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za
individualne naročnike znaša 5000 SIT; za
študente in upokoјence 2000 SIT; za
gospodarske naročnike (podjetja, družbe,
ustanove, obrtnike) 40.687,50 SIT za 1
izvod revije; za naročnike v tujini 100 USD.
V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun se nahaja pri NLB, d.d.
Ljubljana, številka:

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
4. Besedilo mora biti izpisano z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
6. Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka (velike črke); imena in priimke avtorjev; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, naslov članka v angleščini (velike črke) in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ..., naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.
7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
8. Slike, preglednice in fotografije morajo biti vključene v besedilo prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Slike in fotografije, ki niso v elektronski obliki, morajo biti priložene prispevku v originalu.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.
11. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime avtorja, priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
12. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
13. Pod črto na prvi strani, pri prispevkih, krajših od ene strani pa na koncu prispevka, morajo biti navedeni obsežnejši podatki o avtorjih: znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, podjetje ali zavod, navadni in elektronski naslov.
14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD.

Uredniški odbor

0 2 0 1 7 - 0 0 1 5 3 9 8 9 5 5

VSEBINA - CONTENTS

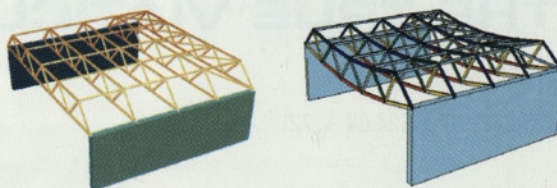
Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Stran 26

B. Dobovišek

**ZNANJE SE PRENAVLAJA,
INOVATIVNOST, KREATIVNOST IN
RAZUMEVANJE SO PRAVA POPOTNICA
ZA PRAKSO**

**KNOWLEDGE CHANGES, INVENTIVITY,
CREATIVITY AND UNDERSTANDING
ARE THE TRUE VIATICUM FOR THE
PRAXIS**



Stran 33

S. Šošo

**VPLIV SPREMEMBE LEGE TIROV NA
IZBOR NAČINA SANACIJE PREDORA
POGANEK NA ŽELEZNIŠKI PROGI
ZIDANI MOST - LJUBLJANA**

**THE IMPACT OF THE CHANGES OF THE
TRACK POSITION ON THE CHOICE OF
THE REHABILITATION OF THE TUNNEL
POGANEK ON THE RAILWAY-LINE
ZIDANI MOST - LJUBLJANA**

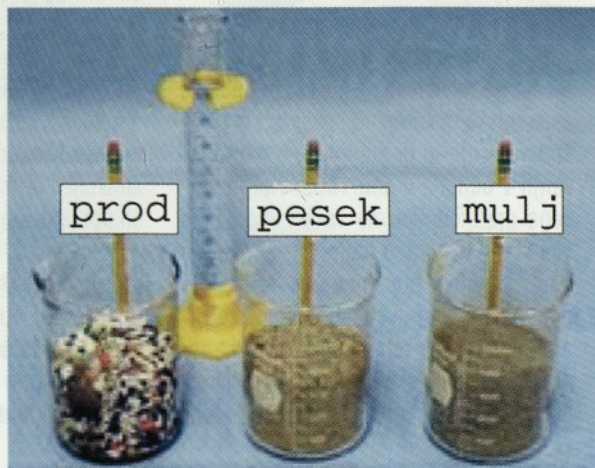


Stran 39

V. Matko

**MERJENJE POROZNOSTI OB UPORABI
KVARČNIH KRISTALOV**

**MEASUREMENT OF POROSITY USING
QUARTZ CRYSTALS**



B. DOBOVIŠEK: Znanje se prenavlja, inovativnost, kreativnost in razumevanje so prava popotnica za prakso

ZNANJE SE PRENAVTLJA, INOVATIVNOST, KREATIVNOST IN RAZUMEVANJE SO PRAVA POPOTNICA ZA PRAKSO

KNOWLEDGE CHANGES, INVENTIVITY, CREATIVITY AND UNDERSTANDING ARE THE TRUE VIATICUM FOR THE PRAXIS

STROKOVNI ČLANEK

UDK 378.147 : 1624.04 + 721

BORUT DOBOVIŠEK

P O V Z E T E K

Članek dopolnjuje in komentira opis poučevanja statike na Fakulteti za arhitekturo v Ljubljani, opisan v [Kilar, 2002]. Hkrati predstavlja računalniški program za animacijo delovanja konstrukcij kot dobro orodje, pripravno za posredovanje razumevanja o delovanju konstrukcij v šoli in v praksi.

S U M M A R Y

The paper provides some additional information and comments on the description, given in the paper [Kilar, 2002], of how the subject of statics has been taught at the Faculty of Architecture of the University of Ljubljana. At the same time, it introduces a computer program which brings alive the behaviour of structures, as a useful tool for the transfer of understanding of how structures work, both in teaching and in practice.

Avtor:

Prof. dr. Borut Dobovišek, univ. dipl. inž. gradb., Kladezna 24, Ljubljana

1.0 UVOD

V [Kilar, 2002] je razmeroma dobro opisano stanje, kakršno je avtorja navedene-ga članka zateklo ob njegovem prihodu na asistentsko mesto pred nekaj leti in kakršno vzdržuje in dopolnjuje po napredovanju v učitelja v letu 1999. Kot njegovega predhodnika me veseli, da se na fakulteti nadaljujejo metode dela, kot so bile zastavljene pred mnogimi leti in pozneje priznane in uveljavljene tudi v tujini. Prav tako mu želim mnogo uspeha pri novem uvajanju skupinskega »projektne-ga dela« - aktivnega sodelovanja študen-

tov gradbeništva in arhitekture. Pa vendar se mi ob prebiranju članka postavlja vprašanje, ali so cilji, ki naj bi se dosegali s predstavljenimi metodami dela, še isti kot nekoč. V članku je večkrat omenjen »občutek za konstrukcijo«, govori se o načelih »dobre zasnove konstrukcije« in »razumevanju o pomembnosti dobre zasnove konstrukcije«. Nikjer pa ni omenjeno vzbujanje kreativnosti in inovativnosti, kar naj bi bil pravi cilj vseh prizadevanj v univerzitetnem študiju. Seveda je mogoče sklepati, da predstavljenе metode dela same po sebi izpolnjujejo to funkcijo, toda formulacija o

načinu, kako »študente naučiti osnovnega razumevanja in občutka za projektiranje konstrukcij«, vzbuja pomisleke o na novo zastavljenih ciljih. **Razumevanja se ne naučimo, razumevanje si pridobimo z razmišljanjem, študijem ali s posredovanjem drugih. Tudi občutka se ne učimo, pridobivamo in utrjujemo si ga z vajo.**

V nadaljnjem skušam te trditve utemeljiti, deloma z izkušnjami iz mojega triletnega pedagoškega delovanja na Tehniški Univerzi v Berlinu, kamor sem bil leta 1999 povabljen na mesto gostujočega profesorja.

2.0 RAZUMEVANJE POSREDUJEJO PREDAVANJA

S trditvijo, da morajo biti predavanja poslušalcem razumljiva, se prav gotovo vsi strinjamo. Obstoje pa razlike med razumevanjem teoretičnega izpeljevanja, med povezavo teorije s pojavi v naravi in med razumevanjem pojavov v konstrukciji sami. Pri arhitektih nam je bil vedno cilj doseči prav to zadnje. Za to smo na predavanjih v Ljubljani najprej uporabljali prezentacijske modele, ki smo jih povzemali od kolegov iz tujine [Mann, 1973]. Istočasno smo začeli izvajati modelne vaje [Dobovišek, 1977] in na predavanjih komentirali spoznanja iz teh vaj. Vendar imajo fizični modeli kar nekaj pomanjkljivosti. Napetosti v materialu niso vidne, vidijo se samo deformacije in še te le takrat, ko so primerljive z velikostjo modela. Izdelava modelov ja zapletena, njihovo prikazovanje na predavanjih zamudno.

Nove možnosti so se odprle na predavanjih z uvedbo projekcij računalniške animacije. Animacije smo pripravljali s programom »ALI bi zdržalo?« [Dobovišek, 1992]. Pri razvoju tega programa so igrale odločilno vlogo okoliščine, da smo člani katedre za mehaniko na Fakulteti za arhitekturo pri raziskovalnem delu razvijali programsko opremo za

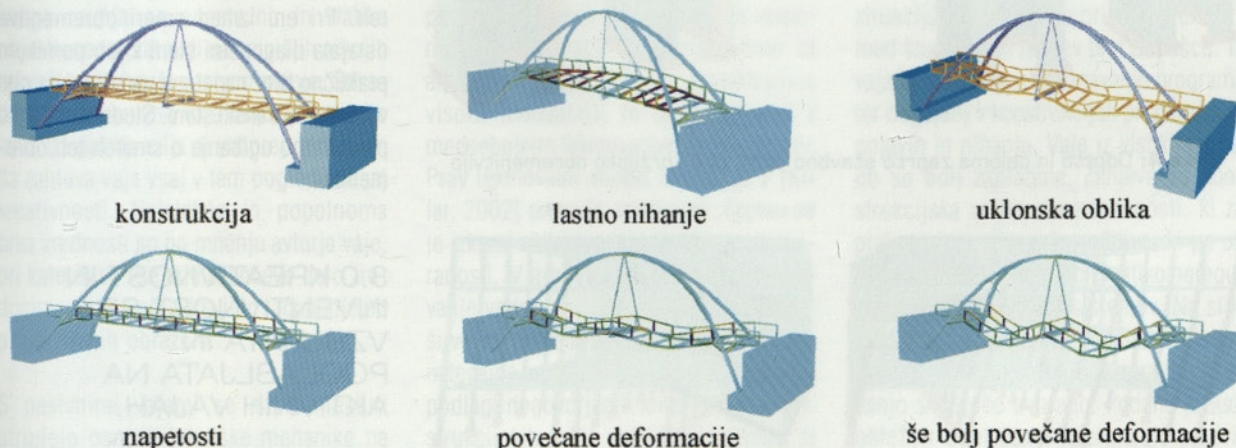
inženirsko delo [Dobovišek, 1974], da smo pri pedagoškem delu spoznavali specifičnosti in problematiko podajanja statike za arhitekte in da smo bili zaradi uspešnosti naših programov v tujini tesno povezani z nekaterimi softverskimi hišami. Tako smo v začetku devetdesetih let lahko začeli z računalniškimi vajami, ki so jih študentje izvajali na lastnih osebni računalnikih. Že takrat je bil mogoč grafičen prikaz deformiranih konstrukcijskih osi in mest s prekoračenimi napetosti. Pravi preboj pa je pomenila animacija delovanja konstrukcij. Animator se je razvijal pri firmi SOFISTIK iz Münchna (www.sofistik.de), deloma po naših sugestijah, naš program ALI pa smo prirejali tako, da je animator lahko povzemal njegove rezultate. Zadnje verzije programov so nastale v času mojega dela v Berlinu [Dobovišek, 1999a], [Dobovišek, 1999b], [Dobovišek, 2000], [Dobovišek, 2001].

Program ALI omogoča animacijo deformacij, uklonskih oblik in lastnih nihanj obremenjene konstrukcije. Pri tem je konstrukcija prikazana prostorsko s pravimi debelinami elementov in obarvana tako, da so na površini elementov vidne napetosti. Področja najvišjih nateznih napetosti so obarvana rdeče, področja najvišjih tlačnih napetosti modro, vmesne napetosti se lahko ocenijo po vsakokrat prikazani barvni skali. Animacijo je

mogoče opazovati iz poljubne prostorske smeri, jo poljubno sukati, povečati podrobnosti, poljubno povečevati ali zmanjševati amplitude, hitrost itd.. Slika 1 prikazuje nekaj rezultatov iz študije konstrukcije brvi za pešce. Namesto gibanja, ki ga v članku ni mogoče ponazoriti, so v spodnji vrsti v povečanem merilu deformacij vidne tri faze povešanja konstrukcije pod vertikalno obtežbo.

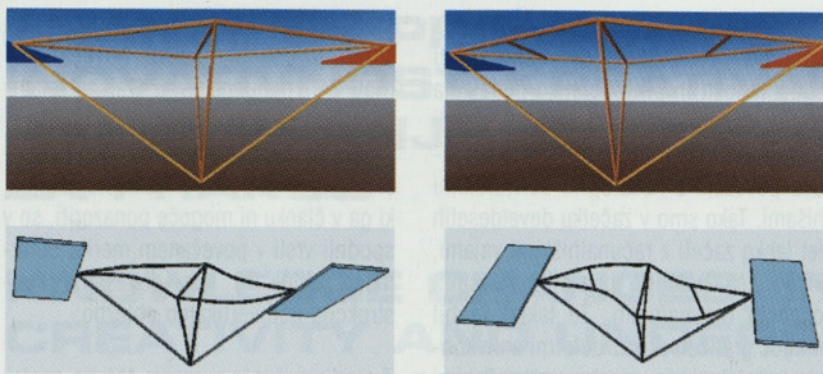
Z orodjem, kot je program ALI, ne postanejo predavanja samo razumljivejša, temveč tudi privlačnejša. V Berlinu se je predavanj prvega letnika udeleževalo po tristo študentov, predavalo se je preko mikrofona in oprema predavalnice je omogočala dobro projekcijo z računalnika. Vso snov predavanj sem pripravil v programu powerpoint, ki omogoča tudi neposredne vmesne animacije s programom ALI. Študentje so si predavanja lahko prenesli na lastne računalnike in si animacije doma ponovno ogledali.

Da ne bi bilo vse virtualno, da bi se ohranil stik z realnostjo in da bi študenti sploh verjeli v računalniške rezultate, smo večkrat letno, predvsem pa na začetku, izvajali modelne vaje in nato primerjali rezultate z računalniškimi. Slika 2 prikazuje simulacijo uklona zgornjega pasu pri dveh enostavnih prostorskih konstrukcijah, v realnem modelu se pokaže enaka uklonska oblika in tudi



Slika 1: Študija konstrukcijske zasnove brvi za pešce

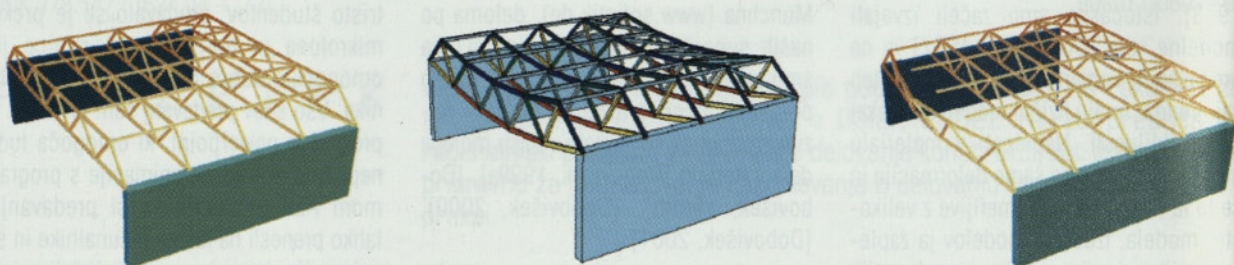
B. DOBOVIŠEK: Znanje se prenavlja, inovativnost, kreativnost in razumevanje so prava popotnica za prakso



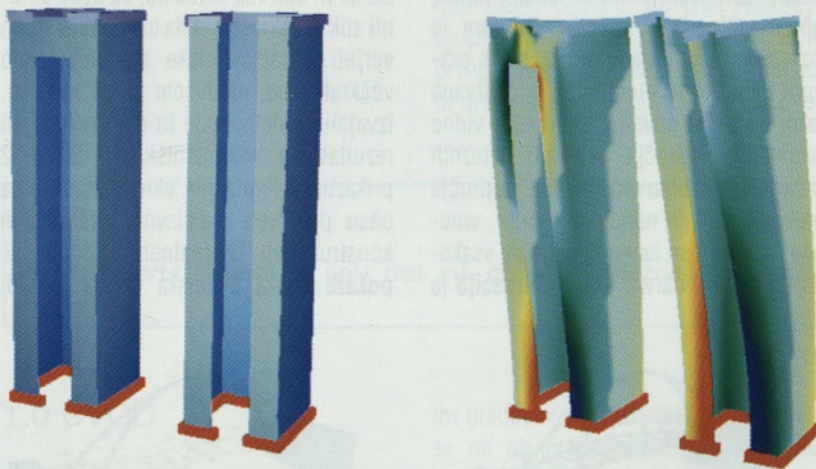
Slika 2: Računalniška simulacija obnašanja realnega modela z modelnih vaj

izračunana uklonska sila je zelo blizu izmerjeni pri obremenilnem poskusu.

V nadaljnjem prikazani primeri pričajo, da so računalniške animacije lahko uporabne in koristne na vseh nivojih predavane snovi. Slika 3 prikazuje napetosti in deformacije v palični strešni konstrukciji pod polno obremenitvijo ter uklonsko obliko pri nepopolnem zavetrovanju robnega poveznika. Pri torziji stavbnih jeder je npr. mogoče pokazati razliko med zaprtim in odprtim profilom, oziroma kak-

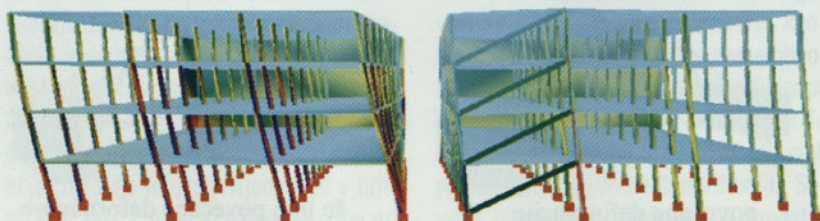


Slika 3: Palična strešna konstrukcija, deformacije in napetosti, uklonska oblika



Slika 4: Odprto in deloma zaprto stavbno jedro pod torzijsko obremenitvijo

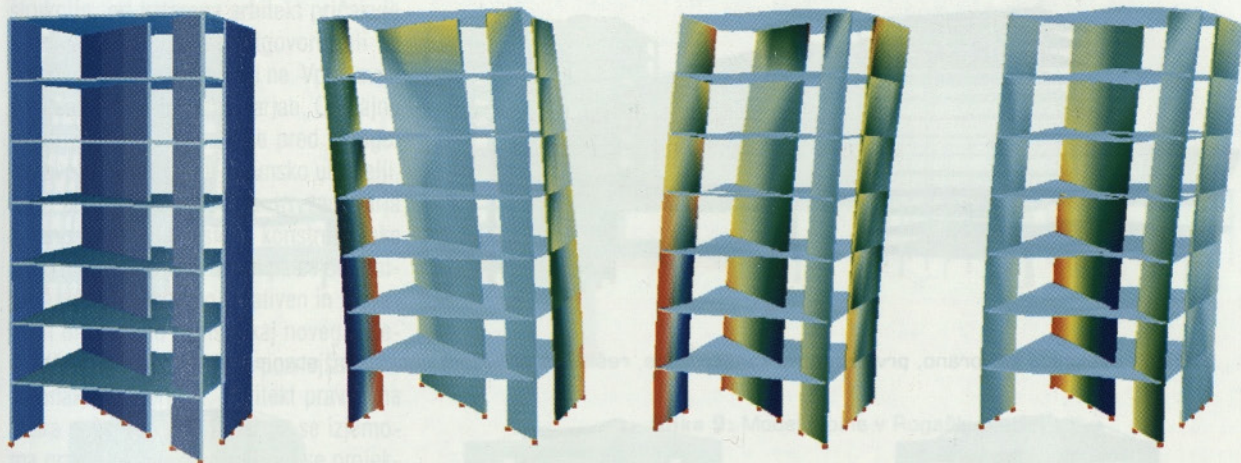
šen in kolikšen vpliv ima zgornja stenska povezava obeh prostih robov, ki ovira medsebojni pomik (slika 4). Pri temi potresno varne zasnove zgradb je mogoč nazoren prikaz vpliva dodatnih sten oziroma diagonal (slika 5). Tudi razlaga, kako se prenaša horizontalna obremenitev po različno razporejenih stenah v temelje, se lahko podkrepi z animiranimi primeri. Slika 6 prikazuje zgradbo, ki jo podpirajo stene, razporejene v treh smereh. Pri eni izmed smeri obremenitve ostajata diagonalni steni kljub pomikom praktično brez napetosti, pri drugi pa obe vzporedni stranski steni. Študentom lahko prepustimo ugibanje o smereh teh obremenitev.



Slika 5: Vpliv dodatne ojačitve z diagonalami na obnašanje pri potresu.

3.0 KREATIVNOST IN INVENTIVNOST SE VZBUJATA IN POGLABLJATA NA AKTIVNIH VAJAH.

Aktivne imenujem vaje, pri katerih mora udeleženec ustvariti ali si izmisliti nekaj



Slika 6: Napetosti in deformacije stenaste stavbe pod horizontalnimi silami v različnih smereh

novega, kar ne sledi neposredno iz samih podatkov. Zato se izdelki študentov pri isti vaji praviloma med seboj razlikujejo. Nasprotno pričakujemo pri pasivnih vajah od vseh udeležencev enake pravilne rezultate, do katerih se pride po nekem predvidenem postopku.

S pasivnimi vajami zasledujemo več ciljev, z njimi se utrjuje znanje, pridobljeno pri predavanjih, udeleženci pri njih preverjajo svoje razumevanje, ob njih se posredujejo pravila iz predpisov in recepti za prakso. Pasivne vaje so običajno tudi priprava na pisno preverjanje znanja. Ker je ugotavljanje sposobnosti posameznika na področju kreativnosti in inovativnosti težko izvedljivo in pogosto podvrženo subjektivnim kriterijem, preverjanje pasivnega znanja pa enostavno in zlahka objektivno, se žal tudi na najvišjih nivojih največkrat preverja pasivno znanje. Seveda se tudi pasivne vaje lahko popestrijo tako, da pot do cilja ni vnaprej podana in da zahteva vaja vsaj v tem pogledu nekaj kreativnosti. Najslabše in popolnoma brez vrednosti so po mnenju avtorja vaje, pri katerih se vse udeleženčovo delo zreducira v vstavljanje števil in računanje po pripravljenih obrazcih.

S pasivnimi vajami se na arhitekturi utrjujejo osnove tehniške mehanike na začetku študija, pozneje pa, ko naj bi se gojili predvsem razmišljanje, samostoj-

nost in inovativnost, se izvajajo aktivne vaje. Osebnost sem bil vedno mnenja, da univerzitetni študij ni mesto za podajanje receptov in učenja predpisov, vse to je za odprte glave dosegljivo pozneje v praksi.

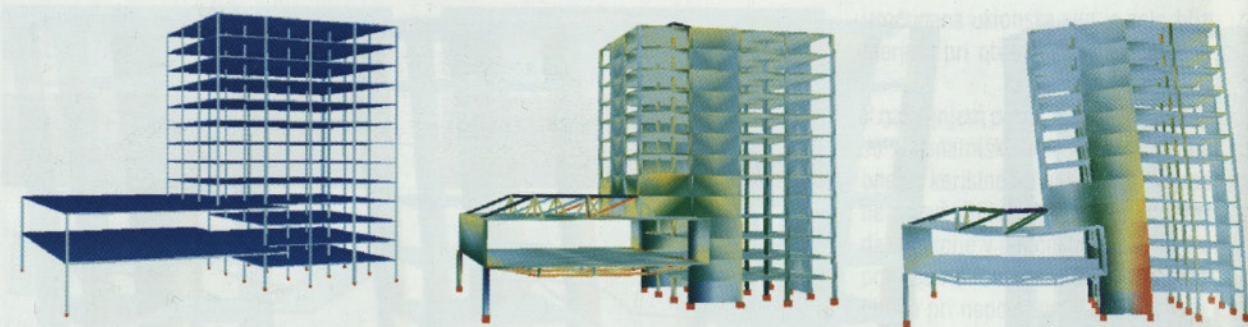
Med aktivne vaje pri študiju arhitekture štejemo vaje z modeli, ki so v prvem letniku realni, snovni, v višjih letnikih pa virtualni, računalniški, kot so opisani v [Kilar, 2002]. Princip teh vaj je vedno isti, za vse udeležence veljajo isti podatki, obremenitve, podporne točke in drugi robni pogoji, izbira konstrukcije je prepuščena udeležencu, konstrukcija mora biti varna in stabilna, nagrajuje se čim manjša poraba gradiva. Aktivne vaje so med študenti priljubljene, predstavljajo poseben dogodek in v Berlinu so pripomogle k afirmaciji ljubljanske šole za arhitekturo. Pogoj za uspeh aktivnih vaj je visoka motivacija, to pa dosegamo z medsebojnim tekmovanjem udeležencev. Prav tekmovalni aspekt teh vaj je v [Kilar, 2002] premalo poudarjen, čeprav se je izkazal za bistvenega kreatorja motiviranosti. V arhitekturni praksi je tekmovanje vedno prisotno, za pomembne rešitve se praviloma razpisujejo natečaji, natečajne projekte ocenjujejo komisije na podlagi dogovorjenih kriterijev. Pri konstrukcijskih vajah omejimo kriterije za uspeh konstrukcije na porabo gradiva. To je objektivni in enostavno merljiv krite-

rij, snovni model se stehta, pri virtualnem modelu se poraba gradiva izračuna. Na gradba so seveda ocene, boljše konstrukcije dobijo boljše oceno.

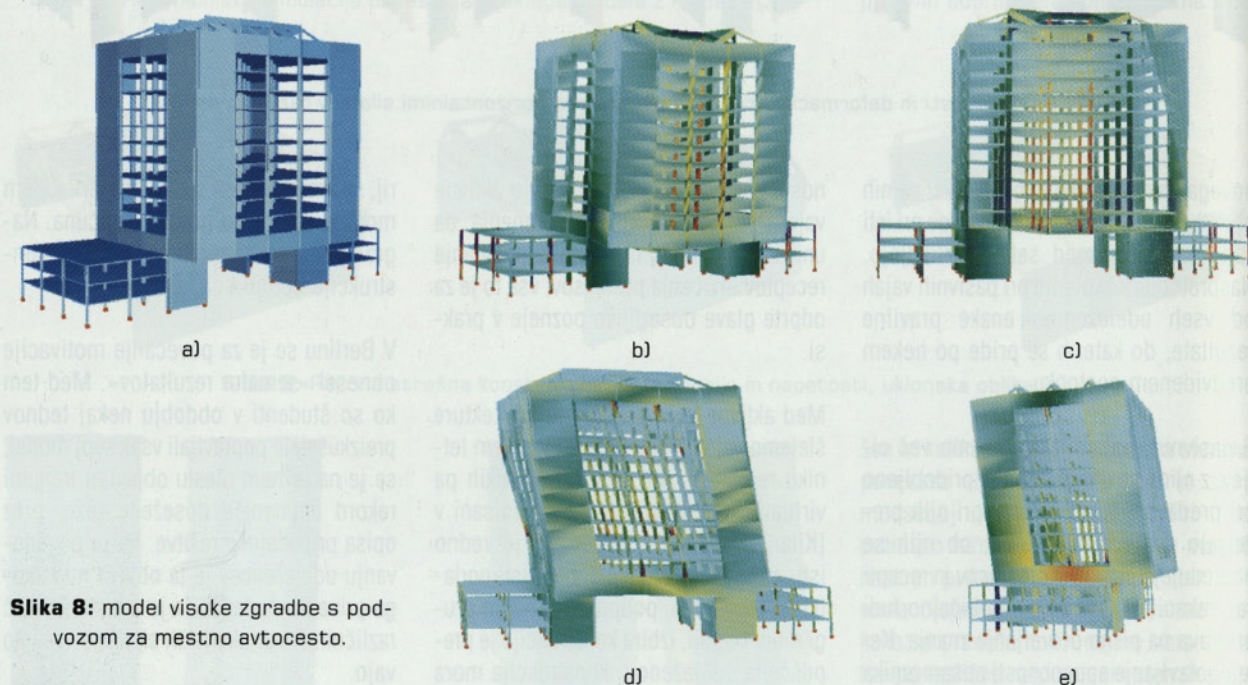
V Berlinu se je za povečanje motivacije obnesel »semafor rezultatov«. Med tem ko so študenti v obdobju nekaj tednov preizkušali in popravljali vsak svoj model, se je na javnem mestu objavljala trenutni rekord najmanjše dosežene teže, brez opisa pripadajoče rešitve. Po pripovedovanju udeležencev je ta objava marsikoga privedla do tega, da je preizkušal več različnih konstrukcijskih sistemov za isto vajo.

Pri aktivnih vajah z računalniki je prva vaja običajno enostavna mostna konstrukcija. Na sliki 1 je prikazana ena izmed študentskih rešitev brvi za pešce. Ta vaja je namenjena spoznavanju programa ter dogajanj v konstrukcijah pri uklonskih pojavih in nihanju. Vaje iz visokih zgradb so bolj zapletene. Zahteva se konstrukcijska rešitev za posebnosti, ki za prakso sicer niso priporočljive, ki pa ob reševanju pokažejo problematiko neregularnih konstrukcijskih sistemov. Na sliki 7 levo je prikazan začetni osnovni sistem etažnih plošč in stebrov za zgradbo in za vanjo segajočo dvorano. Podana je tudi obtežba. Udeleženci vaje morajo predvideti konstrukcijo, ki bo prenesla predvideno obtežbo. Na sredini slike 7 je prika-

B. DOBOVIŠEK: Znanje se prenavlja, inovativnost, kreativnost in razumevanje so prava popotnica za prakso



Slika 7: Stolpnica z dvorano, prva zasnova konstrukcije, rešitev s prikazom napetosti, stanje pri vodoravni obtežbi



Slika 8: model visoke zgradbe s podvozom za mestno avtocesto.

zana ena izmed rešitev z napetostmi pri navpični obtežbi, na desni strani slike 7 pa je prikazana deformirana konstrukcija z napetostmi pri vodoravni obtežbi.

Slika 8 prikazuje študentski model visoke zgradbe s podvozom za mestno avtocesto v Berlinu. Zgradba je na sprednji strani previsna, srednji del konstrukcije je spodaj podprt le na dveh straneh in naslonjen na stranski nižji zgradbi. Stegne ali diagonale v notranjosti niso bile dovoljene. Na prikazani rešitvi je premostitev avtoceste uspela s strešno konstrukcijo (8a), stebri nad odprtino so zato pri vertikalni obtežbi nategnjeni (8b), pogled v zgradbo (8c) pa pokaže tlačene stebre ob podvozu. Da prikazana rešitev

ni bila med najboljšimi, kaže obnašanje pri vodoravni obtežbi (8d in 8e).

4.0 KOMUNIKACIJA ARHITEKT – GRADBENIK.

V [Kilar, 2002] so opisani začetki skupnega projektnega dela med študenti arhitekture in gradbeništva na Ljubljanski Univerzi in navedene predvidene faze timskega dela. Pri teh fazah imam pripombo, da bi moral gradbenik sodelovati že v prvi fazi, to je pri osnovni zamisli zgradbe, pri gabaritih in volumnih, arhitekt pa nato tudi pri izbiri konstrukcije in materialov. Timsko delo pomeni nenehno medsebojno oplemenjevanje zamisli in

projekt bi moral biti skupen. Izbira konstrukcije vpliva tudi na gabarite, timsko delo pa preprečuje kasnejše slabše kompromisne rešitve.

Zamisel o skupnem projektnem delu je stara, znani so poiskusi z mnogih evropskih univerz, vendar se je še do pred kratkim vedno znova izkazalo, da študentje gradbeništva v takem timu težko sledijo željam arhitektov, še posebej, če spadajo v isto ali mlajšo študijsko generacijo. Morda je prav uporaba računalnikov, ki je opisana v [Kilar, 2002], tisti vzvod, ki bo pripomogel k boljšemu uspehu takih poizkusov. Vira za težave v timskem delu sta predvsem dva. Gradbenik je praviloma postavljen v vlogo specialista za kon-

strukcije, od katerega arhitekt pričakuje hitre, skoraj spontane odgovore, ali so njegove ideje izvedljive ali ne. Vpraševati je seveda lažje kot odgovarjati. Običajno pa stoji gradbenik nato še pred nalogo, naj svoje mnenje tudi računsko utemelji, zato praviloma predlaga in zagovarja najenostavnejše klasične konstrukcijske sisteme. V nasprotju s tem pa se od arhitekta pričakuje, da bo kreativen in inovativen in da si bo izmislil kaj novega. Seveda sta tudi sam študij in poznejša praksa enako usmerjena. Arhitekt praviloma kreira nekaj novega, kadar pa se izjemoma gradi več enakih objektov, se projektiranje ne ponavlja. Statik pa največkrat uporablja iste, stare in preverjene računske metode tudi na novih projektih. Njegova morebitna kreativnost za izumljanja novih računskih postopkov pri delu z arhitektom ne pride do veljave.

Tudi v Berlinu smo poizkušali s timskim delom med arhitekti in gradbeniki ustvariti za študij stimulatивно okolje. Najzanimivejši timski rezultati so se porajali takrat, ko od gradbenikov nismo zahtevali računskih dokazov, temveč samo verbalne utemeljitve konstrukcijskih sistemov. Izkazalo se je tudi, da je pri takih idejnih študijah uporaba računalnikov prej zavrnila kot vspodbujala kreativnost, predvsem zaradi težavnega oz. zamudnega vnosa podatkov in omejitev programske opreme. Arhitektonski CAD-programi, ki smo jih imeli na voljo, niso vsebovali opcij za statično presojo nosilnih sistemov, prenos podatkov v gradbeniške programe pa ni bil kar se da enostaven. Praksa takih opcij dandanes še ne zahteva dovolj glasno, razvoj novih programskih orodij pa je samo za šolske potrebe predrag.

V letnem semestru študijskega leta 2002/2003 sem vabljen, da bi izvajal izbirni predmet konstruiranje s pomočjo računalnika na arhitektonski fakulteti Tehniške univerze na Dunaju. Premišljujemo tudi o skupni izdelavi vmesnika med programom ALI (oz. BAUE v nemški izvedbi) in programom AUTOCAD. Za pričakovanja je še prezgodaj, naj pa omenim, da že-



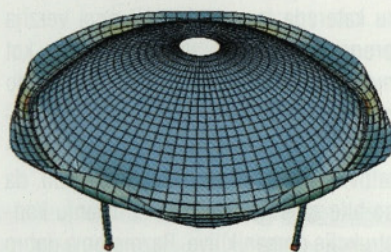
Slika 9: Model lupine v Rogaški Slatini

limo kot alternativo za program ALI še vedno ohraniti alfanumerični vnos podatkov, ker ima ta včasih velike prednosti pred grafično – interaktivnim.

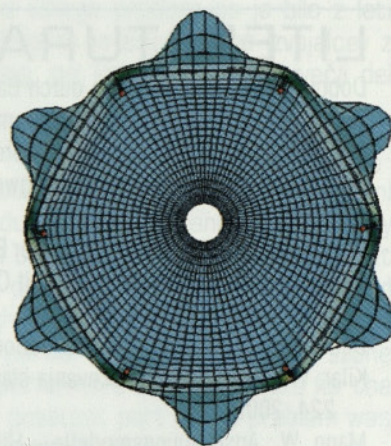
Pri timskem delu med študenti arhitekture in gradbeništva je bila opazna razlika v vzgoji in miselnosti obeh poklicev. Študenti gradbeništva so praviloma ob večjem pomanjkanju domišljije težili k znanim, običajnim konstrukcijskim rešitvam. Morda bi se ta pomanjkljivost lahko deloma odpravila s korekcijo v študijskih programih gradbeništva. Iz lastnih študijskih let se spomnim, da nismo nikoli konstruirali, to je, iskali konstrukcijskih rešitev. Pri vseh vajah smo samo računsko dokazovali vnaprej podane konstrukcijske sisteme, pri čemer dimenzioniranja posameznih elementov ne morem enačiti s konstruiranjem. Po informacijah, ki so mi dostopne, poteka študij gradbeništva podobno še danes na mnogih evropskih univerzah. Menim, da bi tudi gradbenikom koristile aktivne modelne vaje, kot jih izvajamo pri arhitektih.

5.0 VLOGA ANIMACIJ V PRAKSI

Animacijski programi so namenjeni tudi oziroma predvsem praksi. Običajno nastopajo kot privesek k inženirskim programom, nudijo pa lahko več informacij, kot sprva obetajo. Vsekakor niso namenjeni samo prezentaciji, temveč tudi predstavitvi lastnosti in morebitnih slabosti kon-



Slika 10: Deformacije in napetosti pod lastno težo



Slika 11: Deformacije in napetosti pod lastno težo, v zelo povečanem merilu, pogled od spodaj navzgor.

strukcijske zamisli. Za utemeljitev te trditve navajam primer.

V začetku šestdesetih let sem smel kot novopečeni gradbenik od strani opazovati profesorja Preloga in inženirja Corna ob njunem idejnem projektiranju lupine nad

B. DOBOVIŠEK: Znanje se prenavlja, inovativnost, kreativnost in razumevanje so prava popotnica za prakso

vrelcem v Rogaški Slatini. To je bilo v času, ko se je v Sloveniji pojavil prvi računalnik, ZUSE Z 23, seveda brez kakršne koli inženirske programske opreme. Zasnova lupine (slika 9) je bila enostavna. Krogelna kupola se pod enakomerno obtežbo obnaša po membranski teoriji, po obodu naj bi jo podpiral krožni nosilec, vpet v šest stebrov, manj pomemben »klobukov krajec« pa naj bi deloval podobno kot konzolna plošča s pretežno negativno armaturo. Pozneje so se na zgrajeni lupini prav na tej konzoli pojavile razpoke, ki jih je bilo treba sanirati. Leta 1971 sem v doktorskem delu, v okviru katerega je nastala tudi prva verzija programa SHELLS, uporabil lupino kot numerični primer. Program za statično preiskavo lupin po upogibni teoriji, SHELLS, takrat še ni omogočal grafičnih rezultatov. Numerični rezultati so pokazali, da so bile začetne zamisli o delovanju konstrukcije pomanjkljive. Razmeroma dobro so se ujemali rezultati krogelne lupine,

vendar se ta ne naslanja na krožni nosilec, temveč neposredno na stebre, krožni nosilec pa zaradi svoje manjše togosti visi na lupini. Površen pregled obsežnih numeričnih rezultatov me je takrat privedel do sklepa, da se konzolna lupina povsod zaviha navzgor in da je razpokala, ker ji je manjkala spodnja armatura. Šele animator je pozneje omogočil temeljitejši vpogled v stanje. Na sliki 10 je vidna valovita deformacija konzolne lupine, ki se nad stebri viha navzgor, med stebri pa navzdol, tako da bi glavna armatura morala potekati po vzporedniških smereh. Slika 11 prikazuje pogled na deformirano konstrukcijo s spodnje strani. Tu vidimo, da je motnja povezana z delovanjem stebrov, ki lupino poligonalno raztezajo, to raztezanje pa se nato odraža na deformaciji konzolne lupine.

Seveda je bilo stanje lupine že leta 1971 izračunano tako kot danes in podrobna študija numeričnih rezultatov bi že takrat

privedla do istih sklepov. Toda, kdaj imamo časa na pretek? Animator omogoča hiter vpogled v dogajanje in v ključne detajle.

6.0 SKLEP

Inovativnost in kreativnost sta navažnejši lastnosti, ki ju lahko absolventi univerzitetnega študija pridobijo kot popotnico za prakso in življenje. Pred samim znanjem stojita še razumevanje in sposobnost samostojnega pridobivanja novih znanj. Računalniške animacije dogajanj v konstrukcijah pri prenašanju obremenitev so prvostorno orodje za posredovanje razumevanja na predavanjih in za vsodbujanje kreativnosti in inovativnosti na vajah. V praksi pa lahko pripomorejo k poglobljenemu razumevanju pojavov in k pravočasni korekciji napak.

LITERATURA

Dobovišek, B.: Bauen lernen durch Bauen, zur Statiklehre für Architekten, Bauwelt 46/1977, str. 1599, 1977.

Dobovišek, B.: SHELLS, opis programa. Ljubljana, RC FAGG 7, 1974.

Dobovišek, B.: ALI (bi zdržalo?), - program za preizkus konstrukcij, priručnik, FAGG Arh. Ljubljana, 1992.

Dobovišek, B.: Grundlagen der Tragwerkslehre, Skript zu den Vorlesungen 1999/2000, Fachberich Architektur, TU-Berlin, 1999a.

Dobovišek, B.: Computerunterstützter Entwurf von Tragwerken, Skript zum Wahlfach, Fachberich Architektur, TU-Berlin, 1999b.

Dobovišek, B.: Tragwerksentwurf mit Computerhilfe, Skript zu den Vorlesungen, Hochschule der Künste Berlin, Studiengang Architektur, 2000.

Dobovišek, B.: Begleitende Illustrationen zur Tragwerkslehre, Fachberich Architektur, TU-Berlin, 2001.

Kilar, V.: Specifičnosti poučevanja statike na Fakulteti za arhitekturo v Ljubljani, Gradbeni vestnik, letnik 51, št. 8, str. 214-224, 2002.

Mann, W.: Anschauungsmodelle – Hilfsmittel moderner Statiklehre für Architekten, DBZ Deutsche Bauzeitschrift 8/1973, str.1557, 1973.

OPOMBA

Slika 17 v članku doc. dr. Kilarja prikazuje del konstrukcije novega Tehniškega muzeja v Berlinu in ne Muzeja sodobne umetnosti, kot je navedeno. Nosilci so velikih dimenzij, ker so v muzeju na stropove obešena tudi prava letala. Avtor konstrukcije je inženir Gerhard Pichler, profesor na Hochschule der Künste v Berlinu. Leta 2000 je ob njegovi 60-letnici pri Gebr. Mann Verlag v Berlinu izšla knjiga pod naslovom TRAGWERKSTATT GERHARD PICHLER. V knjigi so zbrana pričevanja arhitektov, avtorjev več kot 180 objektov, pri katerih je Gerhard Pichler sodeloval kot statik. Največ teh objektov stoji v Berlinu, mnogo pa jih je tudi drugod po Evropi. Gerhard Pichler je doma iz Beljaka in kot alpinist pogosto pleza tudi po naših gorah.

VPLIV SPREMEMBE LEGE TIROV NA IZBOR NAČINA SANACIJE PREDORA POGANEK NA ŽELEZNIŠKI PROGI ZIDANI MOST - LJUBLJANA

THE IMPACT OF THE CHANGES OF THE TRACK POSITION ON THE CHOICE OF THE REHABILITATION OF THE TUNNEL POGANEK ON THE RAILWAY-LINE ZIDANI MOST - LJUBLJANA

STROKOVNI ČLANEK

UDK 624.195 : 625.143

STIPE ŠOŠO

P O V Z E T E K Predor Poganek je dolgo vrsto let predstavljal ozko grlo na železniški progi Zidani Most - Ljubljana, saj je neustrezni svetli profil predora povzročal vsakodnevne motnje in zastoje v prometu. Za odpravo ozkega grla je bilo v preteklosti izdelanih že več študij, ki pa niso dale zadovoljivih rešitev. Pri vseh obdelanih variantah so bili predvideni stroški sanacije zaradi gradbenih posegov in zastojev v prometu, ki bi nastali med izvajanjem sanacije predora, previsoki. Zaradi dotrajanosti zgornjega ustroja in potrebe po delni sanaciji kamnite obloge predora pa je bilo z leti potrebno predor brezpogojno sanirati. Na razpis za izvedbo sanacije predora se je prijavilo več izvajalcev z različnimi predlogi izvedbe, od katerih je bil kot najugodnejši izbran predlog, pri katerem je bil največji del problema rešen s projektom rekonstrukcije lege obeh tirov v predoru.

S U M M A R Y The Tunnel Poganek has been the bottleneck of the railway-line Zidani Most - Ljubljana for a very long time due to its clearance, which daily caused traffic disturbances and jams. Several studies have been made in order to solve this problem, but they failed to produce a satisfactory solution. Due to traffic hold-ups and construction works to be carried out during the tunnel rehabilitation, the foreseen expences were too high. In years, the situation became worse and due to bad conditions of the substructure and the need for a partial rehabilitation of the stone layer, the rehabilitation of the tunnel became a matter of urgency. Several performers sent in tenders for the execution of the tunnel rehabilitation, and they chose the one, in which the greatest part of the problem was solved by means of the reconstruction of the position of the both tracks in the tunnel.

Avtor:

Stipe Šošo, inž. grad., TIRING d.o.o., Motnica 11, Trzin; tiring@tiring.si

1.0 UVOD

S projektom sanacije predora Poganek na glavni železniški progi Zidani Most - Ljubljana so se Slovenske železnice lotile zaključne faze sanacije progovnih objek-

tov z vidika zagotavljanja ustreznih gabaritov (UIC GB in P/C 412, slednji omogoča transport tovornih vozil na posebnih vagonih) na celotni glavni železniški progi Sežana - Ljubljana - Maribor [UIC, 1987], [Prometni institut Ljublja-

na, 1996]. Omenjena profila ustrezata tehničnim zahtevam, ki jih določata mednarodni železniški sporazum AGC (evropski sporazum o najpomembnejših mednarodnih železniških progah) in AGTC (evropski sporazum o pomembnejših mednaro-

4.0 IZVEDBA MERITEV OBSTOJEČEGA STANJA IN OPIS PROJEKTHNIH REŠITEV

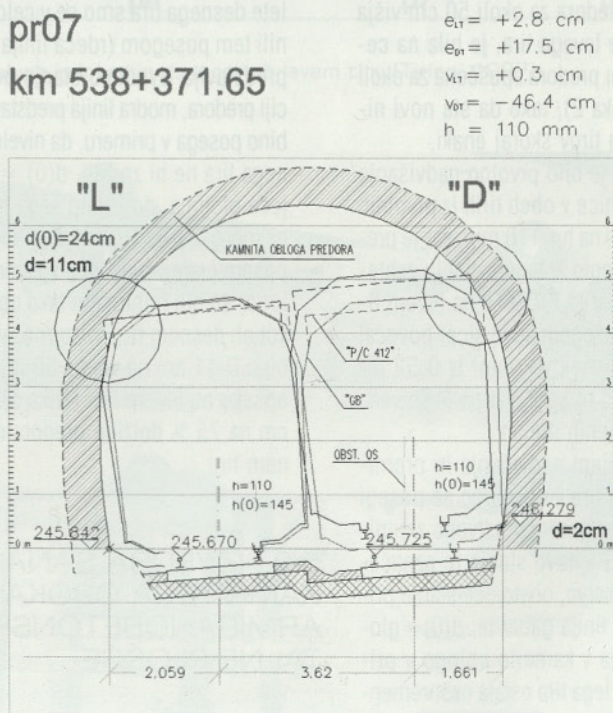
Pred pričetkom meritev prečnih profilov in lege osi tirov v predoru so bila pri ogledu obstoječega stanja določena in označena mesta prečnih profilov, v katerih so bile potem v steno predora vgrajene stalne točke. Za določitev lege tirov v prostoru je bil skozi predor razvit lokalni poligon, iz katerega so bile posnete vse stalne točke in osi obeh tirov v označenih profilih. Podrobne meritve celotnih prečnih profilov (360° , z 1° intervalom med posameznimi točkami) so bile izvršene z laserskim teodolitom ("profilirjem"). Poleg tega je bila v predoru opravljena tudi georadarska raziskava kamnite obloge in karakteristik talnega oboka [SOGEST, Prokomm, 1996].

Na podlagi izmerjenih prečnih profilov in detaljne izmere lege osi in nivelete tirov v celotni krivini, v kateri leži predor, je bila opravljena temeljita analiza obstoječega stanja predora in lege obeh ti-

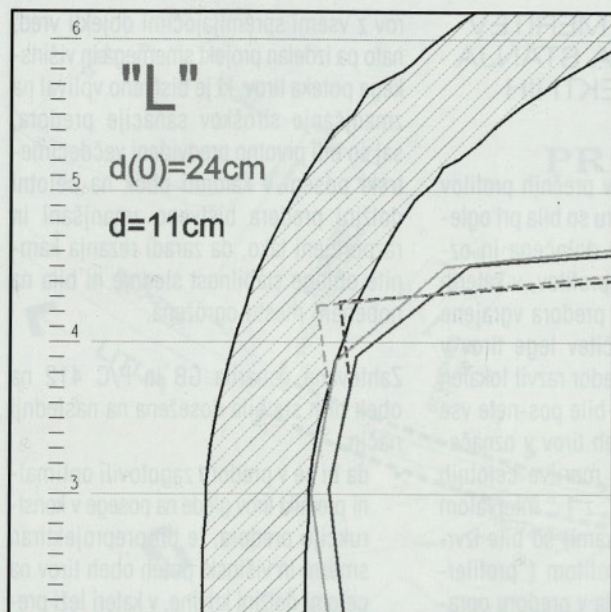
rov z vsemi spremljajočimi objekti vred, nato pa izdelan projekt smernega in višinskega poteka tirov, ki je bistveno vplival na zmanjšanje stroškov sanacije predora, saj so bili prvotno predvideni večdecimetrski posegi v kamniti obok na celotni dolžini predora bistveno zmanjšani in razporejeni tako, da zaradi rezanja kamnite obloge stabilnost slednje ni bila na nobenem mestu ogrožena.

Zahtevana gabarita GB in P/C 412 na obeh tirih sta bila dosežena na naslednji način:

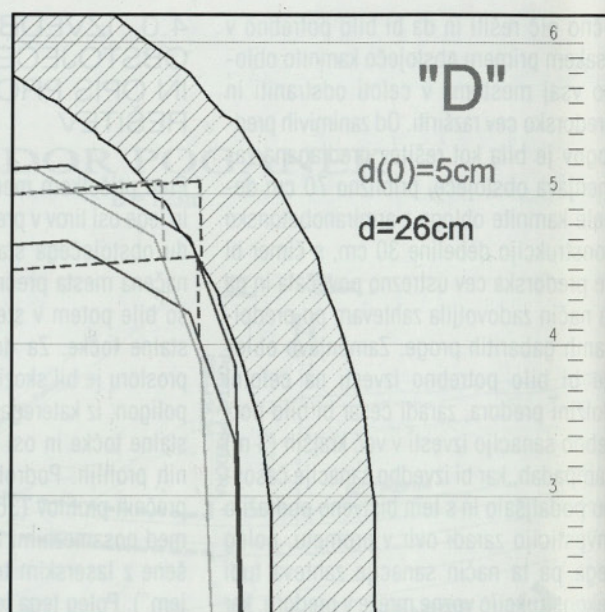
- da bi se v predoru zagotovili optimalni premiki tirov glede na posege v konstrukcijo predora, je bil preprojektiran smerni in višinski poteh obeh tirov na celotni dolžini krivine, v kateri leži predor, to je na približno 500 m dolgem odseku proge. Maksimalno prilagajanje osi tirov obstoječemu stanju predora je povzročilo relativno velike prečne premike tirov zunaj predora, in sicer do 60 cm v levem tiru ter ca. 25 cm v desnem tiru, kar pa ni povzročilo večjih problemov, saj so bili največji premiki tirov izvedeni na neproblematičnih



Slika 2: Predor Poganeek - prečni prerez v km 538+371.65 [Tiring, 1997]



Slika 3: Posegi v kamnito oblogo na levi strani predora



Slika 4: Posegi v kamnito oblogo na desni strani predora

mestih. Z omenjenim preprojektiranjem smernih elementov krivine je bilo poleg tega doseženo tudi povečanje hitrosti v desnem tiru s 70 km/h na 75 km/h ter povečanje medtirne razdalje v predoru od kritičnih 3.46 m na zadovoljivih 3.60 m [Tiring, 1997].

- niveleta desnega tira, ki je bila pred sanacijo predora za okoli 50 cm višja od nivelete levega tira, je bila na celotni dolžini predora spuščena za okoli 45 cm (slika 2), tako da sta novi niveleti obeh tirov skoraj enaki,
- zmanjšano je bilo prvotno nadvišanje zunanje tirnice v obeh tirih iz prvotnih $h=145$ mm na $h=110$ mm, kar je precej pripomoglo k zagotavljanju zahtevanega gabarita P/C 412 na levem tiru; s tem posegom se je sicer povečal bočni pospešek v krivini iz $0,52$ m/sec² na $0,75$ m/sec², kar pa je še vedno v dovoljenih mejah,
- z zmanjšanjem nadvišanja in premikom levega tira v desno so se posegi na levi strani predora bistveno zmanjšali (slika 3 - novo stanje je označeno z rdečo barvo, obstoječe stanje prikazuje siva linija gabarita, $d(0)$ = globina posega v kamnito oblogo v primeru, da bi lega tira ostala nespremenjena - obstoječe stanje pred sanacijo predora),

- odmik levega tira v desno, s katerim smo se izognili posegom v kamniti obok na levi strani predora in povečanje medtirne razdalje na 3.60m, bi v primeru ohranitve obstoječe nivelete desnega tira v predoru precej povečalo posege na desni strani predora (slika 4 - modra linija). S spustom nivelete desnega tira smo se v celoti izognili tem posegom (rdeča linija na sliki predstavlja izvedeno stanje po sanaciji predora, modra linija predstavlja globino posega v primeru, da nivelete desnega tira ne bi znižali, $d(0)$ = obstoječa globina, do katere sega teoretični rob gabarita P/C 412),
- posegi (zarezanje žleba v kamnito oblogo) so bili minimalni tako ob levem, kot ob desnem tiru in so znašali v globino 0-11 cm na vsega 30 m dolgem odseku ob levem tiru (slika 5) ter 0-7 cm na 75 % dolžine predora ob desnem tiru.

5.0 IZVEDBA SANACIJE KAMNITEGA OBOKA IN ARMIRANOBETONSKE TALNE PLOŠČE

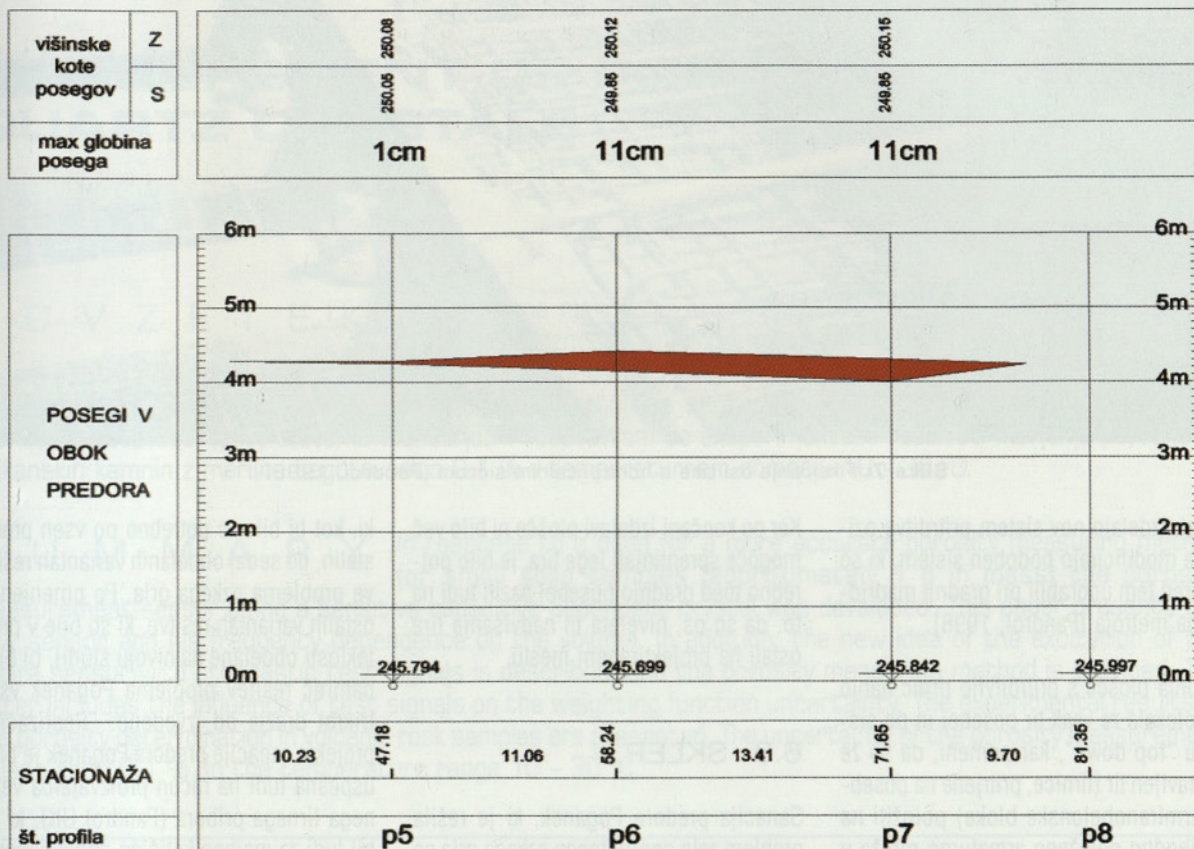
Sanacija obstoječe kamnite obloge z istočasno ureditvijo odvodnjavanja ob-

stoječega oboka predora in izvedbo armiranobetonske podložne plošče stopničaste oblike (slika 2) je bila izvedena po projektu, ki ga je izdelal IRGO in je potekala na način kot sledi. Po opravljenem pranju predora in fugiranju stikov med kamnitimi bloki oboka, je bilo izvedeno injektiranje s pomočjo vrtin odprtine $\varnothing 42$ mm in dolžine 1.5 m, ki so bile predhodno izvrtane na medsebojni oddaljenosti 2.5 m.

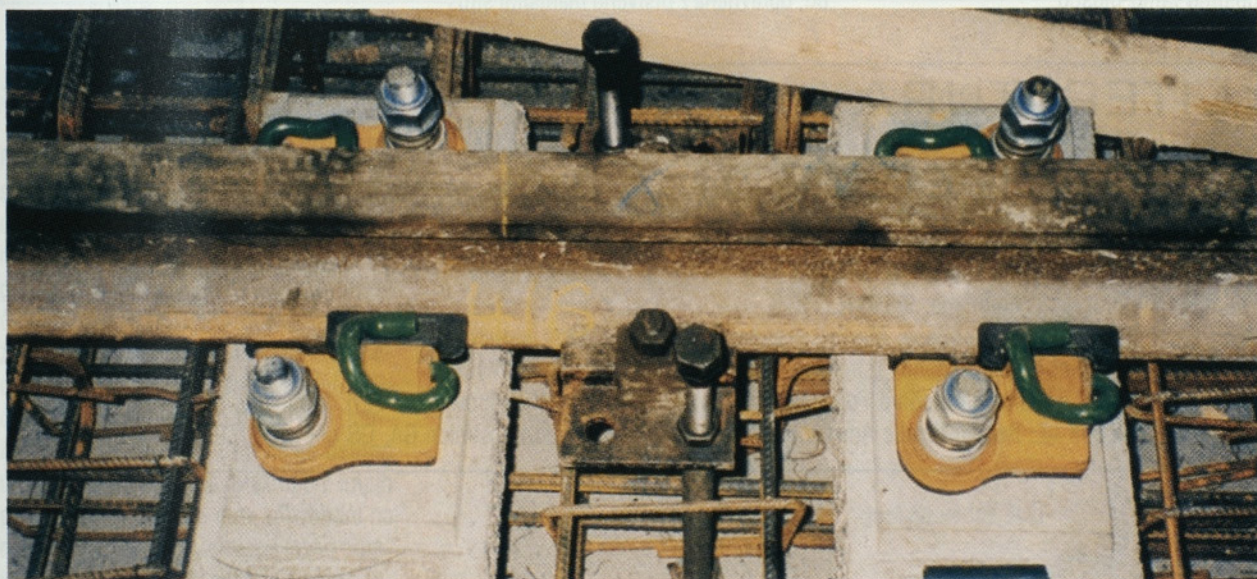
Injektirna masa je bila izdelana iz cimenta in mivke v razmerju 1:1 in pri vodoceментnem faktorja $w/c=0.4$. Zahtevana tlačna trdnost veziva je bila dosežena brez večjih težav ob tem, da je bila masi dodana manjšega količina bentonita [Likar, 1998].

Zaradi dotrajanosti pritrditve levega tira, zaščite pred premiki sten predora v smeri proti osi proge in zaradi spusta nivelete desnega tira je bilo potrebno v predoru izvesti novo armiranobetonsko talno ploščo, katere debelina pa je bila zaradi specifičnih razmer v temeljnih tleh omejena, kar je neugodno vplivalo na izbor sistema direktne pritrditve tirnic na betonsko ploščo. Po predhodnih pogovorih in razgrnitvi problema predstavnikom Pandrola so se le-ti odločili, da za predor Po-

POSEGI V OBOK PREDORA - LEVI TIR



Slika 5: Prikaz površine, globine in lokacije posegov ob levem tiru [Tiring, 1997]



Slika 6: Pritrditev tirnic [Pandrol, 1998] na betonske bloke in naprava za mikroregulacijo višine tira



Slika 7: Fiksiranje osi tira s horizontalnim sidrom [Pandrol, 1998]

ganek izdelajo nov sistem pritrditve oziroma modificirajo podoben sistem, ki so ga pred tem uporabili pri gradnji madridskega metroja [Pandrol, 1998].

Gradnja plošče s pritrditvijo tirnic nanjo je potekala za vsak tir posebej in po sistemu "top down", kar pomeni, da so že pripravljen tir (tirnice, pritrjene na posebne armiranobetonske bloke) položili na predhodno položeno armaturno mrežo v temeljni jami, ga fiksirali s posebnimi podstavki in sidri (sliki 6 in 7) na projektirano mesto, nato pa z betonom zalili nosilno talno ploščo.

Ker po končani izdelavi plošče ni bilo več mogoče spreminjati lege tira, je bilo potrebno med gradnjo posebej paziti tudi na to, da so os, niveleta in nadvišanje tira ostali na projektiranem mestu.

6.0 SKLEP

Sanacija predora Poganeek, ki je rešila problem zelo neprijetnega ozkega grla na progi Zidani Most - Ljubljana, je bila zaradi ustreznih strokovnih izkušenj in novih metod meritev, projektiranja in izvedbe, opravljena z bistveno manjšimi stroš-

ki, kot bi bilo to potrebno po vseh preostalih, do sedaj obdelanih variantah rešitve problema ozkega grla. Po omenjenih ostalih variantah rešitve, ki so bile v preteklosti obdelane na nivoju študij, bi bila namreč rešitev problema Poganeek vsaj trikrat dražja od izvedene. Realizacija projekta sanacije predora Poganeek je bila uspešna tudi na račun proizvajalca veznega tirnega pribora (Pandrol UK), ki je bil tudi za majhno količino dobavljenega materiala pripravljen skonstruirati oziroma rekonstruirati sistem pritrditve tirnic na betonsko podlago.

LITERATURA

- Likar, J.; Sladič R.; Šošo S.; Čadež J.: Sanacija železniškega predora Poganeek, 4. mednarodno posvetovanje o gradnji predorov in podzemnih prostorov, Ljubljana, 9/1998
- Pandrol: Re-building Railway Systems in Central and Eastern Europe. The Journal of Pandrol Rail Fastenings, 1998.
- Prometni institut Ljubljana: Dinamični svetli profili "B" in "P/C 412". Ljubljana, 8/1996.
- Prometni institut Ljubljana: Odprava ozkih grl na glavni progi Sežana-Ljubljana-Maribor; Sanacija predora Poganeek (Investicijski program). Ljubljana, 9/1997.
- SOGEST Trst, Prokomm Ljubljana: Meritve profilov: Predor Poganeek. Ljubljana-Trst, 10/1996.
- Tiring d.o.o. Trzin: Predor Poganeek (strokovne podlage za LD). Ljubljana, 9/1996.
- Tiring d.o.o. Trzin: Sanacija predora Poganeek: Smerna in višinska ureditev tirov (PGD-PZI). Ljubljana, 9/1997.
- UIC - Kodex 506 VE: Regeln für die Anwendung der erweiterten Begrenzungslinien GA, GB und GC, 1/1987

MERJENJE POROZNOSTI OB UPORABI KVARČNIH KRISTALOV

MEASUREMENT OF POROSITY USING QUARTZ CRYSTALS

ZNANSTVENI ČLANEK

UDK 539.21.084 : 549.08

VOJKO MATKO

P O V Z E T E K Predstavljena metoda je bila razvita zaradi potrebe po bolj natančnem merjenju poroznosti malih trdnih delcev (mase približno 1 g). Novost je v uporabi kapacitivno odvisnih kristalov. Članek predstavlja nov senzor in njegovo frekvenčno odvisnost od prostornine. V nadaljevanju je prikazana nova ideja vzbujanja senzorja s stohastičnimi signali in zmanjšanje merilne negotovosti vpliva sistema (senzorja). Predstavljeni so eksperimentalni rezultati merjenja poroznosti vulkanskih kamnin z merilno begotovostjo 0.1 % v temperaturnem območju 10 - 30 °C.

S U M M A R Y In response to a need for a more accurate porosity measuring method for small solid samples (approximately 1 g in mass) the porosity measurement sensor using a sensitive capacitive-dependent crystal was developed. This paper presents the new sensor and his frequency dependence on the volume. In addition, the new idea of the excitation of the entire sensor with stochastic test signals is described, and the porosity measuring method is provided. The latter includes the influence of test signals on the weighting function uncertainty. The experimental results of the porosity determination in volcanic rock samples are presented. The uncertainty of the porosity measurement is less than 0.1 % in the temperature range 10 - 30 °C.

Avtor:

izr. prof. dr. Vojko Matko, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova 17, Maribor, Slovenija, e-pošta: vojko.matko@uni-mb.si

1. UVOD

Poroznost je definirana kot razmerje prostornine praznega prostora v materialu s celotno prostornino materiala. S praznimi prostori se srečamo tudi v navidez neporoznih kamninah in zemljinah. Peščenjak npr. je nastal iz peska, ki se je zgostil in sprijel zaradi kasneje nanesenih plasti, toda med trdnimi delci so ostali prazni prostori in pore. Tudi zemljine vsebujejo pore, ki jih lahko delimo na mikro- in makropore. Makropore imajo premer, večji od 0.06 mm, mikropore pa manjši od 0.06 mm. Zemljine lahko obravnavamo kot štirifazni porozni sistem, sestavljen iz zraka, vode, trdnih delcev in

primesi, ki so raztopljene v vodi. V tem štirifaznem sistemu je gostota ρ zemljine definirana kot kvocient vsote mas m z vsoto prostornin V različnih faz zemljine [Sheng, 1993], [Sakai, 1994], [Meyer, 1994]

$$\rho = \frac{\sum m_i}{\sum V_i}, \quad (1)$$

$$\sum m_i = m_s + m_w + m_a + m_{ad}, \quad (2)$$

$$\sum V_i = V_s + V_w + V_a + V_{ad}, \quad (3)$$

kjer je
s faza trdnih delcev

w faza vode

a faza zraka

ad primesi.

Enačbo (1) lahko zapišemo tudi kot

$$\rho = \frac{\rho_s V_s + \rho_w V_w + \rho_a V_a + \rho_{ad} V_{ad}}{V_s + V_w + V_a + V_{ad}}, \quad (4)$$

kjer je gostota trdnih delcev

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}, \quad (5)$$

gostota vodne faze

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w}, \quad (6)$$

V. MATKO: Merjenje poroznosti ob uporabi kvarčnih kristalov

gostota zračne faze

$$\rho_a = \frac{m_a}{V_a}, \quad (7)$$

in gostota primesi zemljin

$$\rho_{ad} = \frac{m_{ad}}{V_{ad}}, \quad (8)$$

Namesto gostote lahko zapišemo specifično težo. Iz enačbe (4) sledi

$$\gamma = \frac{(\rho_s V_s + \rho_w V_w + \rho_a V_a + \rho_{ad} V_{ad}) \cdot g}{V_s + V_w + V_a + V_{ad}}, \quad (9)$$

V praksi lahko definiramo maso kot kvocient teže zemljine z gravitacijskim pospeškom

$$m = \frac{W}{g}, \quad (10)$$

Med tehtanjem v zraku je potrebno maso zmanjšati zaradi prisotnosti zraka

$$m_s = \frac{W_s}{g} + \rho_a \cdot V_s, \quad (11)$$

$$m_w = \frac{W_w}{g} + \rho_a \cdot V_w, \quad (12)$$

$$m_{ad} = \frac{W_{ad}}{g} + \rho_a \cdot V_{ad}, \quad (13)$$

Poroznost zemljine je določena z dvema parametroma – kvocientom praznine e in parametrom poroznosti η . Kvocient praznine e je definiran kot kvocient prostornine por s prostornino delcev

$$e = \frac{V_w + V_a}{V_s}, \quad (14)$$

$$e_w = \frac{V_w}{V_s}, \quad (15)$$

$$e_a = \frac{V_a}{V_s}, \quad (16)$$

Parameter poroznosti η je definiran kot kvocient prostornine por s prostornino vzorcev zemljin

$$\eta = \frac{V_w + V_a}{V} = \frac{V_w + V_a}{V_s + V_w + V_a}, \quad (17)$$

$$\eta_w = \frac{V_w}{V} = \frac{V_w}{V_s + V_w + V_a}, \quad (18)$$

$$\eta_a = \frac{V_a}{V} = \frac{V_a}{V_s + V_w + V_a}, \quad (19)$$

Vsebnost vode w je definirana kot kvocient teže vode s težo trdnih delcev

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W - W_a - W_s}{W_s}, \quad (20)$$

Absolutna vsebnost vode w_a je definirana kot kvocient teže vode s težo zemljine

$$w_a = \frac{W_w}{W} = \frac{W - W_a - W_s}{W}, \quad (21)$$

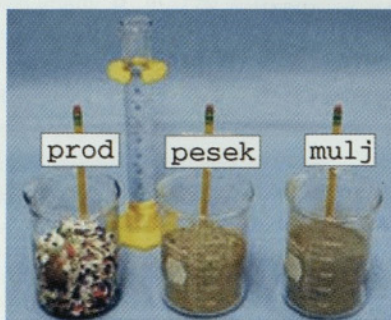
Stopnja zasičenosti S_r pa je definirana kot kvocient prostornine por (zasičenih z vodo) s prostornino vseh por

$$S_r = \frac{V_w}{V_w + V_a} = \frac{\eta_w}{\eta_w + \eta_a}, \quad (22)$$

Metode merjenja poroznosti

Najpreprostejša je določitev prostornine vseh praznin z zasičenjem [Netto, 1993], (slika 1). Pri tem standardiziranem postopku čaše najprej napolnimo do enake višine s prodom, peskom, muljem ali mešanico teh treh materialov. Nato v čaše nalijemo vodo, tako da prekrije ves material.

Vse praznine določimo tako, da delimo prostornino vode, ki je bila nalita na material, s celotno prostornino materiala. Celotna poroznost je izražena v odstotkih. Razmerje določa, koliko vode lahko zasičen material vsebuje. Ima pomemben vpliv na prostorninske lastnosti materiala, npr. prostorninsko gostoto, toplotno kapaciteto, seizmično hitrost itd.



Slika 1: Določitev poroznosti z zasičenostjo.

$$\eta = \frac{V_{\text{praznin}}}{V_{\text{celotni volumen}}} \cdot 100 \% , \quad (23)$$

kjer je

 V_{praznin} prostornina praznin in por

Obstajajo pa različne metode merjenja poroznosti.

Pri fotografski metodi merjenja poroznosti želimo določiti in količinsko opredeliti različne sisteme por, da bi tako določili naravo in pogostost rudninskih primesi in makroporoznost. Poroznost rudninskih primesi je določena s pomočjo digitalnih fotografij (in primerjave z referenčnimi), ki jih dobimo iz tankih rezov zemljin [Fredrich, 1995].

Metoda »helijskega piknometra« uporablja helij. Piknometer je sestavljen iz dveh komor, ki sta povezani s cevjo in vmesnim ventilom. Ideja je v merjenju razlike tlakov med dvema komorama, od katerih ena vsebuje vzorec materiala. Razlika v tlaku, ki nastane po odprtju vmesnega ventila (pri konstantni temperaturi in znani protornini), določa stopnjo poroznosti [Franz, 1987].

Poroznost lahko določimo tudi z drugimi konvencionalnimi metodami, kot so adsorpcijska metoda, infrardeča metoda, metoda z živim srebrom, kapilarna metoda, dielektrična metoda, analitična metoda, nuklearna magnetna resonanca s protoni, kromatografija in ultrazvočna metoda [Fripiat, 1989], [Gunaratne, 2002].

Nova metoda za merjenje poroznosti, opisana v tem članku, uporablja zelo občutljiv senzor z izboljšano merilno negotovostjo rezultatov in zmanjšanim vplivom motenj [Bonfig, 1988]. V primerjavi s helijevim piknometrom je ta metoda veliko preprostejša. Poleg tega vode ne vlivamo na material, pač pa vzorec zemljine ali kamnine potopimo v vodo.

Večino kapacitivnih mostičnih metod lahko prilagodimo za trikontaktni sistem merjenja z dodajanjem komponent za uravnavanje parazitnih admitanc [McGregor, 1958], [Thompson, 1958]. Ker pa so pogoji uravnavanja za slednje in za glavni mostič medsebojno odvisni, lahko

proces uravnovešanja postane zelo utrudljiv in dolgotrajen. Poleg tega naj bi bil kvocient signal/šum zelo visok (mostič mora imeti zelo visoko napajalno napetost).

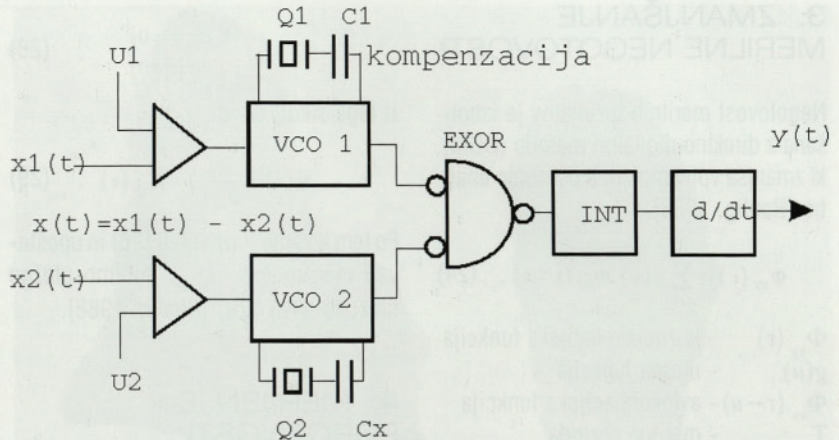
Zelo znana je Millerjeva metoda [Miller, 1990], ki je bila razvita za zaznavanje majhnih sprememb kapacitivnosti v 4 pF v kondenzatorju iz faze spremembe serijskega resonančnega vezja. Slabost Millerjeve metode je večja občutljivost na šum kot pri mostični metodi, kar pa je posledica višjih frekvenc (45 MHz).

Van Degriift [Van Degriift, 1981] je opisal alternativni pristop, ki uporablja zelo občutljiv sistem tunel-diodnih oscilatorjev za merjenje zelo majhnih sprememb kapacitivnosti. Povečanje občutljivosti gre na račun zmanjšanja stabilnosti (zaradi temperaturne odvisnosti polprevodnih materialov).

2. SENZOR ZA MERJENJE POROZNOSTI

Senzor za merjenje poroznosti uporablja kapacitivno odvisne kvarčne kristale (40 MHz s stabilnostjo ± 1 ppm v temperaturnem območju od -5 do $+55$ °C) zaradi stabilnosti in dolgoročne ponovljivosti (slika 2). Za vplivanje na frekvenco kvarčnih kristalov sta uporabljena dva nekorelirana psevdostohastična trinarna signala $x1(t)$ in $x2(t)$ [Dmowski, 1990], [Bertocco, 2002]. Oba signala sta sestavljena iz vsote enosmerne napetosti 1V in trinarnе kombinacije (0.2 V, 0 V, -0.2 V). Frekvenca oscilatorja 1 je 40 MHz, frekvenca oscilatorja 2 pa 40.001 MHz [Matko, 1998 a], [Matko, 1998 b]. Na izhodu pulznoširinskega modulatorja (EXOR) dobimo signal, ki je temperaturno in napetostno kompenziran. Prav tako je kompenziran tudi napetostni drift. Po integraciji (INT) nastane trikotni signal, ki ga z diferencialnim členom (d/dt) pretvorimo v pravokotnega $y(t) = df(t)$.

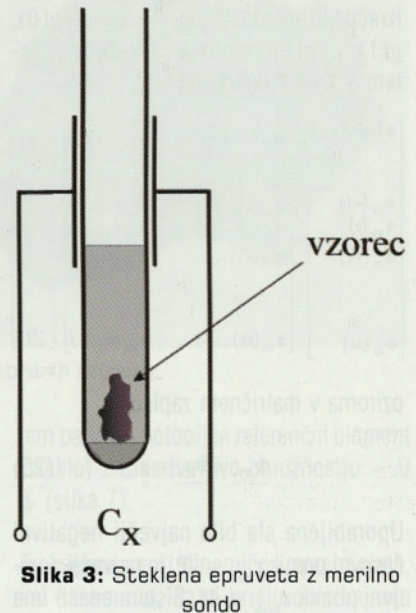
Merilna sonda je sestavljena iz kondenzatorja C_x , pritrjenega na zunanji površini steklene epruvete (slika 3), [Stucchi,



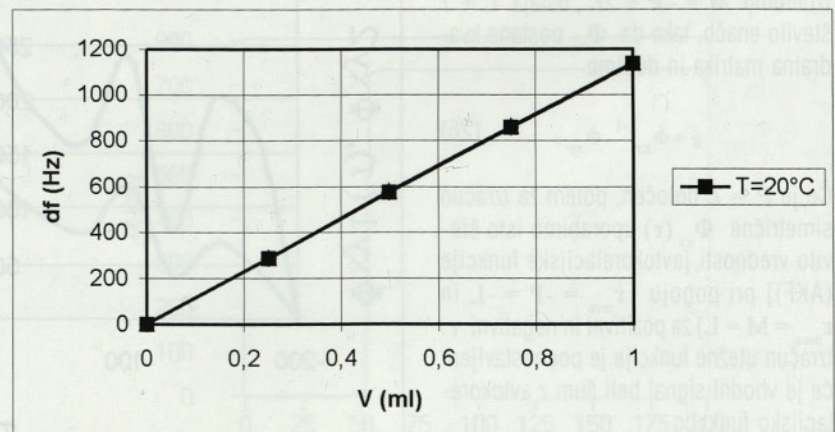
Slika 2: Zgradba senzorja.

2002]. Kot stabilni oscilacijski element je uporabljen kvarčni kristal, ki se mu zaradi serijske kapacitivnosti C_x spremeni le njegova nadomestna električna shema. Vrednosti v kvarčni nadomestni električni shemi in kapacitivnost $C_x = 5$ pF so bile izmerjene z impedančnim analizatorjem HP 4194A.

Pri potopitvi vzorca sprememba nivoja tekočine povzroči spremembo kapacitivnosti in frekvence v oscilatorju 2 (sliki 2 in 3). Odvisnost spremembe frekvence sonde df od prostornine je prikazana na sliki 4. Negotovost merjenja frekvence $df(f)$ je ± 0.1 Hz. Rezultati kažejo, da je sprememba sorazmerna prostornini tekočine v območju 0 – 1 ml.



Slika 3: Steklена epruveta z merilno sondo



Slika 4: Odvisnost spremembe frekvence sonde df od prostornine s signali $x1(t)$ in $x2(t)$.

3. ZMANJŠANJE MERILNE NEGOTOVOSTI

Negotovost merilnih rezultatov je izboljšana z direktno digitalno metodo (DDM), ki zmanjša vpliv motenj s pomočjo enačbe [Bonfig, 1988]

$$\Phi_{xy}(\tau) = \sum_{u=0}^T g(u) \cdot \Phi_{xx}(\tau - u), \quad (24)$$

$\Phi_{xy}(\tau)$ - križnokorelacijska funkcija
 $g(u)$ - utežna funkcija
 $\Phi_{xx}(\tau - u)$ - avtokorelacijska funkcija
 T - merilna perioda

Za vsako vrednost τ dobimo eno enačbo z različnim številom elementov. Da bi izračunali vrednosti utežnih funkcij $g(0), g(1), \dots, g(L)$ so enačbe združene v sistem z $L + 1$ enačbami

$$\begin{bmatrix} \Phi_{xy}(-P+L) \\ \vdots \\ \Phi_{xy}(-1) \\ \Phi_{xy}(0) \\ \Phi_{xy}(+1) \\ \vdots \\ \Phi_{xy}(M) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi_{xx}(-P+L) & \dots & \Phi_{xx}(-P) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Phi_{xx}(-1) & \dots & \Phi_{xx}(-1-L) \\ \Phi_{xx}(0) & \dots & \Phi_{xx}(-L) \\ \Phi_{xx}(+1) & \dots & \Phi_{xx}(1-L) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Phi_{xx}(M) & \dots & \Phi_{xx}(M-L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g(0) \\ \vdots \\ g(L) \end{bmatrix}$$

oziroma v matričnem zapisu

$$\underline{\Phi}_{xy} = \underline{\Phi}_{xx} \cdot \underline{g}, \quad (25)$$

Uporabljena sta bila največji negativni časovni pomik $\tau_{\min} = -P$ in največji pozitivni pomik $\tau_{\max} = M$. Sistem enačb ima tako $P - L + M + 1$ število enačb. Če izberemo $M = -P + 2L$, ostaja $L + 1$ število enačb, tako da $\underline{\Phi}_{xx}$ postane kvadratna matrika in dobimo

$$\underline{g} = \underline{\Phi}_{xx}^{-1} \cdot \underline{\Phi}_{xy}, \quad (26)$$

Če je $P = L$ določen, potem za izračun simetrične $\underline{\Phi}_{xx}(\tau)$ uporabimo isto število vrednosti [avtokorelacijske funkcije (AKF)] pri pogoju $\tau_{\min} = -P = -L$ in $\tau_{\max} = M = L$ za pozitivni in negativni τ . Izračun utežne funkcije je poenostavljen, če je vhodni signal beli šum z avtokorelacijsko funkcijo

$$\Phi_{xx}(\tau) = \sigma_x^2 \cdot \delta(\tau) = \Phi_{xx}(0) \cdot \delta(\tau), \quad (27)$$

$$\delta(\tau) = \begin{cases} 1 & \text{za } \tau = 0 \\ 0 & \text{za } |\tau| \neq 0 \end{cases}, \quad (28)$$

Iz tega sledi, da je

$$\hat{g}(\tau) = \frac{1}{\Phi_{xx}(0)} \cdot \hat{\Phi}_{xy}(\tau), \quad (29)$$

Po tem ko smo formulirali (26) in upoštevali merilni čas t_{meas} , dobimo utežno funkcijo $\hat{g}(\tau)$ (29) [Bonfig, 1988].

4. MERJENJE POROZNOSTI

Zaradi posebej izbranih testnih signalov $x1(t)$ in $x2(t)$ se funkcija $\Phi_{xy1}(\tau)$ začne na začetku koordinatne osi in konča na koordinatni osi X, ko je $\tau = t_{\text{meas}}$ (slika 5).

Zaradi tega je poroznost določena kot sprememba površine med funkcijama $\Phi_{xy2}(\tau)$ in $\Phi_{xy1}(\tau)$, katerih spremembo določa C_x . Na ta način je upoštevan testni signal v celotnem območju t_{meas} kakor tudi kompenzacija sprememb predznakov v izračunu križnokorelacijske funkcije. V primerjavi z metodami, ki ne temeljijo na metodi DDM, je največja

pridobitev izboljšano razmerje signal / šum za ≈ 30 dB.

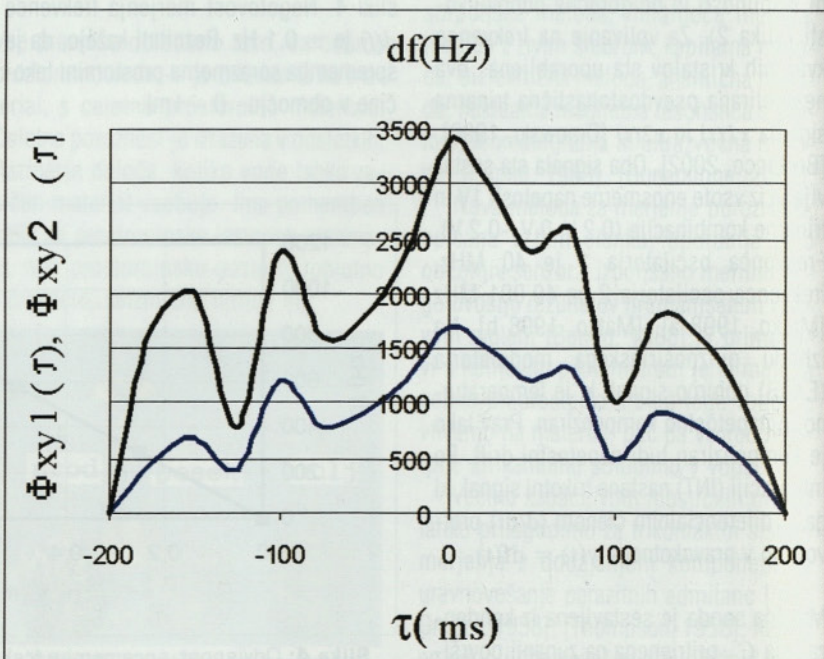
Kalibracija

Frekvenco pretvorimo v enote prostornine s kalibriranjem razmerja med frekvenco in prostornino za vsako epruveto. Za kalibracijo je uporabljeno živo srebro, katerega masa je izmerjena z napako 0.01 % (pri znani temperaturi) [Weast, 1987]. Upoštevane so tudi mehanske nelinearnosti epruvete, ki po podatkih proizvajalca ne presegajo 0.01 %. Odvisnost je dodatno linearizirana s "spline" metodo.

Vpliv temperature in merilna napaka

Vpliv temperature na meritev je upoštevan na tri načine. Poznati moramo vpliv temperature na merilno opremo, na merilni medij, v katerem meritev poteka (npr. tekočino, v kateri se test izvaja), in vpliv temperature zemljine na njene fizične lastnosti [Weast, 1987].

Temperatura okolja vpliva na linear-



Slika 5: Funkciji $\Phi_{xy1}(\tau)$ in $\Phi_{xy2}(\tau)$

nost merilnega senzorja. Skupaj s kalibracijo znaša merilna napaka 0.03%. Če je razmerje med izhodno frekvenco in prostornino znano (slika 4), dobimo enačbo

$$V(T) = V(T_0) + \Delta V(T), \quad (30)$$

Enačba (30) upošteva temperaturni vpliv spremembe prostornine vode v epruveti. Ker pa temperaturne spremembe vplivajo tudi na prostornino vzorca zemljine, je sprememba volumna izražena v določitvi specifične teže zemljine, kot sledi

$$\gamma(T) = \gamma(T_0) + \Delta \gamma(T), \quad (31)$$

V pogojih linearnega temperaturnega razmerja znotraj določenega temperaturnega območja lahko zapišemo

$$V(T) = V_s(T_0) \cdot (1 + \alpha_v(T - T_0)), \quad (32)$$

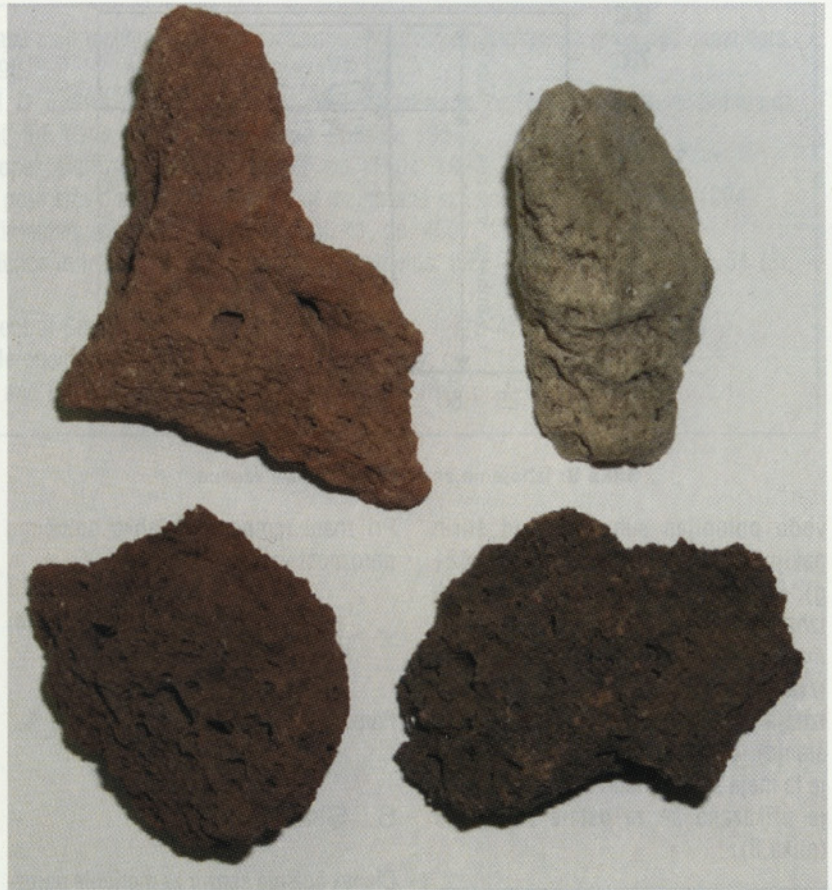
Sprememba prostornine zaradi spremembe temperature v naravno vlažnih zemljinah je izražena kot vsota sprememb prostornin vseh faz zemljin

$$dV(T) = dV_s(T) + dV_w(T) + dV_a(T), \quad (33)$$

Celotna merilna napaka senzorja za merjenje poroznosti je odvisna od posameznih delnih vplivov, kot so nelinearnost epruvete, kalibracija z živim srebrom, vpliv temperature na senzor (slika 4), linearizacija df od V , napaka merjenja frekvence $df(t)$, napaka merjenja specifične teže zemljine (31), sprememba prostornine vode v epruveti in sprememba prostornine vzorca $dV(T)$ (33). Vsota vseh prispevkov znaša 0.1 % v temperaturnem območju 10–30 °C.

5. EKSPERIMENTALNO MERJENJE POROZNOSTI

Da bi testirali novo metodo, so bile za merjenje poroznosti izbrane vulkanske kamnine, ki so znane po svoji poroznosti. Izbrani so bili štirje značilni vzorci v približni velikosti 1 ml in mase 1 g ob mestu Puerto de Santiago (pobočje



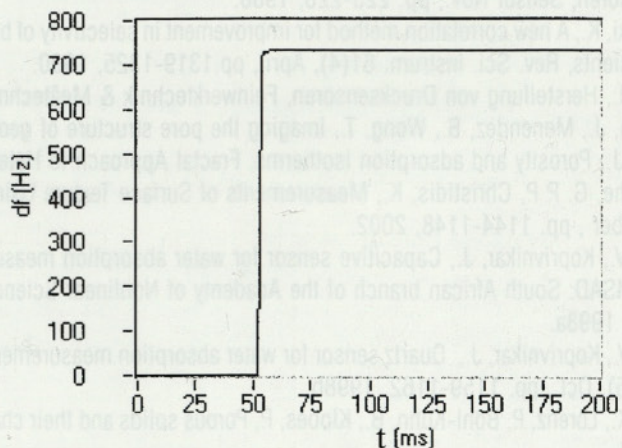
Slika 6: Videz izbranih vzorcev.

vulkana Mount Teide - 3715 m, otok Tenerife) (slika 6).

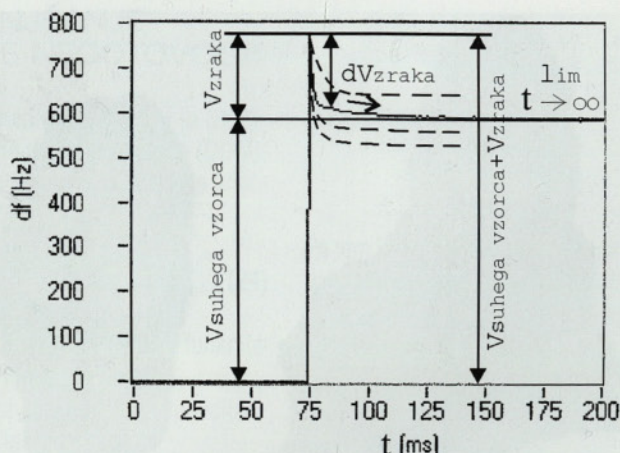
Vsi vzorci so bili naključno izbrani. Da bi določili poroznost naključno izbranega trdnega vzorca (pri 20 °C), je bil vsak potopljen v testno epruveto (slika 3). Pred

tem pa je bil potopljen referenčni element (steklo) z zanemarljivo poroznostjo ~ 0 % (slika 7).

Frekvenca se ni dinamično spreminjala, kar kaže na to, da ni prišlo do izhajanja zraka iz epruvete. V nadaljevanju je bil v



Slika 7: Merjenje referenčnega elementa.



Slika 8: Izhajanje zraka po potopitvi vzorca.

vodo potopljen suh, eden od štirih naključno izbranih vzorcev (teže 0,821 g). Ker je bil vzorec porozen, je zrak izhajal. To se kaže v dinamični spremembi frekvence (slika 8). Merjenje se izvaja, dokler se prehodni pojav izhajanja zraka ne konča (stabilno stanje). Odvisno od stopnje poroznosti je ta meja zasičenosti višja ali nižja, kot je prikazano še za ostale tri vzorce (slika 8).

Pri znani temperaturi lahko določimo poroznost vzorca

$$\eta = \frac{V_{\text{zraka}}}{V_{\text{suh vzorec}} + V_{\text{zraka}}} \quad (34)$$

Poroznost vzorca na sliki 8 je 23.8 %.

6. SKLEP

Članek opisuje senzor za merjenje poroz-

nosti, ki uporablja kapacitivno odvisne kristale. Prikazana je odvisnost df od prostornine sonde senzorja. Poleg tega podaja uporabo direktne digitalne metode, ki vključuje vpliv testnih signalov na merilno negotovost utežne funkcije.

Formacija križnokorelacijske funkcije med testnim signalom $x(t)$ in odzivom sistema $y(t)$ zmanjšuje vpliv vseh motilnih signalov, ki niso korelirani s testnim signalom $x(t)$ za ≈ 30 dB [Bonfig, 1988]. Druge prednosti predlagane metode so visoka občutljivost, visoka stabilnost, serijsko resonančno vezje, ki ni sestavljeno iz elementov L in C , razmerje signal / šum ne vpliva na natančnost meritev, zmanjšanje motenj zaradi strukture in metode, dolgoročna ponovljivost, zmanjšana histeriza [Matko, 1998] in nizka cena. Treba je opozoriti, da morajo biti uporabljeni pari kvarčnih kristalov s podobnimi temperaturnimi karakteristikami. Napaka in ponovljivost sta odvisna v največji meri od temperaturnih razlik karakteristik parov kristalov in tipa reza kristalov [Weast, 1987].

LITERATURA

- Bertocco, M., Flammini, A., Marioli, D., Taroni, A., Fast and Robust Estimation of Resonant Sensors Signal Frequency, IEEE Trans. Instrum. Meas., 51 (2), April, pp. 326-330, 2002.
- Bonfig, K. W., Das Direkte Digitale Messverfahren (DDM) als Grundlage einfacher und dennoch genauer und störssicherer Sensoren, Sensor Nov., pp. 223-228, 1988.
- Dmowski, K., A new correlation method for improvement in selectivity of bulk trap measurements from capacitance and voltage transients, Rev. Sci. Instrum. 61(4), April, pp.1319-1325, 1990.
- Franz, H., Herstellung von Drucksensoren, Feinwerktechnik & Meßtechnik 95, H. 3, pp. 145-151, 1987.
- Fredrich, J., Menendez, B., Wong, T., Imaging the pore structure of geomaterials, Science, vol. 268, pp. 276, 1995.
- Fripiat, J., Porosity and adsorption isotherms, Fractal Approach to Heterogeneous Chemistry, Wiley, pp. 28, 1989.
- Guarante, G. P. P., Christidis, K., Measurements of Surface Texture Using Ultrasound, IEEE Trans. Instrum. Meas., 50 (5), October, pp. 1144-1148, 2002.
- Matko, V., Koprivnikar, J., Capacitive sensor for water absorption measurement in glass-fiber resins using quartz crystals, IAAMSAD: South African branch of the Academy of Nonlinear Sciences, Proceedings, Durban, South Africa, pp. 440 - 443, 1998a.
- Matko, V., Koprivnikar, J., Quartz sensor for water absorption measurement in glass-fiber resins, IEEE Trans. Instrum. Meas., 47 (5), Oct., pp. 1159-1162, 1998b.
- Meyer, K., Lorenz, P., Böhl-Kuhn, B., Klobes, P., Porous solids and their characterization, Cryst. Res. Techn., vol. 29, pp. 903, 1994.

- Miller, G. L., Wagner, E. R., Resonant phase shift technique for the measurement of small changes in grounded capacitors, *Rev. Sci. Instrum.* 61(4), pp.1267, 1990.
- McGregor, M. C., Hersch, J. F., Cutkosky, R. D., Harris, F. K., Kotter, F. R., New Apparatus at the National Bureau of Standards for Absolute Capacitance Measurement, *IRE Trans. Instr.* 1-7 (3-4), pp. 253-61, 1958.
- Netto, A., Pore-size distribution in sandstones, *Bull. Appl. Math.*, vol. 77, pp. 1101, 1993.
- Sakai, S., Determination of pore size and pore size distribution, *Journal of membrane science*, vol. 96, pp. 91, 1994.
- Sheng, P., Effective medium theory of sedimentary rocks, *Phys. Rev. B.*, vol. 41, pp. 4507, 1993.
- Stucchi, M., Maex, K., Frequency Dependence in Interline Capacitance Measurements, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 51 (3), Jun., pp. 537-543, 2002.
- Thompson, A. M., The Precise Measurement of Small Capacitances, *IRE Trans. Instr.* 1-7(3-4), pp. 245-53, 1958.
- Van Degriif, C. T., Modeling of tunnel diode oscillators, *Rev. Sci. Instrum.* 52(5), May, pp. 712-723, 1981.
- West, R. C., *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 67 th edition, Boca Raton, Florida, pp. E49-E52, 1987.

NOVI DIPLOMANTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Damijan Rupnik, Analiza ekonomske učinkovitosti gradnje poslovno-stanovanjskih stavb različnega standarda na štirih obravnavanih primerih, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

Tomaž Šeliga, Digitalizacija gradbene knjige, mentor izr. prof. dr. Žiga Turk, somentor Tomo Cerovšek, univ.dipl.inž.grad.

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Igor Lipanje, Konstruiranje armature s pomočjo programa SOFICAD, mentor prof. dr. Janez Duhovnik

Matej Mavrič, Osnove in uporaba predstandarda EC8 za armiranobetonske okvirne konstrukcije, mentor prof. dr. Peter Fajfar, somentor prof. dr. Matej Fischinger

Samo Mervar, Presoja delovanja MHE na Poljanski Sori, mentor prof. dr. Franci Steinman, somentor doc. dr. Primož Banovec

Jernej Rebolj, Zasnova 400 kV daljnovodnih stebrov v luči novih evropskih predpisov, mentor izr. prof. dr. Darko Beg, somentor doc. dr. Branko Zadnik

Rok Žižek, Primerjava programov EAVEK in ETABS – primerjava osnovnih elementov in njihova uporaba na primeru AB stavbe, mentor prof. dr. Peter Fajfar

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Tanja Mahne, Organizacija projektnih okolij za doseganje ciljev gradbenih projektov v izvajalskih podjetjih, mentor doc. dr. Dušan Zupančič, somentor mag. Aleksander Srdič

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Mitja Žnidarič, Jeklena hala razpona 50 m, mentor izr. prof. dr. Stojan Kravanja

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO - EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

Sebastijan Holc, Uvajanje vodenja prodajno-gradbenih projektov v podjetje SGP Konstruktor, mentor prof. dr. Mirko Pšunder, mentor EPF prof. dr. Anton Hauc

Lidija Tekauc, Zasnova in upravičenost izgradnje nove osnovne šole Šoštanj s športno dvorano, mentor prof. dr. Mirko Pšunder, mentor EPF prof. dr. Tanja Markovič Hribernik

KOLEDAR PRIREDITEV

16.3. - 23.3.2003

3rd World Water Forum
Kyoto, Shiga, Osaka; Japonska
www.unido.org/en/doc/5165
fair@water-forum3.com

24.3. - 26.3.2003

Life-Cycle Cost Analysis
and Design of Civil Infra-
structure Systems, The
3rd International
Workshop
Lausanne, Švica
www.jcss.ethz.ch
walzer@ibk.baug.ethz.ch

3.4. - 4.4.2003

3rd International Postgra-
duate Research Confe-
rence in the Built and
Human Environment
Lizbona, Portugalska
www.scpm.salford.ac.uk/bf2003
M.Hamblett@salford.ac.uk

8.4 - 12.4.2003

MEGRA 2003
Gradbeni sejem
Gornja Radgona, Slovenija
info@pomurski-sejem.si

8.4. - 10.4.2003

TRAFFEX 2003
The International Traffic
Engineering, Road Sa-
fety, Park & Highway
Maintenance Exhibition
Birmingham, Anglija
www.traffex.com
k.bentley@hemming-group.co.uk

12.4. - 17.4.2003

ITA World Tunneling
Congress 2003
Amsterdam, Nizozemska
www.betonvereniging.nl/wtc2003
info@wtc2003.nl

13.4. - 17.4.2003

Building Fairs Brno 2003
International Building Fair
Brno, Češka
www.bcc.cz

28.4. - 30.4.2003

2nd International Confe-
rence on River Basin
Management 2003
Las Palmas, Gran Canaria, Španija
www.wessex.ac.uk/conferences/2003/waterresources03
shobbs@wessex.ac.uk

6.5. - 9.5.2003

Concrete Structures in
Seismic Regions
Atene, Grčija
www.fib2003.gr
oc2003@fib2003.gr

7.5. - 9.5.2003

8th International Confe-
rence on Structural
Studies, Repairs and
Maintenance of
Heritage Architecture
(STREMAH 2003)
Halkidiki, Grčija
www.wessex.ac.uk/conferences/2003/stremah03
gcosutta@wessex.ac.uk

7.5. - 10.5.2003

11th Rinker International
Conference on Decon-
struction and Materials
Reuse
Gainesville, Florida, ZDA
www.cce.ufl.edu/rinker11
chini@ufl.edu

8.5. - 10.5.2003

Strategis for Performan-
ce in the Aftermath of the
WTC, Conference on Tall
Buildings
Kuala Lumpur, Malezija
www.cibklutm.com
cibkl@cibklutm.com

25.5. - 29.5.2003

9th International Confe-
rence on The
Mechanical Behaviour of
Materials (ICM9)
Ženeva, Švica
www.kenes.com/icm9
icm9@kenes.com

2.6. - 5.6.2003

11th International Confe-
rence on
Wind Engineering
Lubbock, Texas
www.icwe.ttu.edu
kishor.mehta@coe.ttu.edu

9.6. - 12.6.2003

4th International Confe-
rence on Behaviour of
Steel Structures in Sei-
smic Areas (STESSA
2003)
Neapelj, Italija
<http://balkema.ima.nl/instructions.htm>
fmm@unina.it

15.6. - 18.6.2003

Cold Climate HVAC 2003
Cold Climate heating,
ventilation and air-condi-
tioning
Trondheim, Norveška
www.energy.sintef.no/arr/cc2003/
elisabeth.sognen@energy.sintef.no

27.6. - 29.6.2003

Intersolar 2003
4th international solar
energy trade fair and
conference
Freiburg, Nemčija
www.intersolar.de
info@intersolar.de

Rubriko ureja Jan Kristjan Juteršek, univ.
dipl. inž. grad., ki sprejema predloge za
objavo na e-naslov: msg@izs.si.

1/1
165 x 245 mm

2/3
108 x 223 mm

1/2
165 x 115 mm

1/4
165 x 60 mm

1/3
52 x 223 mm

Gradbeni vsetnik je strokovno znanstvena revija, s katero predstavljamo slovenski in tuji strokovni javnosti dosežke z vseh področij gradbeništva. Revija je tudi člansko glasilo Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije ter Matične sekcije gradbenih inženirjev pri Inženirski zbornici Slovenije.

Revija izhaja mesečno v nakladi 2860 izvodov. Med naročniki je tudi 52 naslovov iz tujine; z nekaterimi tujimi naslovi pa si revijo izmenjujemo.

Leta 2001 smo skromno obeležili 50 letnico neprekinjenega izhajanja in si želimo, da bi se slovensko gradbeništvo z revijo ponašalo tudi v prihodnosti, ko bo z širjenjem globalizacije na veliki preizkušnji naša strokovna in nacionalna zavest. Če bomo sodelovali, bomo ohranili svojo prestižno, v slovenskem jeziku pisano revijo, ki nas bo povezovala, nas izobraževala, preko katere bomo lahko komunicirali s kolegi v domovini in tujini, se spoznavali in merili med seboj v znanju.

Bodočnost Gradbenega vestnika je odvisna od nas, zato Vas vabimo k pisanju člankov, v družbo naročnikov in k prispevanju reklamnih oglasov.

Uredništvo

NAVODILA ZA ODDAJO OGLASA

Oglas lahko oddate kot:

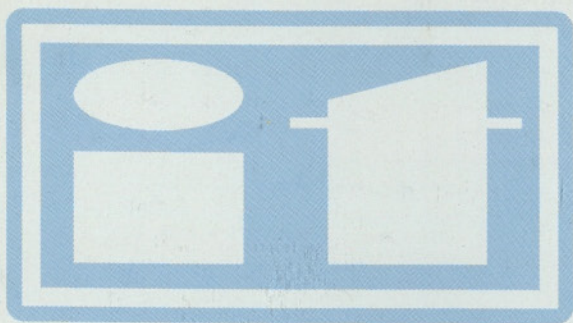
- rastrski format
JPEG, TIFF, EPS
- CDR (ver 8.0 ali manj),
pri čemer je potrebno
vse črke spremeniti v
krivulje

Vsebine je mogoče poslati z redno pošto (disketa) ali po E-pošti na naslednja naslova:

gradb.zveza@siol.net
jtd.robert@siol.net

Za reklamne oglase se priporočamo po naslednjem ceniku:

Ovitek: zadnja stran 1/1 (165 x 245 mm)	200.000,00 SIT + DDV
Notranja stran 1/1 (165 x 245 mm)	150.000,00 SIT + DDV
N.S. 2/3 (108 x 233 mm)	130.000,00 SIT + DDV
N.S. 1/2 (165 x 115 mm)	100.000,00 SIT + DDV
N.S. 1/3 (52 x 233 mm)	75.000,00 SIT + DDV
N.S. 1/4 (165 x 60 mm)	40.000,00 SIT + DDV



PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNI IZPIT V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2003

MESEC	SEMINAR	IZPITI		
		GRADBENIKI	ARHITEKTI	KRAJINARJI
Marec	17. - 21.	pisni: 1.3. ustni: 10. - 13.3.	pisni: 22.3.	
April	14. - 18.		ustni: 1. - 4.4.	
Maj	19. - 23.	pisni: 31.5.		
Junij		ustni: 9. - 13.6.		
September	22. - 26.			
Oktober	20. - 24.	pisni: 25.10.		
November	17. - 21.	ustni: 3. - 7.11. pisni: 22.11.	pisni: 8.11. ustni: 17. - 20.11.	
December	15. - 19.	ustni: 1. - 4.12.		

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE

organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**,
Karlovska 3, 1000 Ljubljana (telefon/fax: 01 / 422-46-22), E-mail: gradb.zveza@siol.net

Seminar za GRADBENIKE poteka 5 dni (46 ur) in pripravlja kandidate za splošni in posebni del strokovnega izpita, Cena seminarja znaša 102.000,00 SIT z DDV.

Seminar za ARHITEKTE IN KRAJINSKE ARHITEKTE poteka (prve) 3 dni in jih pripravlja za splošni del strokovnega izpita. Cena seminarja je 51.600,00 SIT z DDV.

K seminarju vabimo tudi kandidate, ki so že opravili strokovni izpit po določeni stopnji izobrazbe, pa so si pridobili višjo in morajo opravljati dopolnilni strokovni izpit. Ponujamo jim predavanje iz področja "Investicijski procesi in vodenje projektov". Cena predavanja in literature je 14.400,00 SIT z DDV.

Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeleženca prijavi k seminarju plačnik (podjetje, družba, ustanova, sam udeleženec ...). Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju **najkasneje 20 dni** pred pričetkom določenega seminarja. Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), in naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu. Poslovni račun ZDGITS je 02017-0015398955; davčna številka 79748767.

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Jarška 10 B, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti pri Ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 547-33-15, fax. 01 / 547-33-20, spletna stran: <http://www.izs.si>