

Inženjerska geodezija 1

PREDAVANJE

INŽENJERSKA GEODEZIJA

dr Milutin Pejović, dipl.geod.inž.

mpejovic@grf.bg.ac.rs

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet

Odsek za geodeziju i geoinformatiku

Beograd, 2026.



O nastavnicima

- **Doc. dr Milutin Pejović, dipl.geod.inž**
- **Vasilije Ilić, mast. inž. geodez.**

O predmetu i obavezama

- 15 sedmica nastave;
- 3 časa predavanja;
- 2 časa vežbi;
- Pohadjanje predavanja i vežbi je **obavezno**;
- Dozvoljeno je odsustvo sa tri predavanja i tri vežbanja;
- Sastavni deo vežbanja je izrada elaborata;
- 2 računska kolokvijuma;
- Položeni kolokvijumi vas oslobadjaju polaganja pismenog dela ispita;
- Usmeni deo ispita;
- Inženjerska geodezija 1 je uslov za odlazak na Praktičnu nastavu;

- Inženjerska geodezija, S. Ašanin
- Inženjerska geodezija, A. Begović Z. Gospavić
- Primena geodezije u inženjerstvu, Č. Cvetković
- Osnove inženjerske geodezije, S. Pandžić
- Zbirka odabranih zadataka iz inženjerske geodezije, grupa autora
- Materijali sa predavanja

Šta ćemo učiti u okviru ovog predavanja?

U okviru ovog predavanja naučićete:

- **Šta je Inženjerska geodezija – definicija?**
- **Koji su glavni zadaci Inženjerske geodezije?**
- **Koja su znanja potrebna za uspešno rešavanje zadataka u Inženjerskoj geodeziji?**
- **Kako izgleda tipičan tok rešavanja problema u Inženjerskoj geodeziji?**
- **Koji su principi Inženjerske geodezije?**

Šta je Inženjerska geodezija?

Inženjerska geodezija je disciplina geodezije koja je usmerena na istraživanje mogućnosti i primene geodetskih metoda za rešavanje praktičnih zadataka vezanih za prostorno-geometrijski aspekt posmatranog inženjerskog objekta ili prirodnih fenomena. Pod objektom se jednako može smatrati građevinski objekat ili ceo kompleks objekata urbanog područja, mašinsko postrojenje, rudnici ili čitava prirodna područja i fenomeni, kao što su klizišta i glečeri.

*Drugi nazivi su **Primenjena geodezija** ili nekada davno, **Primenjena geometrija***

Šta je Inženjerska geodezija (definicija)?

Jedna od najpreciznijih definicija inženjerske geodezije je:

“Engineering geodesy is the discipline of reality capture, setting-out and monitoring of local and regional geometry-related phenomena, paying particular attention to quality assessment, sensor systems and reference frames.”

Kuhlmann, H., Wieser, A., Schwieger, V., & Niemeier, W. (2014).
Engineering Geodesy – Definition and Core Competencies.
Journal of Applied Geodesy, 8(4), 327–333.

ili u prevodu:

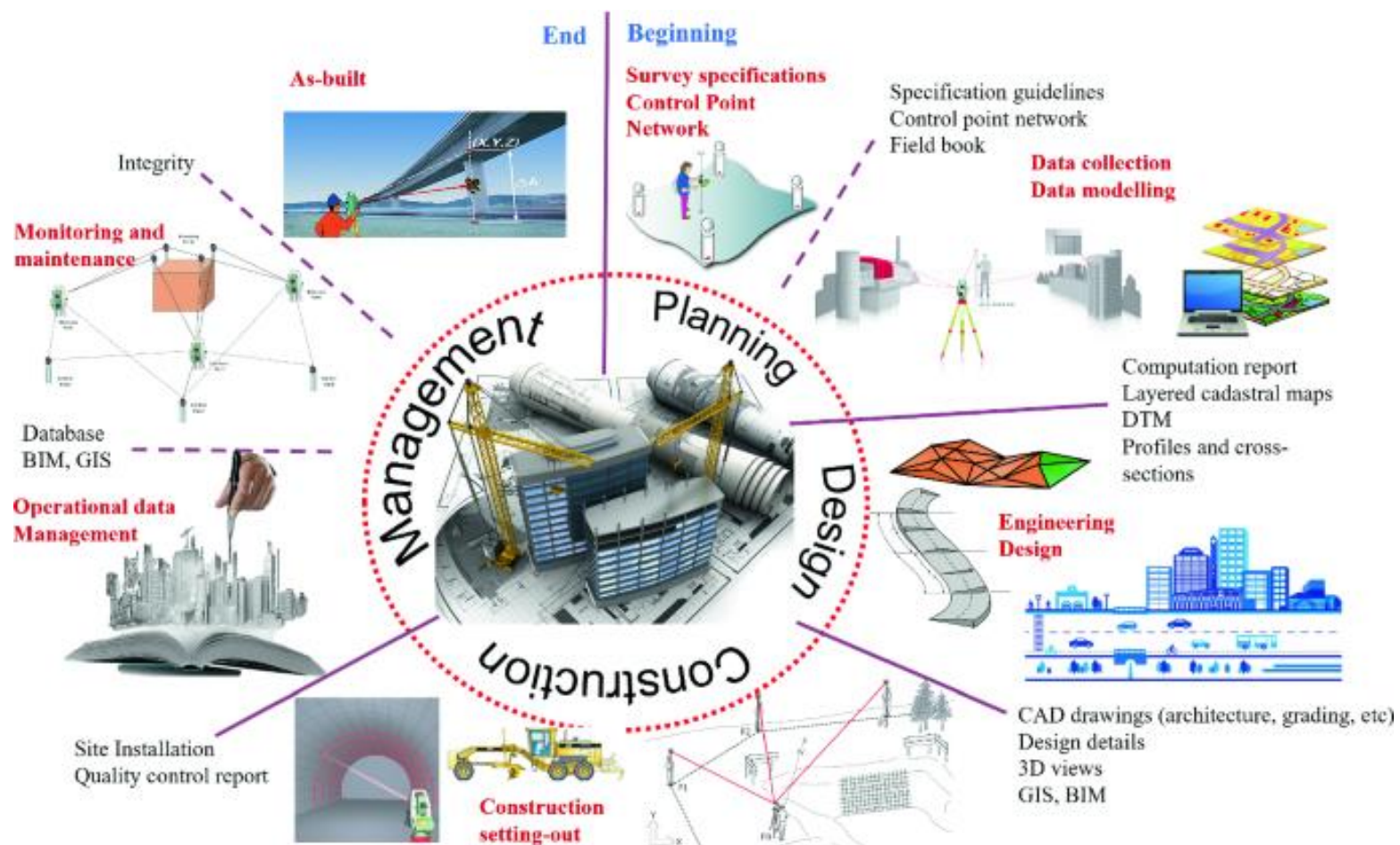
*Inženjerska geodezija je disciplina geodezije koja se bavi geodetskim snimanjem (geodetskim premerom) **stvarnosti**, obeležavanjem (pozicioniranjem) i praćenjem pomeranja u prostoru lokalnih i regionalnih geometrijski povezanih pojava, uz poseban naglasak na ocenu kvaliteta, merne senzorske sisteme i referentne okvire.*

Koji su osnovni zadaci inženjerske geodezije?



- **Geodetsko snimanje (premer) objekata** – prikupljanje geometrijskih podataka (oblik, dimenzije, međusobni odnosi) i **semantičkih podataka** (značenje, funkcija i svojstva) postojećeg stanja objekta ili prostora (područja).
- **Geodetsko obeležavanje (pozicioniranje) objekata** – pozicioniranje u prostoru projektovane geometrije objekata ili mašina i građevinskih alata (primeri);
- **Geodetsko osmatranje deformacija objekata** – geodetsko osmatranje lokalnih i globalnih deformacija objekata – registracija postojećeg (tekućeg) stanja i poređenje sa prethodnim stanjima objekta (u geometrijskom smislu);

Šta je geodetska podrška?



Koja znanja su potrebna?

- Tehnike geodetskih merenja;
- Principi i metodologije geodetskog premera;
- Geodetski koordinatni sistemi;
- Teorija grešaka geodetskih merenja i račun izravnjanja;
- Geodetska metrologija i obezbeđenje kvaliteta;
- Poznavanje specifičnih zadataka za različite projekte.

Koja znanja su potrebna?

Za uspešno izvršavanje zadataka u Inženjerskoj geodeziji neophodna su znanja o principima geodetskog pozicioniranja i koordinatnim sistemima, geodetskim mernim tehnikama i instrumentima, analizi rezultata merenja i kreranja krajnjih rezultata.

Nivo neophodnog znanja zavisi od kompleksnosti objekta koji se gradi. Nije isto pružiti geodetsku podršku izgradnji manje stambene zgrade i izgradnji mosta preko Dunava ili izgradnji dugačkog tunela. Svaki građevinski projekat ima svoje specifičnosti koje su diktirane karakteristikama lokacije na kojoj se gradi, kompleksnosti aritektonsko-građevinskog rešenja kao i tehnologije građenja koja je predviđena.

Da bi se pružila adekvatna geodetska podrška inženjerskim projektima od geodete se očekuje da se upozna sa specifičnostima projekta i projektnih zahteva i shodno tome prilagodi metodologiju izvršavanja geodetskih zadataka. Zato se Inženjerska geodezija izdvaja kao oblast širokog spektra ekspertize.

Principi inženjerske geodezije

1. Od većeg ka manjem (od geodetske mreže do objekta);
2. Ekonomičnost po pitanju tačnosti;
3. Konzistentnost
4. Nezavisna kontrola;
5. Jasnoća (nedvosmislenost) i bezbednost podataka

Od većeg ka manjem (od geodetske mreže do objekta)

Princip od većeg ka manjem podrazumeva sagledavanje šire slike geodetskih radova koji su potrebni na nekom inženjerskom projektu. Odnosno sagledavanje svih zahteva koji se odnose na geodetske radove. Tek nakon sagledavanja šire slike i zahteva, može se napraviti hijerarhija geodetskih radova po pitanju uslovljenosti radova (redosleda), obima i tačnosti.

Princip od većeg ka manjem može se ilustrovati na primeru **od geodetske mreže do objekta**. Tako se tok geodetskih radova koji u prvom koraku podrazumeva razvijanje geodetske mreže specijalne namene. Takva geodetska mreža treba materijalizuje koordinatni sistem projekta i da omogući realizaciju svih drugih geodetskih radova koji slede. Ideja je da se započne sa širim okvirom, što podrazumeva stvaranje čvrstog i preciznog referentnog sistema za čitavo područje ili projekat. Od te "celine" manji, detaljniji delovi se mogu precizno pozicionirati i kontrolisati geodetskim merenjima.

Ekonomičnost po pitanju tačnosti

Geodetske radove na inženjerskim projektima potrebno je izvoditi u skladu sa **zahtevima** tačnosti. Drugim rečima, tačnost (preciznost) izvođenja geodetskih radova na inženjerskim projektima mora da odgovara zahtevima projekta. Zadatak geodetskog inženjera je upravo da iz zahteva projekta proračuna koja je neophodna tačnost (preciznost) geodetskih radova i da vodeći se time i realizuje geodetske radove. Ostvarivanje veće preciznost često podrazumeva strožije procedure i odgovarajuću mernu opremu, što podrazumeva veće troškove. Prema tome, izbor metode rada, merne opreme i procedure rada mora biti u skladu sa zahtevima projekta. Ni lošije, ni mnogo preciznije, nego optimalno..

Svaki „proizvod“ je dobar koliko je dobar njegov najlošiji deo. U procesu geodetskih merenja u inženjerstvu, mogu se koristiti različiti merni sistemi i poštovati različite procedure. Ukoliko merni uređaji i procedure nisu usklađene u svakom koraku realizacije, konačan rezultat će biti dobar onoliko koliko je dobar najlošiji korak u toj proceduri. Ako se teži realizaciji preciznih merenja, potrebno je svaki korak te realizacije pažljivo isplanirati (od odabira opreme do procedure), jer u suprotnom, zanemarivanje nekih izvora grešaka, mogu značajno pokvariti sve rezultate.

Isti princip se primenjuje i u opštem planiranju geodetskih radova. Za uspešnu realizaciju geodetskih radova u inženjerstvu često je potrebna geodetska mreža koja mora ispuniti određene zahteve po pitanju tačnosti. U suprotnom, svi dalji radovi će biti uslovljeni tačnošću koju nosi geodetska mreža.

Osiguranje i kontrola kvaliteta

Kvalitet predstavlja stepen do kojeg rezultati merenja i izračunavanja ispunjavaju zahteve projekta, tehničke specifikacije i propisane tolerancije. Uključuje:

- tačnost i pouzdanost podataka,
- doslednost metodologije,
- dokumentovanost i mogućnost provere.

Osiguranje i kontrola kvaliteta odnosi se na procedure kojima se obezbedjuje ispunjenje zahteva.

Procedure osiguranja i kontrole kvaliteta prisutni su u svim fazama realizacije posla.

Aspekt	Obezbeđenje kvaliteta (QA)	Kontrola kvaliteta (QC)
Fokus	Proces	Rezultat
Vreme delovanja	Pre i tokom izvršenja radova	Tokom i nakon izvršenja radova
Svrha	Sprečiti greške	Otkrivanje i korekcija grešaka
Alati	Procedure, standardi	Merenja, proračuni, testovi

Podaci geodetskih merenja u inženjerskim projektima često predstavljaju dokaz o realizovanim radovima na osnovu kojih se vrši verifikacija i naplata izvedenih radova. Pored toga, geodetska merenja mogu biti skup proces. Prema tome, svaka razumljiva mera predostrožnosti treba biti preduzeta kako bi se osiguralo da radovi ne budu ugroženi. Obezbeđivanje se odnosi na zaštitu podataka i rezultata merenja. Podaci merenja koji se registruju na terenu moraju biti u trajnom, čitljivom, nedvosmislenom i lako razumljivom obliku kako bi i drugi mogli da ih razumeju. Podaci treba da budu duplicirani u najranijoj fazi, tako da, ukoliko se nešto dogodi originalnom zapisu, informacije ne budu izgubljene. Ovo se može postići pravljenjem rezervnih kopija računarskih fajlova.

A ko je inženjer?

- Etimološki, reč „inženjer“ potiče od latinske reči „ingeniosus“ što u slobodnom prevodu znači nadaren, sposoban da pronađe nešto novo, neko novo rešenje (inventivan);
- Godine 1961, Konferencija inženjerskih društava Zapadne Evrope i Sjedinjenih Američkih Država definisala je "profesionalnog inženjera" na sledeći način:

„Profesionalni inženjer je kompetentan zahvaljujući svom osnovnom obrazovanju i obuci da primeni naučnu metodu i pristup u analizi i rešavanju inženjerskih problema. On/ona je sposoban/sposobna da preuzme ličnu odgovornost za razvoj i primenu inženjerske nauke i znanja, naročito u istraživanju, projektovanju, izgradnji, proizvodnji, nadzoru, upravljanju i obrazovanju inženjera. Njegov/njen rad je pretežno intelektualne i raznolike prirode i nije rutinski mentalnog ili fizičkog karaktera. Zahteva primenu originalnog mišljenja i prosuđivanja, kao i sposobnost nadgledanja tehničkog i administrativnog rada drugih. Njegovo/njeno obrazovanje je takvo da ga/je osposobljava da kontinuirano prati napredak u svojoj grani inženjerske nauke, konsultujući nova naučna dela na globalnom nivou, usvajajući te informacije i primenjujući ih samostalno. Na taj način je u mogućnosti da doprinese razvoju inženjerske nauke ili njenim primenama. Njegovo/njeno obrazovanje i obuka su takvi da je stekao/stekla široko i opšte razumevanje inženjerskih nauka, kao i duboko razumevanje specifičnosti sopstvene grane. Vremenom će biti sposoban/sposobna da daje autoritativne tehničke savete i preuzme odgovornost za vođenje važnih zadataka u svojoj grani.“

Šta rade inženjeri?

Inženjeri projektuju (dizajniraju)

Inženjeri razvijaju nova tehničko-tehnološka rešenja. Tokom procesa inženjerskog dizajna, odgovornosti inženjera mogu uključivati **definisanje problema, sprovođenje i sužavanje istraživanja, analizu kriterijuma, pronalaženje i analizu rešenja, i donošenje odluka**. Veći deo vremena inženjeri provode u istraživanju informacija vezanih za projekat. Naime, istraživanja pokazuju da inženjeri provode 56% svog vremena u različitim aktivnostima vezanim za informacije, od čega 14% aktivno pretražuju informacije.

Inženjeri moraju da procene različite opcije dizajna prema njihovim prednostima i odaberu rešenje koje najbolje odgovara zahtevima i potrebama. Njihov ključni i jedinstveni zadatak je identifikovanje, razumevanje i tumačenje ograničenja u dizajnu kako bi postigli uspešan rezultat. Dobre veštine rešavanja problema predstavljaju važnu prednost za inženjere.

Šta rade inženjeri?

Inženjeri analiziraju

Inženjeri primenjuju tehnike inženjerske analize u testiranju, proizvodnji ili održavanju. Inženjeri moraju da analiziraju projektovano rešenje sa svih aspekata koji mogu uticati na uspesnost tog rešenja kako bi obezbedili kvalitet. Oni takođe procenjuju vreme i troškove potrebne za završetak projekata.

Inženjerska analiza podrazumeva primenu naučnih analitičkih principa i procesa kako bi se otkrila svojstva tehničko-tehnološkog rešenja koje se proučava. Proces analize podrazumeva razdvajanje inženjerskog rešenja komponente ili faze realizacije, analizu ili procenu svake komponente, i njihovo ponovno kombinovanje. Oni mogu analizirati i rizike.

Inženjeri se koriste računarima i softverima kako bi kreirali i analizirali tehnička rešenja, simulirali i testirali kako rešenje funkcioniše, definisali specifikacije, pratili kvalitet rešenja i kontrolisali efikasnost procesa.

Kako inženjer provodi radno vreme?

Istraživanja sugerišu da se rad inženjera može podeliti na nekoliko ključnih oblasti: tehnički rad (primena nauke u razvoju proizvoda), socijalni rad (interaktivna komunikacija među ljudima), rad na računarima i informacione aktivnosti.

Prema studiji iz 2012. godine, inženjeri provode 62,92% vremena u tehničkom radu, 40,37% u socijalnom radu, i 49,66% u radu na računarima. Takođe postoji značajno preklapanje između ovih različitih tipova rada, pri čemu inženjeri provode 24,96% vremena angažovani u tehničkom i socijalnom radu, 37,97% u tehničkom, ali ne-socijalnom, 15,42% u ne-tehničkom i socijalnom radu, i 21,66% u ne-tehničkom i ne-socijalnom radu.

Istraživanja pokazuju da inženjeri provode 55,8% svog vremena angažovani u različitim informacijskim aktivnostima, uključujući 14,2% u aktivnoj potrazi za informacijama od drugih ljudi (7,8%) i iz dokumenta i baza podataka (6,4%).

Vreme koje inženjeri provode u ovim aktivnostima odražava se i na kompetencije potrebne za inženjerske uloge. Pored tehničke kompetencije, istraživanja su pokazala da su lične osobine, veštine menadžmenta projekata i kognitivne sposobnosti ključni faktori uspeha u ovoj ulozi.

Geodetski inženjer danas?

- Razvoj geodetske merne tehnologije i tehnologije obrade, analize i vizualizacije prikupljenih podataka u poslednjih dvadeset godina, otvara nove mogućnosti u pružanju usluga geodetskih inženjera. Tako danas, usluge geodetskih inženjera na gradilištu danas često su povezane sa inforamcionim tehnologijama koje se koriste prilikom izgradnje, a koje imaju za cilj bolje upravljanje podacima i lakše donošenje odluka.
- Sa jedne strane, rad geodetskih inženjera je značajno olakšan implementacijom specijalizovanih softvera i automatizacijom instrumenata. Sa druge strane, **otvorila se mogućnost kreiranja novih informacija i novih proizvoda.**
- Geomatika
- Geodetski inženjer ili Inženjer geo-prostornih podataka (Geo-spatial Engineer);
- Prilika za geodetske inženjere danas da doprinesu razvoju društva, nauke i civilizacije u celini je velika i konstantno raste.

Hvala na pažnji!