

**Dr Smiljana Mirkov**

#### **IV POGLAVLJE**

### **O INŽENJERIMA, INŽENJERSTVU I ZNAČAJU IZUČAVANJA INŽENJERSKE ETIKE**

**Nakon ovog poglavlja znaćete:**

- određenje pojmova „inženjer“ i „inženjerstvo“,
- vrste inženjerskih polja delovanja,
- kako je došlo do stvaranja prvog etičkog kodeksa inženjera u istoriji inženjerstva,
- šta se nalazi u osnovi inženjerske etike,
- koja je svrha izučavanja Inženjerske etike,

## 1. POJMOVI: INŽENJER I INŽENJERSTVO

Poreklo reči *inženjer*, kao vrsta posla datira još iz vremena Rimskog carstva. Njen koren se nalazi u latinskom izrazu *ingeniator* koji je služio da se označi dovitljiv, okretan, oštrouman čovek. Rimski inženjeri marširali su zajedno sa Rimskom armijom. Njihov posao je bio da grade puteve i mostove i da nastale probleme rešavaju brzo uz minimum materijala i opreme.

Oko upotrebe reči inženjer, engineer, u Engleskoj je tokom devetnaestog veka postojala zabuna koja je datirala još od Čosera, i koja je predstavljala problem u odno su na identitet i status inženjerske profesije. Reč inženjer se koristila da opiše i one koji rukovode lokomotivama (mašinovođe) i vešte, promišljate ljude koji su ih kreirali. Do 1850. godine jaz između takva dva shvatanja pojma inženjer je brzo rastao. Intelktualno obrazovanje ljudi koji su kreirali mašine je uključivalo osnovu u matematici i inženjerskoj nauci kao i dugačak period praktične obuke što je opravdalo titulu profesionalnog inženjera. Ipak ta zabuna, tj. mešanje profesionalnog inženjera sa mašinovođom, tom impresivnom kreacijom inženjerske profesije, do dana današnjeg se nastavlja u zemljama u kojima se govori engleski jezik. Dvostruko značenje reči inženjer postoji i danas i nanosi štetu ugledu inženjerske profesije (Johnston, S.J., Gostelow, J.P., King, W.J., 2000).

Inženjerstvo je bilo centralni pojam ekonomskog razvoja koje je karakterisalo rast industrijskog kapitalizma. Najpoznatija definicija inženjerstva je najverovatnije još uvek ona koju je napisao Tomas Tredgold (Thredgold, T., 1828) za Instution of Civil Engineering 1828. godine „Umetnost upravljanja velikim izvorima prirodne moći i snage prirode radi čovekovog korišćenja i za njegovu dobrobit“ .

Iako ovakva definicija danas ne bi bila prihvatljiva, ona, pored svojih ograničenja, sadrži idealizam i pozitivnu društvenu svrhu koja ispunjava najbolje inženjerske poduhvate. Inženjeri bi trebalo da budu, u najširem smislu, u službi ljudskom rodu.

Porast broja inženjera je najtešnje vezan za procese industrijalizacije. S napretkom industrijalizacije rastao je broj specijalnosti u okviru inženjerske profesije. Od relativno nediferenciranog polja inženjerstva u 17. i 18. veku građevinsko inženjerstvo je poraslo do mašinskog inženjerstva, rudarskog i metalurškog inženjerstva, elektro i hemijskog inženjerstva, praćeno automatikom i aeronautikom. U decenijama posle Drugog svetskog rata pojedini ekonomski, naučni i politički razvoji stimulisali su porast novih specijalnosti kao što je nuklearno inženjerstvo, kompjutersko, kosmoinženjerstvo i sistem inženjering. Usled značajne diferencijacije unutar inženjerske profesije, naročito u viskoindustrijalizovanim zemljama, postavilo se pitanje koje se odnosi na identitet inženjera. Određenje pojma inženjer koje usvojeno na Konferenciji inženjerskih društava Zapadne Evrope i Amerike 1953. godine glasi:“ Profesionalni inženjer je kompetentan vrlinom svog osnovnog obrazovanja i obukom da primeni naučne metode na analize i rešenja inženjerskih problema. On ima ličnu odgovornost za razvoj i primenu inženjer ske nauke i znanja na projektovanje, konstrukciju, proizvodnju, nadzor, upravljanje i obrazovanje. Njegov rad je pretežno intelektualan i raznolik a ne rutinskog ili fizičkog karaktera. Zahteva vežbu originalne misli i sposobnost da nadgleda tehnički i administrativni rad drugih“(Conference of Engineering Societes, 1961).

Ova definicija je kritikovana jer nije naglašavala naučni karakter inženjerske profesije, što može da deluje destimulativno na inženjere da se probijaju u polje naučnog rada.

Naglašavajući zavisnost inženjera i njihovog rada od napredovanja nauke i matematike Accreditation Board for Engineering and Technology, je 2000. godine definisao **inženjerstvo** „kao profesiju u kojoj se znanje matematike i prirodnih nauka dobijenih tokom studija, iskustvo i praksa primenjuju u cilju razvoja puteva za ekonomično iskorišćavanje materijala i prirodnih sila za dobrobit čovečanstva“ (Kemper, J.D., Sanders, B.J., 2001).

Jedna formalnija definicija inženjerstva bi trebalo da obuhvati veći broj značenja, pa bi se inženjerstvo moglo da se posmatra kao:

1. specifična oblast ljudske delatnosti koju je definisao Mc Gin (McGinn, 1997) „kao visokospecijalizovanu i profesionalizovanu branšu tehnološke aktivnosti koja je posvećena sistematskom dizajnu, produkciji i operaciji tehničkih i tehnoloških sistema da bi se zadovoljile praktične ljudske potrebe pod određenim ograničenjima, a to su: vreme, novac, pouzdanost itd.“ Opseg znanja koje je ovde uključeno obuhvata mnoge različite oblasti ljudskog delanja, zadataka i kompetencija uključujući građevinsko, mašinsko i elektro inženjerstvo.
2. vrsta ljudske kulturne aktivnosti koja uključuje: projektovanje, istraživanje, proizvodnju, testiranje, operaciju, održavanje itd., i
3. da je to potpuno društveni poduhvat sa značajnim uticajem na sve aspekte ljudskog života i velikom ulogom u kretanju sveta prema određenim ciljevima kao što su: stvaranje bogatstva, poboljšavanje kvaliteta ljudskog života, trajnost.

Jednu modernu izjavu cilja inženjerstva ili svrhe inženjerstva, koja nam se takođe čini adekvatnom, dao je Institut profesionalnih inženjera Novog Zelanda „Inženjeri će ostvariti snove čovečanstva, tradicionalno znanje i koncepte nauke će upotrebiti da bi postigli trajno upravljanje planetom kroz kreativnu primenu tehnologije“ (Institution of Professional Engineers New Zeland)

## 2. INŽENJERSKA POLJA DELOVANJA

Odgovarajući na pitanje: Koje su funkcije inženjerskog delovanja i u kakvim organizacijama se mogu odvijati inženjerske karijere? - J. Kemper i B. Sanders (Kemper, J.D., Sanders, B.R., 2001) govore o sledećim:

1. **Istraživanje** – je proces učenja o prirodi i sistematizacija tih znanja u upotrebljive teorije. U opštem smislu, pretpostavlja se da naučnici prvo istražuju da bi obezbedili naučnu osnovu za ono što će inženjeri kasnije da rade i da inženjeri primenjuju ta znanja. Mnogo puta se stvari dešavaju upravo ovim redom ali nekada one dolaze i drugačijim redosledom. Na primer, prvi razvoj parne mašine bio je završen znatno pre nego bilo kakva naučna baza teorije o pari. Ista stvar se desila u slučaju

električnog generatora. Nekada su izrazi „bazična“ i „primenjena“ istraživanja suprotstavljeni. Prvi znači traganje za znanjem „sebe radi“ a drugi podrazumeva da postoji mogućnost znanja od koga će se doći. Inženjeri se retko uključuju u bazična istraživanja, osim ako su naučnici. Ali su zato inženjeri često uključeni u primenjena istraživanja. U mnogo slučajeva, u toku razvoja novog uređaja ili sistema je utvrđeno da nema dovoljno naučnog znanja da bi projekat bio uspešan. Tada je neophodno započeti specijalan istraživački program kako bi se dobile nove informacije. Ovo je primer za čisto primenjeno istraživanje – aktivnost koja se često javlja u inženjerstvu. Inženjeri uključeni u takve projekte često nose tituli „istraživač-inženjer“.

4. **Projektovanje i razvoj** – *projektovanje* je često teško za razlikovanje od aktivnosti nazvane *razvoj*. U praksi izraz *razvoj* se odnosi na prvi stepen projektovanja kada su različite moguće metode kroz koje projekat treba da bude završen analizirane, upoređene i ispitane. *Projektovanje* se obično više odnosi na kasnije faze projekta kada je osnovni metod ostvarenja već odlučan i kada je potrebno da se ustanove tačni oblici i veze između različitih delova. Šta više, čak i ove razlike mogu biti pomešane jer su u stvarnim projektima faze isprepletene, tako da i projektovanje i razvoj mogu biti nerazdvojivo povezani.
5. **Ispitivanje** – Neke organizacije imaju posebna odeljenja za ispitivanje koja su odvojena od projektnih odeljenja. Razlog za ovo odvajanje nalazi se u pretpostavci da će ispitivanja biti objektivnija nego kada bi sami projektanti to radili. Odeljenja za ispitivanja ne ispituju samo nove projekte, već mogu da ispituju nove delove ili materijale ili mogu da sprovedu kvalifikacione testove proizvoda drugih kompanija.
6. **Proizvodnja** – Mnogo inženjera je zaposleno u proizvodnji – tako mnogo da su oni u Americi formirali i svoje udruženje Society of Manufacturing Engineers (SME). Proizvodni inženjeri su više odgovorni za proizvod nego za ljude i svakodnevno su uključeni u rešavanje problema koji se stvaraju u proizvodnji. Oni se, takođe, bave razvojem i poboljšanjem proizvodnih procesa uključujući alate i mašine. Neki od njih su uključeni u proces inspekcije ili, kako se to često naziva, kontrolu kvaliteta. Blisko povezani sa proizvodnim inženjerima su pogonski inženjeri, pri čemu se prvi brinu o proizvodnji i sredstvima proizvodnje, a drugi o zgradama i pomoćnoj opremi koja podupire proizvodnju - funkcija održavanja.
7. **Građenje** - Inženjeri gradnje su uključeni direktno u građevinski personal ili su odgovorni za kvalitet procesa. U prvom slučaju oni su obično zaposleni kod izvođača radova, dok su u drugom zaposleni u inženjerskoj konsultantskoj firmi koja je projektovala građevinu. Pod takvim okolnostima oni nose titulu „nadzorni inženjer“ što znači da svoje vreme provode na gradilištu.
8. **Prodaja** – Iako je tačno da mnogi inženjeri prelaze u aktivnosti koje se sastoje od pravog prodajnog rada, i stoga, kompletno gube kontakt sa svojom profesijom, to nije ono što se, uglavnom, naziva *prodajnim inženjerstvom*. Prodajno inženjerstvo je zaista prostor između prodaje i inženjerstva a nekada uključuje i inženjersko projektovanje. Ove mogućnosti rada se obično javljaju u preduzećima koja proizvode i prodaju sisteme prilagođene kupcu. U tipičnom slučaju kompletan sistem sastavljen od gotovih komponentata može biti ponuđen na način koji je jedinstven za kupca. U nekim slučajevima može biti neophodno da se uključe i specijalne komponente koje još nisu projektovane. Inženjer prodaje radi sa kupcem i u suštini pravi prodaju ali

on projektuje sistem koji treba da zadovolji zahteve kupca i, kada je neophodno, sa drugim inženjerima razvija željenu nepostojeću komponentu.

9. **Konsalting** – Konsultantsko inženjerstvo je aktivnost koja je najbližnja radu lekara ili pravnika, ali je vrlo mali broj inženjera uključen u ovo polje rada. Pogrešno je misliti o konsultantskom inženjeru koji tipično nudi svoje profesionalne usluge javnosti i za to uzima novčanu nadoknadu, poput lekara ili advokata. Inženjer konsultant je obično organizacija koja zapošljava inženjere, arhitekta, računovođe i dr. Neke konsultantske organizacije su veoma velike i zapošljavaju stotine ili čak hiljade različitih inženjera: hemije, građevine, elektrotehnike, mašinstva i dr.
10. **Menadžment** – Statistika pokazuje da pre ili kasnije većina inženjera prelazi u polje menadžmenta. Mnogi diplomirani inženjeri se aktivno interesuju za karijeru u menadžmentu. Odnosno, pokazalo se da je menadžment glavni karijerni cilj za inženjere bez obzira na to da li im je to bilo u planu ili ne.
11. **Podučavanje** - Na kraju, navedimo i to da neki inženjeri odlaze u obrazovno polje rada. Jedan broj njih se zapošljava u srednjim tehničkim školama dok oni sa doktoratima odlaze na univerzitete.

## 3. ŠTA JE INŽENJERSKA ETIKA I ZAŠTO JE VAŽNO NJENO IZUČAVANJE

### 3.1. Inženjerska etika

Kao i druge profesije i inženjerska profesija razvija svoju etiku kao skup vrednosti i normi kojih bi inženjeri trebalo da se pridržavaju u vršenju svog profesionalnog rada. R.Kline (Kline, R.R., 2001) daje prikaz istorije inženjerske etike u SAD-u. U njemu on navodi da su se vodeći američki inženjeri u vreme Prvog svetskog rata zabrinuli nad činjenicom da inženjeri ne uživaju isti društveni status kakav je dodeljen ostalim stručnjacima. Zaključili su da javnost nema svest o tome da su inženjeri profesionalno odgovorni ljudi i da je to element koji nedostaje da bi inženjerstvo postalo profesija. Zato su u to vreme inženjerska društva iz svih oblasti ustanovila etičke kodekse, prvenstveno u cilju poboljšanja imidža inženjerske profesije u javnosti.

Prvi ili najraniji etički kodeksi su u kasnijem razvoju profesije pretrpeli mnogo izmena kao rezultat promene percepcije profesionalnih obaveza. Jedna oblast promena odnosila se na priznavanje obaveza inženjera prema društvu. Najraniji etički kodeksi tipično su imali ovu ili slične odrednice: „*Inženjer treba da zaštiti interesa klijenata ili poslodavaca uzima kao svoju prvu profesionalnu obavezu, i stoga, da izbegne svaki čin suprotan tome*“ (Iz Prvog etičkog inženjerskog kodeksa IEEE, 1912. godine). Jedina odredba koja je iskazivala odgovornost inženjera prema društvu/javnosti u tom kodeksu bila je da jedan inženjer „*treba da nastoji da pomogne javnosti u fer i korektnom opštem razumevanju inženjerskih stvari, da proširuje opšte inženjersko znanje i da obeshrabri pojavu netačnih, nefer i preteranih stavova o inženjerskim stvarima u štampi ili bilo gde*“ (Iz Etičkog kodeksa IEEE, 1912. godine ) (Baum, R., 1980).

Sve do sredine XX veka nije bila naglašena veća odgovornost inženjera prema javnosti u većini etičkih kodeksa. Godine 1947. Engineers' Council for Professional

Development (ECPD) saglasio se sa idejom da inženjeri nemaju obavezu odanosti samo prema njihovim poslodavcima i klijentima, već i dužnost prema društvu. ECPD kodeks je specifikovao da „inženjeri imaju obavezu u odnosu na sigurnost i zdravlje javnosti“. Godine 1974. ECPD kodeks je bio revidiran tako što je rekao da „inženjeri treba da obezbeđuju vrh sigurnosti, zdravlja i opšteg dobra društva u izvođenju njihovih profesionalnih dužnosti“. Ovaj stav se danas pojavljuje u kodeksima svih većih inženjerskih društava (Baum, R., 1980).

U biti inženjerske etike nalazi se odgovornost. Sam koncept odgovornosti je višedimenzionalan i sadrži bar tri različite dimenzije (Harris, C.E., Prtichard, .M.S., Rabins, M.J., 2005):

1. Odgovornost se odnosi na obavezu inženjera da koriste svoje specijalizovano znanje i veštine na način koji ide u korist klijentima i društvu i ne ugrožava poverenje koje im je dato. Ukazujemo na ovaj tip odgovornosti kada kažemo da inženjeri moraju da budu odgovorni ili da se ponašaju odgovorno. Možemo da kažemo da je ovo generalno pozitivna i dalekosežna koncepcija odgovornosti. Nazovimo je **odgovornost obaveze**.
2. Odgovornost se odnosi na identifikaciju onih kojima krivica može biti pripisana zbog pogrešnog delanja. Tada kažemo da je inženjer odgovoran za grešku ili je jedan od onih odgovornih za grešku. Ovo je u suštini negativan i nazadni koncept značenja odgovornosti. Nazovimo je **odgovornost krivice**.
3. Odgovornost se ponekad odnosi na osobu koja je na poziciji ili ima ulogu supervizora. Ponekad kažemo da je inženjer odgovoran u nadgledanju dizajna ili nekog drugog inženjerskog projekta. Ovaj koncept odgovornosti može biti viđen kao kombinacija i pozitivne i negativne dimenzije odgovornosti. S pozitivne strane, osoba odgovorna za nadgledanje ima obavezu da inženjerski projekti budu izvedeni u skladu sa profesionalnim standardima, i tehničkim i etičkim. Negativna strana, osoba odgovorna za nadgledanje može biti okrivljena ako projekat nije izveden u skladu sa ovim standardima. Ovo možemo nazvati **odgovornost uloge**.

Sva tri koncepta odgovornosti su važna u obavljanju inženjerske profesije. Odgovornost obaveze odnosi se na pozitivne obaveze inženjera da nadgledaju profesionalne standarde. Odgovornost krivice odnosi se na odgovornost za štetne aktivnosti. Odgovornost uloge odnosi se na igranje uloge sa određenim odgovornostima tako da svako ima obavezu odgovornosti i takođe može biti okrivljen za štetu.

### 3.2. Svrha izučavanja inženjerske etike?

Po mišljenju M.V.Martina i R. Šincingera, prvih istraživača inženjerske etike (M.V.Martin, R.Šincinger, 2011: 32-34), inženjersku etiku treba izučavati jer je važna u pogledu doprinosa razvoju bezbednih i korisnih tehnoloških proizvoda, kao i u pogledu osmišljavanju napora inženjera. Ona je takođe kompleksna jer zahteva ozbiljno promišljanje tokom čitave karijere, počev od trenutka dobijanja diploma.

Koji su to specifični ciljevi izučavanja inženjerske etike?

Direktan cilj jeste jačanje spremnosti pojedinca da se efikasno suoči sa moralnom kompleksnošću inženjerstva. Tako izučavanje inženjerske etike jača sposobnost pojedinca da jasno i pažljivo razmišlja o pitanjima morala. Tačnije, jedinstveni cilj izučavanja ove discipline jeste jačanje moralne autonomije inženjera. Moralno autonoman inženjer je profesionalac koji ume da donosi moralne sudove o različitim etičkim pitanjima u obavljanju svog inženjerskog rada, bez obzira na pritiske koji dolaze ili od poslodavaca ili od klijenata.

Veštine moralnog prosuđivanja inženjera podrazumevaju sledeće:

1. **Svest o moralu** - spretnost u prepoznavanju moralnim problema i pitanja u inženjerstvu.
2. **Vešto moralno rasuđivanje** - razumeti, razjasniti i oceniti argumente suprotstavljenih strana o nekom moralnom pitanju.
3. **Moralna koherentnost** - usvajanje doslednih i sveobuhvatnih gledišta zasnovanih na razmatranju svih relevantnih činjenica.
4. **Moralna imaginacija** - prepoznavanje različitih odgovora na pitanja morala i sposobnost za kreativna rešenja praktičnih problema.
5. **Moralna komunikacija** - preciznost u upotrebi zastupljenog jezika etike, veština neophodna kako bi se adekvatno izrazila i potkrepila lična moralna shvatanja.
6. **Moralna razumnost** - spremnost i sposobnost da se bude moralno razuman.
7. **Poštovanje ljudi** - iskrena briga za dobrobit drugih kao i za svoju ličnu dobrobit.
8. **Tolerancija različitosti** - poštovanje etničkih i religioznih različitosti među ljudima i prihvatanje razumnih razlika u moralnim shvatanjima.
9. **Moralna nada** - duboko poštovanje racionalnog dijaloga u cilju rešavanja moralnih konflikata.
10. **Integritet** - očuvanje moralnog integriteta, integrisanje profesionalnog života i ličnih ubeđenja

## Literatura:

1. Baum, R., (1980): *Ethics and Engineering Curriculum*, Hastings-on-Hudson
2. Conference of Engineering Societies of Western Europe and the United States of America (EUSEC) (1961): *Report on Education and Training of Professional Engineers*, 1-3, Brussels
3. Harris, C.E., Prtichard, .M.S., Rabins, M.J., (2005): *Engineering Ethics*, Belmont
4. Johnston, S.J., Gostelow, J.P., King, W.J., (2000): *Engineers and Society – Challanges of Professional Practice*, London
5. Kemper,, J.D., Sanders, B.J., (2001): *Engineers and Their Professions*, New York
6. Kline, R.R., (2001): *Using History and Sociology to Teach Engineering Ethics*, IEEE Technology and Society Magazine, Winter 2001/2002
7. Martin, M.V., Šincinger, R. (2011): *Etika u inženjerstvu*, Službeni glasnik, Beograd

**Pitanja za preslušavanje:**

1. Navedi i opiši različita shvatanja pojmova “inženjer” i “inženjerstvo”.
2. Navedi i opiši moguća polja inženjerskog delovanja.
3. Kada i zašto je došlo do pojave inženjerske etike?
4. Objasni koncept odgovornosti koji se nalazi u osnovi inženjerske etike.
5. U čemu je svrha izučavanja Inženjerske etike?