

**HRVATSKO DRUŠTVO ZA MEHANIKU**  
**Zagreb • Republika Hrvatska**

**HDM**

**BILTEN**

**Broj 4/95**

**Zagreb, lipanj 1996.**

Adresa: HRVATSKO DRUŠTVO ZA MEHANIKU, Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb, Republika Hrvatska  
Telefon: 01 6111 944/250, Telefax: 01 615 69 40  
Žiro račun: 30102-678-565

## RIJEČ PREDsjedNIKA

*Poštovani članovi!*

*U ovom broju Biltena dati su prema navodima autora sažeci predavanja održanih u sjedištu Društva i njegovim Podružnicama, tijekom prve polovice 1996. godine, te prikaz knjiga iz područja teorijske i primjenjene mehanike izdanih u Hrvatskoj tijekom prve polovice 1996. godine.*

*Predsjednik Društva  
Prof. dr. sc. Vicko Šimić*

## SAŽECI PREDAVANJA ODRŽANIH OD SIJEČNJA DO SRPNJA 1996. GODINE

## PREDAVANJA U SJEDIŠTU DRUŠTVA

Mr. sc. Igor GRGIČEVIĆ, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu

"KONSTANTE ELASTIČNOSTI NELINEARNO ELASTIČNIH TIJELA" - Zagreb, 25. siječnja 1996.

Polazeći od opće konstitutivne jednadžbe za nelinearno elastično tijelo za slučaj kad deformacije ovise o prvoj i drugoj potenciji naprezanja, izvedena je jednadžba koja daje vezu između deformacija i naprezanja za nelinearno elastična izotropna tijela. Određene su konstante elastičnosti kod nelinearno elastičnih izotropnih tijela i opisana su mjerenja potrebna za njihovo određivanje.

Mr. sc. Janoš KODVANJ, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu

"NOVI PRILOG PRIMJENI  $\gamma$ -ZRAČENJA U FOTOELASTICIMETRIJI" - Zagreb, 22. veljače 1996.

Prikazana je metoda zamrzavanja deformacija  $\gamma$ -zračenja i definirani su parametri koji utječu na veličinu zamrznutog fotoelastičnog efekta. Navedene su razlike između klasičnih fotoelastičnih i novih polimernih materijala. Prikazan je postupak proizvodnje modela, te način ispitivanja uz automatsko određivanje reda izokroma tijekom mjerenja. Prikazan je utjecaj doze zračenja na fotoelastičnu konstantu i puzanje novih polimernih materijala. Za nekoliko karakterističnih materijala dani su dijagrami fiksiranja fotoelastičnog efekta. Za iste materijale prikazane su i vrijednosti za  $E$  i  $\nu$  dobivene mjerenjem progiba u sredini slobodno poduprte i ukleštene kružne ploče opterećene koncentriranom silom u sredini ploča.

Prof. dr. sc. Ibrahim AGANOVIĆ, dipl. inž. matematike, Prirodoslovni-matematički fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

"OSCILACIJE PERIODIČKIH KOMPOZITNIH STRUKTURA" - Zagreb, 27. ožujka 1996.

Razmatra se zadaća o oscilacijama periodičkih kompozitnih struktura. Izložena je metoda homogenizacije odn. dvoskalnog asimptotičkog razvoja po malom parametru periodičnosti. Metoda je primijenjena na problem harmonijskih oscilacija pilotskih fundamenata.

Davor DELIĆ, dipl. inž. građevinarstva, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

"PRIMJENA EKSPERTNIH SUSTAVA U KONSTRUKTORSTVU" - Zagreb, 18. travnja 1996.

Prikazane se osnove triju ekspertnih mreža na kojima je autor radio od 1990. do 1996. Prva ekspertna mreža nadogradnja je ekspertnog sustava za optimalni dizajn tipskih hala - HALLOPT. Jedna od značajki ovoga sustava bila je pamćenje prijašnjih seansi - iskustava, kako sustav ne bi za svaku novonastalu situaciju morao raditi postupak optimalizacije (ako je već prije imao sličan slučaj). To se radilo punjenjem baze podataka parametrima prijašnjih slučajeva što je vodilo zasićenju sustava nakon određenog broja iskustava. Sposobnost neuralnih mreža općenitim generalizacijama riješila je ovaj primjer tako a se računski isimulirao diskretni prostor problema optimalnog odabira podrožnica. Neuralna mreža je na osnovu te simulacije shvatila ponašanje odabira optimalne podrožnice, te je sustav u svakom momentu sposoban dati instantan odgovor za njihov odabir.

Drugi rad odnosi se na mogućnosti kontrole varijabilnog unosa energije u strukturalni sustav (mosta) u ovisnosti o nadolazećim (prometnim) opterećenjima. Razvijen je algoritam u Pascalu koji opisuje odgovor sustava s jednim stupnjem slobode na slučajno generirano nadolazeće prometno opterećenje. Također je numerički opisan sustav za unošenje sile čime se prigušuju oscilacije. Prepuštivši model generiranom opterećenju u nekom vremenu, operater za računalom nastoji prigušiti oscilacije povećavajući i smanjujući silu prigušenja prema vlastitom nahodanju. Neuralna mreža pampti nadolazeću kombinaciju opterećenja, odgovor sustava i unesenu silu prigušenja za svaki  $\Delta t$  u vremenskom intervalu  $t$ . Time mreža shvaća razmišljanje operatera i poslije je sposobna sama unositi silu prigušenja u nekom drugom vremenskom intervalu, za neka druga slučajno generirana prometna opterećenja.

Treći rad, trenutno u razvoju, odnosi se na opisivanje proračunskih modela spregnutih stupova neuralnom mrežom, modeliranje standarda (DIN 18800, EC4, BS5400, HN) za njihovo dimenzioniranje u *KAPPA PC* ljusci za predstavljanje znanja. Pravila ekspertnih sustava ovdje se koriste za kontrolu toka algoritma dok neuralna mreža daje odgovor za optimalne dimenzije stupa. Mreža je trenirana na probranom dijelu podataka iz tablica prema Stahl im Hochbau, Teil 2, tj. mreža daje odgovor u obliku optimalnih dimenzija prema proračunskom modelu po DIN 18800. Ostali proračunski postupci (standardi) izmodelirani su kako bi se ova mreža koristila u svrhu parametarskih analiza rezultata proračuna prema različitim postupcima u cilju ukidanja ili barem smanjenja razlika u rezultatima.

Mr. sc. Vlatka RAJČIĆ, dipl. inž. građevinarstva, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

"BEZRAZORNE METODE ODREĐIVANJA MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA DRVETA"  
- Zagreb, 16. svibnja 1996.

Promatran je problem primjene bezrazornih metoda za određivanje mehaničkih karakteristika drveta. Metode bi se primjenjivale kao nadopuna vizualnoj metodi pri klasifikaciji građevinske drvene građe. Ove metode se trenutno primjenjuju i pri određivanju modula elastičnosti drvenih elemenata koji je osnovni podatak za klasificiranje drveta po EUROCODE5 propisima. Daje se pregled dosadašnje primjene bezrazornih metoda u drvenim konstrukcijama i provedenih istraživanja u laboratoriju na određivanju mehaničkih karakteristika uzoraka hrasta lužnjaka metodom tranzijentne pobude impulsnim udarom čekića i metodom izbacivanja iz stanja ravnoteže. Iz dinamičkih parametara odgovora uzorka (rezonantna frekvencija i prigušenje) dobije se podatak o modulu elastičnosti uzorka, a iz korelacija s podacima dobivenim eksperimentalnim razornim metodama i podaci o čvrstoćama drveta. Prikazana je i mogućnost provjere i praćenja eksperimentalnog rada modeliranjem uzoraka FEM programom gdje se kao izlaz dobije također podatak o rezonantnoj frekvenciji.

Kao krajnji rezultat daje se prikaz neuralne mreže koja kao ulazne podatke za učenje uzima podatke o dinamičkim parametrima, podatak o vlažnosti, gustoći, geometriji i načinu oslanjanja, a kao izlaz čvrstoće drveta i modul elastičnosti.

Dan je i prijedlog mogućeg sustava za objektivno klasificiranje drvene građe gdje se daje sustav za klasificiranje uzoraka s prikazom razlike u odabiru metode za klasificiranje uzoraka u laboratoriju i drvenih elemenata in situ.

Prof. dr. sc. Zorislav SORIĆ, dipl. inž. građevinarstva, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

"UZDUŽNA RASPODJELA NAPREZANJA U REBRASTOJ  
ARMATURI ARMIRANOBETONSKOG ELEMENTA" - Zagreb, 20. lipnja 1996.

Analitičkim modelom simulira se ponašanje uzorka tipa vlak-vlak koji je podvrgnut monotono povećavajućem opterećenju. Uzorak tipa vlak-vlak sastoji se od armaturne čelične šipke u osi betonskog izduženog cilindra. Šipka izalzi iz cilindra i rasteže se na oba kraja. Model definira prionljivost kao seriju diskretnih sila otpora koje djeluju na svakom rebru rebraste armature. Veličina sila otpora varira duž šipke armature, te ovisi o otporu koji beton pruža vanjskom opterećenju.

Baza modela je u kompatibilnosti pomaka šipke armature i okolnog betona. Povećavaju se pomaci krajnjih točaka uzorka, kao i proklizavanje i naprezanje u armaturi, dok se krutost smanjuje zbog formiranja primarnih i sekundarnih pukotina.

#### PODRUŽNICA SPLIT

Mr. sc. Jani BARLE, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu

"ANALIZA METODE ODREĐIVANJA ZAOSTALIH NAPREZANJA ZABUŠIVANJEM" - Split, 13.06.1996.

Opisane su osnovne teorijske postavke i prema njima izvedene relacije, koje, pored analitičkog opisa problema daju i jednostavno rješenje zaostalih naprezanja ne određujući njihovu promjenu po dubini. Dan je pregled geometrijskih karakteristika najčešće korištenih rozeta i različitih postupaka određivanja konstanti baždarenja. Osim toga, opisani su složeniji proračuni raspodjele zaostalih naprezanja uz uporabu metode konačnih elemenata za određivanje konstanti baždarenja. Prikazan je postupak izdvajanja karakteristika materijala iz matrično formuliranih konstanti baždarenja.

Primjerima je opisano kako različite pretpostavke mehanizma postupnog otpuštanja zaostalih naprezanja daju različite rezultate, ovisno o obliku mjerene raspodjele. Prikazani su rezultati pokusa gdje je, mjerenjima na poznatoj raspodjeli naprezanja, opisana pogreška određivanja deformacija otpuštanja kod zabušivanja standardnim glodalom sa malim brojem orketaja. Prema tim deformacijama otpuštanja (izmjerena veličina), određene su raspodjele zaostalih naprezanja (tražena veličina). Time je opisan utjecaj pogreške mjerenja na pojedinu metodu proračuna. Zaključeno je da je opravdano koristiti precizne uređaje za zabušivanje dok se značajna poboljšanja metode proračuna mogu dobiti izborom optimalnih geometrijskih parametara proračuna obzirom na pogrešku mjerenja.

#### PODRUŽNICA RIJEKA

Doc. dr. sc. Ivica KOŽAR, Građevinski fakultet, Sveučilišta u Rijeci

"TENZORSKI MODEL OŠTEĆENJA BETONA" - Rijeka, 8.5.1996.

U uvodnom dijelu predavanja izložena je kratka povijest i teorijske osnove mikroravninske metode analize kvazi krtih konstrukcija s posebnim osvrtom na primjenu u betonskim konstrukcijama. Glavna poteškoća i primjeni metode za analizu betonskih konstrukcija se sastoji u tome da se pri vlačnom naprezanju pojavljuje nerealni porast Poisson-ovog koeficijenta. Navedena poteškoća je otklonjena novom formulacijom modela. Na primjeru jednostavnog skalarnog modela oštećenja (damage prikazano je što se događa u materijalu). Na temelju tih iskustava izrađen je tenzorski model oštećenja koji nema problema s Poissonovim koeficijentom u vlaknu, a dobro prikazuje pojavu tkz. inducirane anizotropije u materijalu. Navedeni matematički model materijala je ugrađen u metodu konačnih elemenata i programiran za računalo. Primjeri numeričke analize provedene računalom ilustriraju mogućnosti novog modela.

PRIKAZ KNJIGA IZ PODRUČJA TEORIJSKE I PRIMIJENJENE MEHANIKE IZDANIH U HRVATSKOJ TIJEKOM PRVE POLOVICE 1996. GODINE

Josip BRNIĆ, "ELASTOMEHANIKA I PLASTOMEHANIKA"

U nakladi Školske knjige iz Zagreba je u travnju 1996. izašao iz tiska udžbenik "ELASTOMEHANIKA I PLASTOMEHANIKA" autora prof. dr. sc. Josipa Brnića, sa Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. U uvodnom dijelu knjige obrađena je teorija naprezanja, teorija deformacija i njihova međusobna ovisnost. Nadalje su obrađeni pojedini problemi elastomehanike i plastomehanike. Numerička rješenja zasutpljena u knjizi, te novije i moderno područje teorije

viskoelastičnosti knjigu čine ne samo modernom po izboru metoda prezentacije već i po njenom sadržaju.

U 10 poglavlja na 323 stranice autor je obradio materiju iz triju tematskih cjelina: teorije elastičnosti, teorije plastičnosti i teorije viskoelastičnosti.

Brojni primjeri, tablice, slike, popis oznaka, kazalo pojmova i popis rabljene literature knjigu čine bogatom po sadržaju i jedinstvenom po pristupu obrade materije. Zastupljene su analitičke i numeričke metode, posebice metoda konačnih elemenata u analizi pojedinih problema navedenih područja. Materija je iz područja matematičke fizike a iznesena na vrlo pregledan način. Knjigu čini pristupnom studentima sveučilišnog i poslijediplomskog studija svakog tehničkog usmjerenja. Unatoč dosta kompliciranoj građi koja obrađuje pristup toj obradi i način prezentacije knjiga predstavlja kao vrlo kvalitetnu i po svom načinu iznošenja te samoj koncepciji sadržaja jedinstvenu kako u našim okvirima tako i šire.

Udžbenik će korisno poslužiti ne samo studentima tehničkih fakulteta nego i inženjerima u praksi.

### "INŽENJERSKI PRIRUČNIK IP1- Temelji inženjerskih znanja"

Dana 18. lipnja 1996. u prostorijama Školske knjige predstavljena je javnosti knjiga

#### INŽENJERSKI PRIRUČNIK IP1

temelji inženjerskih znanja

O knjizi su govorili dr. Dragomir Mađerić, prof. dr. Nikola Ružinski, prof. dr. Ivo Alfirević, prof. dr. Borivoj Modlić i mr. Ivan Budin.

IP-1 je prva knjiga iz biblioteke IP i sadrži temeljna i zajednička znanja za sve grane tehnike. Podjeljena je u 12 područja:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Matematika ima 15 poglavlja               | 7. Mehanika krutih i deformabilnih tijela, 14 poglavlja         |
| 2. Inženjerske numeričke metode, 3 poglavlja | 8. Mehanika fluida, 10 poglavlja                                |
| 3. Fizika, 3 poglavlja                       | 9. Termodinamika, 13 poglavlja                                  |
| 4. Kemija, 4 poglavlja                       | 10. Elektrotehnika, 6 poglavlja                                 |
| 5. Osobna računala, 2 poglavlja              | 11. Mjeriteljstvo, 8 poglavlja                                  |
| 6. Inženjerska grafika, 2 poglavlja          | 12. Normizacija i zaštita industrijskog vlasništva, 2 poglavlja |

Priručnik je prvenstveno pisan za diplomirane inženjere i inženjere, ali mnogi njegovi dijelovi kao što su tablice, formule i dijagrami mogu poslužiti i srednjem tehničkom kadru. Pojedini dijelovi pisani su za nivo magistra i doktora znanosti. Npr.: Tenzorski račun, Varijacijski račun, Mehanika loma, Rubni elementi, Teorija viskoelastičnosti itd. U pripremi su još tri knjige

- |   |   |
|---|---|
| IP2 OPĆE STROJARSTVO, 3 sveska<br>Elementi strojeva i knstruiranje<br>Energetsko i procesno strojarstvo<br>Transportna sredstva i slobodni strojevi | IP4 Proizvodno STROJARSTVO, 3 sveska<br>Materijali<br>Tehnologija<br>Organizacija proizvodnje |
| IP3 ELEKTROTEHNIKA, 2 sveska<br>Elektronika i telekomunikacije<br>Elektroenergetika i električni strojevi   |   |

U ostalim knjigama IP5, IP6 itd. prema interesu i mogućnostima izdavača bit će obrađena ostala područja tehnike kao što su: brodogradnja, zrakoplovstvo, promet, kemijsko inženjerstvo itd.

Stručni urednik biblioteke je prof. dr. Ivo Alfirević, a suurednik prof. dr. Borivoj Modlić. Stručni urednik IP1 je prof. dr. Ivo Alfirević, a suurednik prof. dr. Zvonimir Šikić. Glavni i odgovorni urednik biblioteke je dr. sc. Želimir Matutinović.

## 75. OBLJETNICA ZAVODA ZA TEHNIČKU MEHANIKU

U organizaciji Građevinskog fakulteta i Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, a pod visokim pokroviteljstvom Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske i Sveučilišta u Zagrebu, 7. veljače 1996. je na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu svečano obilježena 75. obljetnica Zavoda za tehničku mehaniku tehničkih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Nazočno je bilo preko tristo uzvanika, među njima i zamjenik ministra znanosti i tehnologije Republike Hrvatske prof. dr. sc. Nikola Ružinski, predsjednik Rektorskog zbora hrvatskih sveučilišta prof. dr. sc. Petar Slapničar, predsjednik Nacionalnog vijeća za visoku naobrazbu Republike Hrvatske akademik prof. dr. sc. Slaven Barišić te dekani mnogih fakulteta. Svečanom je sjednicom predsjedavao Organizacijski odbor u kojemu osim njegova predsjednika prof. dr. sc. Vicka Šimića, bili: prof. dr. sc. Ivo Alfirević, prof. dr. sc. Josip Dvornik, prof. dr. sc. Ivan Heidl, prof. dr. sc. Krešimir Herman, prof. dr. sc. Stjepan Jecić, prof. dr. sc. Veselin Simović i prof. dr. sc. Nikola Vranković. Organizacijski odbor tiskao je u povodu obljetnice lijepo i dobro opremljenu Spomenicu u kojoj su pojedini autori, ili grupa autora, opisali nastanak i ra

zvoj, te promjene organizacijskog ustrojstva Zavoda za tehničku mehaniku unutar Tehničke visoke škole, Tehničkog fakulteta te na fakultetima nastalim nakon reorganizacije 1956. godine, a posebno na Građevinskom fakultetu i Fakultetu strojarstva i brodogradnje. Temeljito su obrazlagani znanstveni, stručni i nastavni doprinosi zavoda tehničke mehanike na tim fakultetima. Na sjednici su autori istim redoslijedom ukratko izložili građu vezanu za 75. obljetnicu. Nakon završnog skupa otvorena je posebna izložba knjiga, skripata, fotografija i crteža iz arhive Zavoda za tehničku mehaniku Građevinskog fakulteta i Fakulteta strojarstva i brodogradnje u auli i u hodniku ispred velike predavaonice na kojoj su prikazani detalji iz rada u laboratoriju te rad znanstvenika i stručnjaka na velikim i složenim objektima u proteklom razdoblju. Potom su sudionici i gosti svečane proslave posjetili laboratorij Zavoda za tehničku mehaniku Građevinskog fakulteta, gdje su razgledavali sve postojeće strojeve i opremu te strojeve iz vremena osnivača Zavoda i laboratorija prof. Timošenka a koji su i danas u upotrebi.

### BUDUĆE AKTIVNOSTI

- organizirati redovite mjesečne znanstveno stručne sastanke uz predavanja i diskusije
- pripreme za 2. kongres Hrvatskog društva za mehaniku
- suorganizirati 13. Danubia-Adria Symposium on Experimental Methods in Solid Mechanics, September. 26-28, 1996. Rajecské Teplice-Slovakia
- sudjelovati u radu CISM, IUTAM i CEACM
- izdavati Bilten Društva s informacijama koje su važne članovima Društva

### OBAVIJEST O ZNANSTVENIM SKUPOVIMA

- 30. lipnja - 5. srpnja 1996. IUTAM Symposium on Innovative Computational Methods for Fracture and Damage, University College, Dublin, Ireland
- 7-10 srpnja 1996. IUTAM Symposium on Variable Density Low Speed Turbulent Flows,
- 20-21 srpnja 1996. International Seminar of the Second Technical Section of C.I.G.R., Piacenza, Italy
- 25. do 31. kolovoza 1996. XIXth International Congress of Theoretical and Applied Mechanics, ICTAM 96, Sakyo-ku, Kyoto 606-01, Japan
- 9-13 rujna 1996. EUROMECH 2nd European Nonlinear Oscillations Conference, Prague, Czech Republic
- 18-20 rujna 1996. KoREMA '96 - 41 st Annual Conference First Announcement & Call For Papers, Opatija
- 5. do 7. listopada 1996. 13. simpozij Danubia-Adria o eksperimentalnim metodama u mehanici, Rajecské Teplice, Slovačka.
- 16. lipnja - 18. lipnja 1997. The fifth international conference on residual stresses ICRS-5, LINKÖPING-SWEDEN