

Univerzitet u Tuzli  
Rudarsko – geološko – građevinski fakultet  
Tuzla

**PLAN I PROGRAM**  
**NASTAVE POSTDIPLOMSKOG STUDIJA GRAĐEVINSKIH NAUKA**

Tuzla , April 2000.god.

## **1. UVOD**

Od 1998. godine na Rudarsko – geološkom fakultetu je otvoren novi, Građevinski odsjek, koji je otvorio mogućnosti da se na jednom mjestu sastave srodne nauke kao što su građevina, geologija i rudarstvo. Svim ovim naukama je zajednički rad sa tlom. Takva kombinacija otvara mogućnosti za pokretanje postdiplomskog studija građevinskih nauka koje se oslanjaju na gore navedene nauke tj. postdiplomski studij u kojem se daje akcent na temeljenu konstrukcija i samim konstrukcijama.

Na našem području takav postdiplomski studij nije nikada organiziran i obzirom da je inače nedostatak stručnih kadrova, a naročito magistara i doktora građevinarstva mislimo da bi ovakav postdiplomski studij imao veliko interesovanje.

## **2. TRAJANJE STUDIJA**

Nastavno – naučni rad na postdiplomskom studiju za naučni stepen magistra građevinskih nauka, organizira se kao samostalna cjelina i traje četiri semestra.

U prvom, drugom i trećem semestru održavaju se predavanja. U četvrtom semestru se pod rukovodstvom mentora proučavaju određeni problemi iz uže naučne oblasti koju je kandidat odabrao za izradu magistarskog rada.

Ukupno se organizira 195 sati nastave u prvom, drugom i trećem semestru, dok se u četvrtom semestru organizira 30 sati konsultacija gdje kandidat izučava literaturu i problem koji želi da radi i o čemu dobija ovjeru od mentora da je savladao dati program bez ocjenjivanja. Nakon toga kandidat može da prijavi magistarsku tezu.

## **3. UPIS NA STUDIJ**

Na postdiplomski studij za sticanje naučnog stepena magistra mogu se upisati kandidati koji su završili odgovarajuće fakultete i stekli diplomu, s tim da imaju prosjek ocjena studija minimum osam (8). Ako kandidat nema prosjek ocjena koji se zahtjeva, potrebno je da dokaže da se bavi više od dvije godine strukom koja je bliska naučnoj oblasti iz koje želi da studira postdiplomski studij.

Na postdiplomski studij kandidati se primaju konkursom na koji se kandidati prijavljuju i prilažu slijedeće dokumente :

1. biografiju
2. diplomu dodiplomskog studija
3. uvjerenje o uspjehu iz svih predmeta prethodnog studija
4. spisak naučnih i stručnih radova
5. uvjerenje o stručnoj praksi poslije diplomiranja

## **4. RUKOVOĐENJE STUDIJEM**

Nastavno – naučnim radom i organizacijom postdiplomskog studija rukovodi nastavnik koga odredi Nastavno – naučno vijeće fakulteta. Rukovodilac postdiplomskog studija se stara o provođenju usvojenog nastavnog plana i programa i primjeni svih odredbi Zakona koji tretiraju ovu materiju u okviru Univerziteta u Tuzli.

## **5. PLAN I PROGRAM**

Plan i program studija sadrži predmete po semestrima. Predmeti se dijele na obavezne i izborne. Obavezne predmete slušaju svi studenti koji pohađaju postdiplomski studij. Izborne predmete biraju studenti prema svom opredjeljenju za užu naučnu oblast.

U prvom semestru svi predmeti su obavezni. U drugom i trećem semestru student bira dva odnosno tri predmeta od liste ponuđenih predmeta tj. ukupno 5 predmeta.

U četvrtom semestru student bira naučnu oblast iz koje želi raditi magistarski rad u okvirima odslušanih predavanja u prva tri semestra, bira mentora za tu oblast i predlaže temu za magistarski rad. Kandidat dobije zvanje magistra građevinskih nauka.

Plan i program svih predmeta daje se u daljem tekstu.

## **6. PROVJERA ZNANJA**

Provjera znanja iz predmeta u prvom semestru izvodi se pismeno ili usmeno, pismeno i usmeno, što se obavezno navodi uz svaki predmet u planu i programu studija.

Provjera znanja iz izbornih predmeta u drugom i trećem semestru izvodi se putem izrade seminarskih radova iz izabranih predmeta.

Nakon završene provjere znanja ocjena se upisuje u indeks i prijavu.

## **7. MAGISTARSKI RAD**

Magistarski rad se prijavljuje nakon odslušanog trećeg semestra. Temu magistarskog rada predlaže kandidat u dogovoru sa mentorom, koji vodi kandidata i u četvrtom semestru.

Magistarski rad se predaje u četiri primjerka. Magistarski rad se može predati tek kada je kandidat položio sve ispite i ovjerio četvrti semestar. Za ocjenu podobnosti teme i kandidata Nastavno – naučno vijeće fakulteta formira komisiju od najmanje tri i najviše pet članova iz oblasti koja je predmet izučavanja kandidata i iz srodnih oblasti.

Kandidat magistrira iz oblasti koju je odabrao i iz koje je većina izbornih predmeta.

Kandidat stiče zvanje magistar građevinskih nauka.

## **PLAN NASTAVE POSTDIPLOMSKOG STUDIJA GRAĐEVINSKIH NAUKA**

### **I SEMESTAR (obavezni predmeti)**

- |   |                |
|---|----------------|
| <b>1. UVOD U NAUČNI RAD</b>                             | <b>20 sati</b> |
| <b>2. NUMERIČKA ANALIZA</b>                             | <b>30 sati</b> |
| <b>4. METODA KONAČNIH ELEMENATA<br/>SA APLIKACIJAMA</b> | <b>30 sati</b> |

### **II i III SEMESTAR (izborni predmeti)**

- |   |                |
|---|----------------|
| <b>1. TEORIJA SIGURNOSTI I POUZDANOSTI<br/>KONSTRUKCIJA</b>         | <b>20 sati</b> |
| <b>2. NUMERIČKO MODELIRANJE STRUKTURA</b>                           | <b>20 sati</b> |
| <b>3. ANALIZA KONSTRUKCIJA NA DINAMIČKA<br/>DEJSTVA</b>             | <b>30 sati</b> |
| <b>4. MEHANIKA STIJENA</b>  | <b>20 sati</b> |
| <b>5. PRIMJENJENA MEHANIKA TLA</b>                                  | <b>20 sati</b> |
| <b>6. INŽENJERSKE AB I PREDNAPREGNUTE<br/>KONSTRUKCIJE</b>          | <b>30 sati</b> |
| <b>7. SUVREMENE METALNE KONSTRUKCIJE</b>                            | <b>30 sati</b> |
| <b>8. STABILNOST KOSINA I SANACIJA KLIZIŠTA</b>                     | <b>20 sati</b> |
| <b>9. TEMELJENJE INŽENJERSKIH OBJEKATA<br/>I PODZEMNE GRAĐEVINE</b> | <b>20 sati</b> |

(student zajedno sa mentorom bira pet od ponuđenih devet predmeta)

### **IV SEMESTAR**

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| <b>MAGISTARSKI RAD</b> | <b>30 sati</b> |
|------------------------|----------------|

(konsultacije sa budućim mentorom magistarskog rada)

# NASTAVNI PROGRAM

## I SEMESTAR

### 1. UVOD U NAUČNI RAD (20)

Istorijski razvoj i razine ljudske spoznaje od mitologije do savremene naučno tehničke revolucije. Pojava i uloga novovjekovne nauke : «stoljeće genija» (17.stoljeće) stojeće tehnike (18. i 19. stoljeće), nauka kao temeljni resurs naučno tehničke revolucije; naučna proizvodnja i proizvodnja znanja (20.st.). Značenje i uloga tehnike, tehnologije i tehnološkog procesa. Načela i uporišta tehničke civilizacije : standardizacija, maksimalizacija, kompjuterizacija, masovna proizvodnja, potrošnja i komunikacije, masovna proizvodnja, potrošnja i komunikacije, svemirska i vojna industrija, naučno tehnički i tehnološki razvoj građevinarstva. Načela i klasifikacija naučno istraživačkog rada. Metodologija, «tehnologija» izrade i objavljivanje naučnih i stručnih radova (naučni projekti, disertacije, studije i sl.). Pojam, vrste, klasifikacija i obilježja naučnih i stručnih radova.

Literatura : Bazala V. : Pogled na probleme suvremene znanosti, ŠK Zagreb, 1986/ Habermas I. : Tehnologija i znanost kao ideologija, ŠK Zagreb, 1986/ Mumford L. : Mit o mašini II GZH, Zagreb, 1986/ Kuhn T. : The Structure of Scientific Revolutions, Univ. Of Chicago Press, 1970/ Silobrčić V. : Kako sastaviti i objaviti znanstveno djelo, Jumena, Zagreb, 1982/ Zelenika R. : Metodologija i tehnološka izrade znanstvenog i stručnog djela, PK, Ljubljana – Rijeka, 1990.

### 2. NUMERIČKA ANALIZA (30)

Osnovni pojmovi : skup, relacija, preslikavanje, operacija, algebarske strukture, linearno vektorski prostor, Bonachov, Holbertov i matrički prostor. Operatori. Operacije s matricama. Osnovni zadaci i pojmovi numeričke matematike. Opšta teorija iterativnih procesa. Bonachov stav o fiksnoj tački. Karakteristike iterativnog procesa. Numeričke metode. Nelinearne jednačine i sistemi. Newtonova metoda tangente, metoda sječice. Sistemi nelinearnih jednačina. Algebarske jednačine. Interpolacija i aproksimacija. Tipovi aproksimativnih funkcija i kriterijumi za aproksimaciju. Splajn funkcija i interpolacija splajnom. Numeričko diferenciranje i integriranje. Newton-Cotesove, Gauss-Cristoffelove i druge kvadraturne formule. Diferencijalne jednačine. Cauchyev problem. Linearni višekonačni metodi. Metodi Runge-kuta. Konturni problemi. Metodi za rješavanje parcijalnih jednačina.

Literatura: Gradimir V.Milovanović : Numerička analiza I , II i III dio, N-K 1991 Beograd; E. Isacson, H.B. Keller: Analysis of numerical methods, John Wiley end Sons. Inc., New York, 1975; J. Lončar: Numerička analiza, geodetski fakultet, Sveučilište Zagreb, 1972; D.Đ. Tošić: Uvod u numeričku matematiku, N-K, Beograd 1989.

### 3. NUMERIČKO MODELIRANJE STRUKTURA (20)

Pojam modela strukture. Kontinualni i diskretni modeli. Različite formulacije, ravnotežna, energetska, varijaciona, rezidualna. Pregled metoda: metoda sila, metoda deformacija, hibridna metoda. Metode diskretizacije: matematska i fizička diskretizacija. Metod Ritz-a. Metod Galjerkina. Metod najmanjih kvadrata. Metod konačnih razlika. Metod kolokacija. Metod konačnih elemenata. Metod rubnih elemenata. Linearni i nelinearni problemi. Primjena na probleme statike, dinamike, stabilnosti, provodljivosti. Rješavanje sistema linearnih jednačina. Rješavanje nelinearnih i sistema nelinearnih jednačina.

Literatura: Autorizovana predavanja: Vinko Jović : Uvod u inženjersko numeričko modeliranje, Aquaris Engineering, Split 1993/M. Sekulović: Metod konačnih elemenata, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1998.

#### **4. METODA KONAČNIH ELEMENATA SA APLIKACIJAMA (30)**

Osnovi metode. Fizička diskretizacija. Osnovni tipovi konačnih elemenata.

Metoda deformacija. Osnovne jednačine elemenata. Formiranje matrice krutosti i vektora opterećenja elemenata. Transformacije osnovnih jednačina elemenata. Kondenzacija jednačina ravnoteže sistema. Metoda sila i hibridna metoda. Tačnost rješenja. Elementi i interpolacione funkcije. Prirodne koordinate. Izoparametarski elementi. Primjene na dinamičke probleme. Nelinearni sistemi. Metod rubnih elemenata., osnovi metode i osnovni elementi. Korištenje fundamentalne i Grinove influentne funkcije.

Literatura : M.Sekulović : Metod konačnih elemenata, IRO građevinska knjiga, Beograd, 1988/ Ervin Prelog: Metoda konačnih elemenata, Univerza v Ljubljani 1972/ Zienkiewich O.C. : The Finite Element Method, Mc Graw-Hill London 1977/ Bathe K.J. : Finite-Element Methode, Springer – V.V. Berlin N.Y. 1986.

#### **5. TEORIJA SIGURNOSTI I POUZDANOSTI KONSTRUKCIJA (20)**

Pojmovi. Deterministički i probalistički pristup. Probalistički koncept u utvrđivanu sigurnosti. Slučajne veličine i zakoni raspodjele. Djelovanje i otpornost kao slučajne veličine. Probalističke metode. Parcijalni i totalni koeficijenti sigurnosti. Pouzdanost konstruktivnih sistema.

Literatura : Autorizovana predavanja. Petrs, Meyna : Handbuch der Sicherheitstechnik I i II Hanser Verlag, 1985.

#### **6. ANALIZA KONSTRUKCIJA NA DINAMIČKA DEJSTVA (30)**

Osnove reagovanja konstrukcija na dinamička dejstva. Proračun konstrukcija na dejstvo vjetra. Proračun konstrukcija na dejstvo zemljotresa. Proračun konstrukcija na pokretna opterećenja. Osnovi dinamike tla, proračun konstrukcija na dinamička dejstva.

Literatura : Newmark N.M. , Rozenblueth E. : Osnovi zemljotresnog inženjerstva ( prevod sa engleskog) građevinska knjiga Beograd, 1987/ Aničić D., Fajfer P., Petrović B., Szavits Nossan A., Tomažević M. : Zemljotresno inženjerstvo – visokogradnja, građevinska knjiga Beograd, 1990/ Sachs F. : Wind Forces in Engineering, Pergamon Press, New York, 1983.

#### **7. MEHANIKA STIJENA (20)**

Uvod u mehaniku stijena. Metode terenskih istraživanja. Laboratorijska ispitivanja na uzorcima stijene. Korelacioni odnosi između statičkih i dinamičkih ispitivanja. Primarna i sekundarna naponska stanja u stijenskim masama. Klasifikacije i kategorizacije stijenskih masa kod temeljenja, kosina i podzemnih objekata. Korelacijske zavisnosti pojedinih inženjerskogeoloških elemenata i geotehničkih osobina stijenskih masa. Geotehnički modeli po pojedinim parametrima. Geotehnički fizički modeli diskontinualnih stijenskih sredina. Stabilnost kosina u stijeni. Stabilnost podzemnih otvora. Temelji na stijeni. Injektiranje u stijeni. Geotehnička sidra i sidrene konstrukcije. Osmatranje objekata u stijenskim masama.

Literatura: Mehanika stijena, temeljenje, podzemni radovi, Druš.građ. inž. i tehn., Zagreb 1983/ Jaeger Charles : Rock Mechanics and engineering, Cambridge 1972/ Brady, B.H.G. & Brown, E.T. : Rock Mechanics for Underground Mining, London 1985/ Barton, N. Lien, R.Lunde, J.; Engineering Classification of Rock Masses for Design of Tunnel Support, Rock Mechanics, Vol 6., No A., 1974, pg 183 – 236/ Desconders F. : Mecanique des roches, Lausanne 1977/ New Austrian Tunelling method, Univer.of Techn. Vienna, 1995/ Witke, W. Rock Mechanics, Springer Verlag, Berlin, 1990/ Nonveillet E.: Injiciranje tla, Zagreb 1989.

## **8. PRIMIJENJENA MEHANIKA TLA (20)**

Sastav, fizičko-mehaničke osobine i klasifikacija tla. Hemijska ispitivanja tla . Propusnost tla. Mjerenje propusnosti u laboratoriji. Mjerenje propusnosti tla na terenu. Red veličine koeficijenta propusnosti. Naponi i deformacije tla. Stišljivost, slijeganje i konsolidacija tla. Konsolidacija tla kod postepenog nanosenja opterećenja. Bubrenje tla. Naponi u tlu i granična nosivost tla. Pritisak i otpor tla. Granična stanja ravnoteže. Aktivni pritisak. Nekoherentno tlo. Koherentno tlo. Pasivni otpor. Pasivni otporn nekoherentnog i koherentnog tla. Projektovanje kolovoznih konstrukcija u tlu. Stabilnost pokosa i nasipakod glinovitog tla. Istraživanje nosivosti gornjeg stroja puta. Postupak i oprema za terenska ispitivanja tala. Oprema za geomehaničku laboratoriju i postupak ispitivanja.

Literetura: S. Ulrich: Grundbautechnik, Berlin 1997; H. Meissner: Bodenmekanik I-IV, Kaiserslautern, 1996; A. W. Bishop: The Use of Slip Circle in the Stability Analisis of Slopes.

Proc. Eur.Conf.Stabl.Earth Slopes. Stockholm 1, 1-13/1954; N. Najdanović, R. Obradović: Mehanika tla u inženjerskoj praksi, Beograd 1981; E. Nonveiler: Mehanika tla i temeljenje, Tehnička knjiga Zagreb, 1984; D. W. Taylor: Stability of Earth Slopes, Boston, 1985; K. Terzaghi: Teorijska mehanika Tla, Wien, 1935; Konrad Simmer: Grundbau 1, Bodenmechanik und erdstatische Berechnungen, Stuttgart 1977; DIN Erd und Grundbau 1998; M. Stević: Mehanika tla i stijena, Tuzla 1991; M. Stević: Praktikum iz mehanike tla i stijena, Tuzla 1991.

## **9. INŽENJERSKE AB I PREDNAPREGNUTE KONSTRUKCIJE (30)**

Stambeni i poslovni objekti: osnovni sistemi visokih zgrada; izbor nosivog sistema objekata sa obzirom na statička i dinamička dejstva; osnovni proračunski modeli visokih zgrada.

Industrijski objekti : industrijske hale; silosi i bunker; visoki dimnjaci i antenski stubovi; skloništa.

Vodotornjevi i rezervoari.

Osnove montažnog sistema građenja – pretpostavke industrijskog građenja; materijali i tipizacija elemenata; konstruktivni sistemi, detalji veza; montaža.

Literatura : Autorizovana predavanja. Rembert M.und A. : Silos, Berechnung, Betrieb und Ausfuhrung, Bauverlag GMBH, Berlin, 1975/ Beton – Kalender : Teil II, 1977, Ernst&Sohn, Berlin, 1977/ Grupa autora : Behalter, Bunker, Silos, Schorensteine, Fernsehturme und Stahlbetonbau , Građevinar i drugi.

## **10. SUVREMENE METALNE KONSTRUKCIJE (30)**

Razvoj novih vrsta čelika, suvremeni zahtjevi pri konstruisanju. Fizičko – mehaničke, hemijske i metalurške karakteristike sa stanovišta statičkog i dinamičkog režima opterećenja.

Korozija-uloga projektanta na ovu osobinu. Efekat sistematskih i slučajnih zarez (koncentracija napona) na naponska stanja u konstrukcijama. Suvremena tehnologija proizvodnje metalnih konstrukcija sa posebnim osvrtom na teoriju zavarivanja i vosokovrijedne vijke u vezama radioničkog i montažnog karaktera. Sistemi metalnih konstrukcija visokogradnje : hale, zgrade, antenski stubovi, objekti visokogradnje, cjevovodi i čelični mostovi. Osvrt na saznanja i iskustva kod sanacije čeličnih konstrukcija. Stablnost čeličnih konstrukcija, proračun karakterističnih čvorova, kriterijumi formiranja poprečnih presjeka grednih nosača. Novi prikaz opterećenja čeličnih konstrukcija vjetrom, aerodinamički efekti. Principi konstruisanja u zavarenoj izvedbi čeličnih konstrukcija.

Literatura : Autorizovana predavanja. Johnson R.P. : Composite structures of Steel and Concrete, Colins London, 1986/ Composite Steel-Concrete Construction and EUROCODE 4 IABSE Short Course Brussels, 1990/ EUROCODE 4.

## **11. STABILNOST KOSINA I SANACIJA KLIZIŠTA (20)**

Prirodne i vještačke kosine. Proučavanje, istraživanje i klasifikacija klizišta. Analize stabilnosti kosina. Primjena teorije plastičnosti, metoda Sokolovskog. Metode granične ravnoteže, uticaj uvedenih pretpostavki na rezultate proračuna. Matematski i fizički prihvatljiva rješenja. Metoda konačnih elemenata u analizi stabilnosti kosina. Primjeri primjene za nelinearne i kompleksne konstitutivne odnose, bilinearni modeli i model Duncan-Chang. Analiza MKE za materijale koji omekšavaju sa deformacijom. Određivanje mjerodavnih parametara za proračune stabilnosti. Promjene površnih i filtracionih pritisaka. Uticaj hidrauličnog potencijalnog polja na stabilnost. Analiza čvrstoće od izvršene deformacije i progresivni slom. Sanacija klizišta. Promjena oblika padine. Dreniranje kopanim i bušenim drenovima. Različite vrste potpornih konstrukcija. Injektiranje, elektro – osmoza i termičko očvršćavanje.

Literatura : Nonveiller E. : Kliženje i stabilizacija kosina, Školska knjiga, Zagreb, 1987, 204. str./ Sarač Dž. : Metode proračuna stabilnosti kosina u mehanici tla, Institut za geotehniku i fundiranje građevinskog fakulteta u Sarajevu, 1976, 93. str./ Bromhead E. N.: The stability of Slopes, Chapman and Hall, New York, 1986/ Desai C. S., Christian J.T.; Numerical Methods in Geotechnical Engineering, Mc Graw – Hill Book, New York, 1977.

## **12. TEMELJENJE INŽENJERSKIH OBJEKATA I PODZEMNE GRAĐEVINE (20)**

Temeljenje visokih tornjeva i dimnjaka, izbor rješenja i problemi naginjanja, mogućnosti i načini ispravljanja nagnutih visokih objekata. Temeljenje u dubokoj vodi i debelim naslagama mekog i rahlog tla. Geotehnička sidra i usidrene konstrukcije. Promjena naprezanja u konstrukcijama i temeljima usljed vremenskog razvoja slijeganja. Pojam krute i elastične temeljne konstrukcije. Proračun elastičnih temeljnih konstrukcija. Uzajamni odnos građevine, temelja i tla, vrste i oblici elastičnih temeljnih konstrukcija, problem interakcije tla i temeljnog nosača. Jednparametarski i dvoparametarski model tla. Sistemi ravnih temeljnih nosača, temeljni roštilji, pravougaone ploče, okrugle i prestenaste temeljne ploče. Sidrenje elastične potporne konstrukcije. Piloti opterećeni u poluprostoru i uslojenom tlu. Potencijalna energija deformiranih pilota.

Literatura : Desai, C.S., Christian, J.T.: Numerical Methods in Geotechnical Engineering, McGraw-Hill Book Co., New York, 1977/ Bowles, J.E.: Foundations Analysis and Design, McGraw-Hill Book Co., New York, 1988/ Zeevaert, I.: Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1973/ Kulhawy, F.H.(ed): Foundation Engineering, Current Principle and Practices, Vol.1&2, ASCE, New York, 1989.



Scot F.: Foundation Analysis, Prentice Hall, 1981. Harr E.M.: Foundations of Theoretical Soil Mechanics, Mc Graw-Hill, 1966. Pouls G.H., Davis H.E.: Pile Foundation Analysis and Design, John Willey and Sons, 1980. Tomlinson J.M.: Pile Design and Construction practice, E&FN Spon, 1994. Fleming K.G.W., Weltman J.A., Randolph F.M., Elson K.W.: Piling Engineering (2nd Edition), John Willey and Sons, 1994. Bowles E.J.: Foundation Analysis and Design, (4th Edition), McGraw-Hill, 1988. Verić F.: Autorizovana predavanja.