



UPRAVLJANJE PROCESOM PROJEKTOVANJA RAZVODNIH POSTROJENJA -
TRAFO STANICE

MANAGEMENT OF THE PROCESS OF DESIGNING SWITCHYARDS -
TRANSFORMER STATIONS

Jelena Sirovljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Predmet istraživanja ovog rada jeste analiza i značaj upravljanja procesom izrade projektne dokumentacije elektroenergetskih objekata. Istraživanje je usmereno na ranu identifikaciju, planiranje i kontrolu rizika u početnim fazama životnog ciklusa projekta.*

Ključne reči: *Projektna dokumentacija, razvodna postrojenja, proces izrade, planiranje aktivnosti, planiranje ljudskih resursa*

Abstract – *The subject of research in this paper is the analysis and importance of managing the process of drafting project documentation for power facilities. The research is focused on early identification, planning and risk control in the initial stages of the project life cycle.*

Keywords: *Project documentation / distribution plants, development process, activity planning, human resources planning*

1. UVOD

Investicioni projekat u energetici se definiše kao kompleksan tehničko-tehnološki, organizacioni, pravni, ekonomski i finansijski poduhvat. Sastoji se od skupa koordinisanih i kontrolisanih aktivnosti sa jasno definisanim početkom i krajem, čiji je cilj izgradnja, rekonstrukcija, modifikacija i/ili opremanje objekta ili objekta koji su potrebni investitoru.

Projekti iz oblasti energetike jesu visoko zahtevni i visoko rizični projekti, koji za sebe vezuju velika kapitalna ulaganja. S obzirom na generalne karakteristike ovakvih projekata, jasno je da imperativ predstavlja upravo kvalitativno i kvantitativno upravljanje procesom projektovanja ovakvim projektima u cilju njihovog uspešnog izvođenja.

1.1. Predmet rada

Predmet istraživanja ovog rada predstavlja analizu i značaj upravljanja procesom izrade projektne dokumentacije elektroenergetskih objekata. Zbog visokog nivoa kompleksnosti ovakvi objekti zahtevaju veliki broj učesnika na izradi dokumentacije a da pritom preduzeće najčešće ne raspolaže svim stručnim kadrovima već učestvuju kao spoljni saradnici na projektima. Istraživanje je usmereno na ranu identifikaciju, planiranje i kontrolu rizika u početnim fazama životnog ciklusa projekta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red. prof.

Referentni uzorak istraživačkog rada čine tri elektroenergetska razvodna postrojenja- transformatorske stanice za nazivni napon 110kV, investicione vrednosti oko pet miliona evra. Izrada projektne dokumentacije predmetnih objekata bila je tokom perioda 2018-2020. godine u okviru projektnog biroa DNP-inženjering iz Novog Sada.

1.2. Cilj rada

Osnovni i primarni cilj ovog istraživanja jeste pronalaženje što efikasnijeg modela identifikacije mogućih rizika prilikom izrade projektne dokumentacije, kojim će se, primenom adekvatnih alata i tehnika u procesima planiranja, izvršenja i kontrolisanja, obezbediti uspešno ostvarenje osnovnih ciljeva projekta da se celokupan obim posla izvrši u zahtevanom kvalitetu, vremenu i troškovima.

1.3. Metode obrade

Pravilno upravljanje procesom izrade projektne dokumentacije elektroenergetskih objekata zahteva poznavanje i korišćenje različitih metoda planiranja koje omogućavaju modeliranje posmatranih procesa. U ovom radu korišćene su sledeće metode planiranja:

- Analiza i sinteza,
- Tehnika mrežnog planiranja,
- Metode gantograma.

2. PROJEKTNJA DOKUMENTACIJA

Svrha i sadržaj tehničke dokumentacije zavisi od vrste elektroenergetskog objekata kao i vrste zahvata. Zakon o energetici, Zakon o planiranju i izgradnji, Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1kV do 400kV, Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara predstavljaju osnovnu zakonsku i tehničku regulativu za projektovanje.

Struktura procesa projektovanja elektroenergetskih objekata je hijerarhijski uređena i počinje izradom generalnog projekta, nastavlja sa idejnim rešenjem, idejnim projektom, po potrebi projektom za građevinsku dozvolu, izvođačkim projektom, te završava projektom izvedenog objekta.

Proces projektovanja elektroenergetskih objekata se mora voditi po strogo definisanim procedurama zavisno od vrste i nivoa investicije- novogradnja, rekonstrukcija ili rehabilitacija.

3. DINAMIČKI PLAN IZRADE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Za potrebe izrade dinamičkog plana izrađen je tabelarni prikaz svakog od tri predmetna projekta. U njemu je pregledno dati spisak aktivnosti sa vremenom trajanja svake kao i brojevi naredne aktivnosti i radnici kao resursi.

Dinamički plan predstavlja tok procesa izrade projektne dokumentacije i dobijen je metodama:

- Mrežnog planiranja
- Gantograma.

3.1. Planiranje aktivnosti

Aktivnosti u ovom procesu izrade dokumentacije upravo čine vrsta tehničke dokumentacije, njen sadržaj projekata (svezaka) i predstavljaju osnov za realizaciju svakog od tri predmetna projekta. Aktivnost na projektu predstavlja zadatak koji je opisan resursom koji izvršava datu aktivnost i vremenom potrebnim da se ta aktivnost realizuje. Lista aktivnosti je različita za svaki projekat jer se i svi projekti međusobno razlikuju.

Projekti u tehničkoj dokumentaciji označeni su rednim brojevima, nikad ih ne menjaju čak i ako ih tehnička dokumentacija ne sadrži, i obavezno složeni u sveske prema Pravilniku. Projekti koji su najčešća sadržina tehničke dokumentacije kod projekata razvodnih postrojenja izdvojeni su iz Pravilnika i dati prema oblastim i redosledu:

- 1) broj „0“: glavna sveska;
- 2) broj „1“: arhitektura;
- 3) broj „2“: konstrukcija i drugi građevinski projekti;
- 4) broj „3“: hidrotehničke instalacije;
- 5) broj „4“: elektroenergetske instalacije;
- 6) broj „5“: telekomunikacione i signalne instalacije;
- 7) broj „6“: mašinske instalacije;
- 8) broj „8“: sabračaj i saobraćajna signalizacija;

Tačno vreme trajanje aktivnosti na predmetnim projektima je određeno iskustveno radeći na istim ili sličnim projektima, kao i prema obimu razrade dokumentacije u okviru posmatranih aktivnosti. Shodno tome najadekvatnije vremenska jedinica prikaza podaktivnosti je radni rad, odnosno 8h dnevno.

Prikaz rasporeda svih nivoa razrade dokumentacije za sva tri projekta trafo stanica dat je na sumarnom gantogramu projekata. Pored samog rasporeda aktivnosti, prikazani su i datum početka i kraj svake aktivnosti, pa samim tim i trajanje svake. Takođe, prikazano je ukupno trajanje čitavog projekta izrade svih nivoa projektne dokumentacije.

3.2. Planiranje ljudskih resursa

Projektini tim na projektima izrade projektne dokumentacije trafo stanica sačinjava najčešće od 10 do 15 ljudi koji su direktno uključeni u neposredno izvršenje projektne aktivnosti. Kako su ovi projekti multidisciplinarni, to ovaj projektini tim mora obuhvatiti izvršioce na nekoliko specijalnosti: arhitektonske, konstrukcijske, elektro, mašinske, putarske, zaštite od požara i dr. Neophodnost koordinacije između specijalnosti je od esencijalnog značaja, s obzirom da su gotovo sve aktivnosti međusobno, u manjoj ili većoj meri, povezane sa aspekta različitih specijalnosti.

Struktura izvršilaca neophodnih i dovoljnih za realizaciju svih projektne aktivnosti predviđenih mrežnim planom, obuhvata: vođu projekta, inženjere arhitekture, građevine, elektrotehnike, zaštite od požara, geometrike, saobraćaja.

3.3. Mrežni plan

Metoda mrežnog planiranja je zasnovana na grafičkom prikazivanju redosleda aktivnosti u okviru projekata i njihovim međusobnim zavisnostima preko mrežnog dijagrama. Na mrežnom planu ucrtane su aktivnosti, fiktivne aktivnosti i događaji. Kako bi se uštedelo na vremenu izrade, ubrzao čitav proces izrade i obezbedila pravovremena razmena potrebnih podataka i podloga između učesnika na projektu izrada projekata (svesaka) se paralelizuje. Mrežni plan za svaki pojedinačan objekat je podeljen po nivoima razrade projektne dokumentacije.

3.3. Gantogram

Dinamički plana izrade projektne dokumentacije urađena je uz pomoć programa MS Project 2010 i prikazan Gantovim dijagramom za sva tri projekta posebno gde je vreme izrade projektne dokumentacije približno isto kao i u pojedinačnim mrežnim planovima. Nakon izrade pojedinačnih gantograma svakoj aktivnosti su dodeljeni resursi. Spisak svih saradnika na projektu, resursa, formiran je u zasebnom fajlu odakle je uz pomoć opcije Resource pool izvršeno deljenje resursa po projektima kako bi se omogućilo praćenje angažovanja, radnog vremena, resursa na svim projektima nakon izrade sumarnog projekta. Po završetku dodeljivanja resursa na svim projektima izrađen je sumarni projekat u zasebnom fajlu. Uz pomoć opcije Subproject dodata su sva tri projekta u jedan fajl.

Aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu prikazane su crvenom bojom, dok su plave boje one koje nisu.

Planirano je da se radi 5 dana u nedelji u periodu od 08:00-16:00h. Takođe, neradni dani i državni praznici uneti su u program.

3.4. Analiza potencijalnih rizika

Kod razrade projektne dokumentacije razvodnih postrojenja naponskog nivoa 110kV, identifikacija potencijalnih rizika je donekle i olakšana jer postoji određen broj realizovanih projekata. Po dosadašnjem iskustvu identifikovane su sledeće rizične grupe događaja, kao potencijalne za ovu vrstu razvodnih postrojenja:

- nemogućnost pronalazjenja geodetske firme za istražne radove na nepristupačnim lokacijama;
- nepoznavanje tačne elektro opreme;
- pravovremeno sagledavanje gabarita sve opreme koja će biti unešena u objekat kako bi otvori bili adekvatnih dimenzija;
- izrada sinhron plana za infrastrukturu i sve objekte smeštene ispod površine terena, posebno mesta ukrštanja;
- nemogućnost produžetka rada pojedinih članova tima u birou ili angažovanje spoljnih saradnika;
- neadekvatna procena u obimu posla;
- neadekvatan raspored zaposlenih na projektima;
- konflikti u okviru projektne tima;
- nepotpuna i nepravovremena komunikacija između učesnika na projektu.

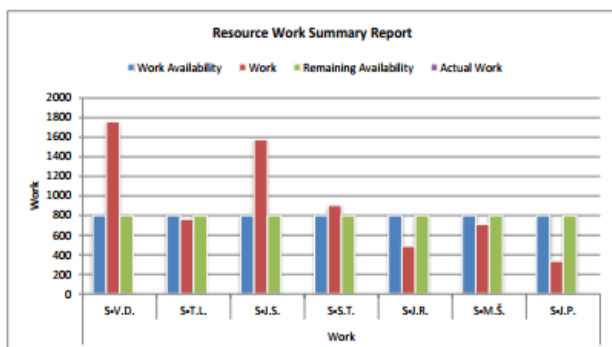
3.4.1. Analiza zaduženja resursa

Spajanjem svih projekata u jedan fajl sa njihovim međusobnim povezivanjem, uz pomoć opcija kojima raspolaže MS Project, došlo se do zaključka da su pojedini angažovani resursi preopterećeni radnim zadacima te da je potrebna njihova reorganizacija.

Kako neadekvatan raspored učesnika na projektu predstavlja jednu od grupa rizika prilikom izrade projektne dokumentacije stavljen je na rešavanje ovog problema, sa tačno navedenim koracima, kada u približno istom vremenskom periodu postoji izrada projektne dokumentacije za tri trafo stanice istog naponskog nivoa.

Rešenje problema sa resursima bazirano je isključivo na reorganizaciji zaposlenih unutar predmetnog projektne biroa obzirom na to da su spoljni saradnici pomenutog biroa najčešće manje projektanske kuće za koje nepostoji podatak o broju zaposlenih kao i njihovoj stručnosti.

Odabirom naredbe Visual Reports prikazan je vizuelni dijagram o radu svih zaposlenih projekatana-saradnika za vreme trajanja izrade projektne dokumentacije na ova tri projekta pre i posle preraspodele resursa i uspostavljanja bolje organizacije. Sa Dijagrama br.1 se vidi ukupno angažovanje zaposlenih resursa na sva tri projekta pre preraspodele. Saradnici V.D. i J.S. su najviše angažovani.

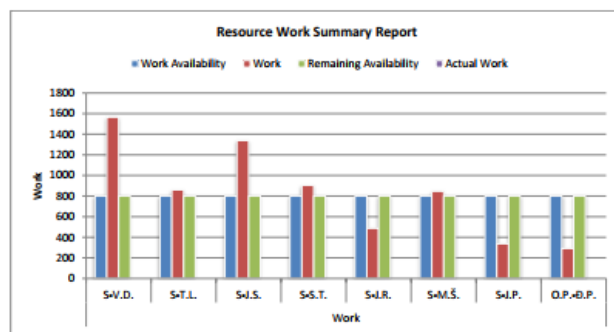


Dijagram 1- Izveštaj o radu resursa na sva tri projekta pre preraspodele

Radi boljeg sagledavanja angažovanja zaposlenih na određenim aktivnostima po danima, a sve u cilju što bolje preraspodele radnih zadataka izrađeni su planovi uključivanja resursa, prikazanih u okviru Priloga rada. Planovi uključivanja resursa, su prikazani na nedeljnom nivou, sumarnog projekta za svaku aktivnost pre i posle izvršenja preraspodele resursa i povezivanja uz pomoć Link taska-a. Iz predmetnog plana se vidi da pojedini resursi istovremeno rade na više projekata što iziskuje njihov prekovremeni rad i/ili kašnjenje u izradi projektne dokumentacije.

Redosled izmena je koncipiran za svakog zaposlenog ponaosob detaljnom analizom i sagledavanjem plana uključivanja resursa i histogramskim prikazima resursa u okviru softvera MS Project 2010, a sve u cilju optimizacije projekta, skraćenja izrade dokumentacije i dodeljivanje zadatakata resursima, pod pretpostavkom da nisu angažovani na drugim projektima u tom periodu.

Na Dijagramu br.2 prikazano je ukupno angažovanje saradnika nakon preraspodele poslova između resursa, povezivanja zavisnih aktivnosti i uspostavljanja bolje organizacije.



Dijagram 2- Izveštaj o radu resursa na sva tri projekta nakon preraspodele

Poređenjem ova dva dijagrama dolazi se do zaključka da je smanjen broj radnih sati najviše angažovanih na ovim projektima i to projektanta V.D. za 194h i J.S. za 236h. Povećanje broja radnih sati je kod T.L. za 76h, M.Š. za 136h i dodatno je uključen odgovorni projektant građevinarstva Đ.P. čiji je broj radnih sati na ovim projektima 292h. Takođe, projektanti S.T., J.R. i J.P. imaju nepromenjen broj radnih sati.

3.4.1. Analiza vremena i roka

Sledeći segment kontrole izvršenja toka projekta predstavlja analiza vremena kao i kontrola i praćenje rokova realizacije.

Rok realizacije aktivnosti, definisan je detaljnim gantogramom projekata sa svim propratnim aktivnostima, prikazanim u okviru rada, što predstavlja osnovu za praćenje dinamičkog plana realizacije izrade projektne dokumentacije.

Svakako da su rokovi realizacije veoma bitni i da je njihovo praćenje kontinuirano upravo zbog značaja poštovanja rokova realizacije, međutim ukoliko će se rokovi neznatno pomeriti zbog kvalitetnijeg obavljanja pojedinih projektne aktivnosti od propisanog kvaliteta, svakako da tada to probijanje rokova ne predstavlja probnu tačku na projektu.

Radi lakšeg sagledavanja vremena trajanja sumarnih aktivnosti i njihovih rokova u narednom delu teksta prikazani su uporedni tabelarni podaci pojedinačnih projekata dobijenih mrežnim planom, postupkom naprednazad, i gantogramima, proizilaze iz unešenih podataka iz tabelarnih prikaza aktivnosti u softver MS Project 2010 i deljom preraspodelom resursa.

Nivoe izrade projektne dokumentacije iz kolone dva, svih projekata, bilo bi moguće realizovati u tom periodu samo da tokom vremenskog intervala trajanja prekovremenog rada pojedinačnih resursa, prikazanih na planu uključivanja resursa pre preraspodele resursa predmetnog rada, postoji slobodnih resursa odgovarajuće stručnosti za tu oblast u okviru projektne biroa ili dodatnim angažovanjem spoljnih saradnika predmetne oblasti za izradu pojedinih aktivnosti, što nije baš tako čest slučaj u praksi.

U zgradama, na svim tabelama, prikazan je početak, završetak i trajanje svakog nivoa izrade projektne dokumentacije kao i celog projekta.

Tabela 1- Uporedni prikaz mrežnog plana i gantograma za TS Tutin 110/35/20 kV

TS Tutin 110/35/20kV			
	Mrežni plan	Gantogram (pre preraspodele)	Gantogram (nakon preraspodele)
Ukupno	919 dana	936 dana (09.04.2018.-08.11.2021.)	955.26 dana (09.04.2018.-06.12.2021.)
NIVOI IZRADE			
IDR	24 dana	24 d (09.04.2018.-10.05.2018.)	24 d (09.04.2018.-10.05.2018.)
IDP	42 dana	42 d (11.05.2018.-09.07.2018.)	48.81 d (11.05.2018.-18.07.2018.)
PGD	59 dana	66 d (10.07.2018.-09.10.2018.)	78.44 d (18.07.2018.-06.11.2018.)
PZI	774 dana (izvođenje 700 dana)	784 d (10.10.2018.-11.10.2021.)	784d (06.11.2018.-08.11.2021.)
PIO	20 dana	20 d (12.10.2021.-08.11.2021.)	20 d (08.11.2021.-06.12.2021.)

Tabela 2- Uporedni prikaz mrežnog plana i gantograma za TS Gornji Milanovac 110/35 kV

TS Gornji Milanovac 110/35kV			
	Mrežni plan	Gantogram (pre preraspodele)	Gantogram (nakon preraspodele)
Ukupno	707 dana	711 dana (14.05.2018.-01.02.2021.)	813.5 dana (14.05.2018.-24.06.2021.)
NIVOI IZRADE			
IDR	24 dana	24 d (14.05.2018.-14.06.2018.)	33 d (14.05.2018.-27.06.2018.)
IDP	43 dana	43 d (15.06.2018.-14.08.2018.)	51.89d (28.06.2018.-7.09.2018.)
PGD	66 dana	64 d (15.08.2018.-12.11.2018.)	148.61d (07.09.2018.-04.04.2019.)
PZI	557 dana (izvođenje 481 dana)	563 d (13.11.2018.-07.01.2021.)	563 d (04.04.2019.-01.06.2021.)
PIO	17 dana	17 dana (08.01.2021.-01.02.2021.)	17 dana (01.06.2021.-24.06.2021.)

Tabela 3- Uporedni prikaz mrežnog plana i gantograma za TS Priboj 110/35 kV

TS Priboj 110/35kV			
	Mrežni plan	Gantogram (pre preraspodele)	Gantogram (nakon preraspodele)
Ukupno	958 dana	968 dana (10.07.2018.-24.03.2022.)	1036.5 dana (10.07.2018.-29.06.2022.)
NIVOI IZRADE			
IDR	27 dana	27 d (10.07.2018.-15.08.2018.)	27 d (10.07.2018.-15.08.2018.)
IDP	66 dana	66 d (16.08.2018.-15.11.2018.)	68d (16.08.2018.-19.11.2018.)
PGD	67 dana	73 d (16.11.2018.-26.02.2019.)	139.5 d (20.11.2018.-03.06.2019.)
PZI	781 dana (izvođenje 700 dana)	785 d (27.02.2019.-01.03.2022.)	785 d (03.06.2019.-06.06.2022.)
PIO	17 dana	17 d (02.03.2022.-24.03.2022.)	17 d (06.06.2022.-29.06.2022.)

4. ZAKLJUČAK

Cilj opšteg dela ovog rada bio je da se kroz detaljno definisane procese izrade projektne dokumentacije i organizaciju zaposlenih unutar projektnog biroa prikaže prednost dobro organizovanog procesa izrade projektne dokumentacije zato što se bez obzira na obim posla ovakvim pristupom može doći do uštede u vremenu i ulozenim sredstvima.

Proces projektovanja razvodnih postrojenja zahteva sveobuhvatni pristup, što znači da se moraju sagledati svi nivoi razrade projektne dokumentacije. Korišćenim metodama obrade definisani su početak i završetak pojedinačnih aktivnosti, svakog pojedinačnog i sumarnog projekta, u kom su postavljena sva tri, kao i korišćeni resursi.

Ukupan broj učesnika gledano po projektu iznosi od 12 do 15 izvršilaca iz šest različitih struka čime se vidi da je ovaj projekat multidisciplinaran.

Na osnovu izvršenih uporednih analiza gantograma, pojedinačnih sa sumiranim projektima, došlo se do zaključka da postoji produžetak vremena izrade na sledećim nivoima razrade projektne dokumentacije i ukupnom trajanju projekta:

- TS Tutin 110/35/20kV: IDP- 6.81 d, PGD- 12.44 d, PZI- 5.74 d, uk. projekat 16.26 d;
- TS Gornji Milanovac 110/35kV: IDR- 9 d, IDP- 8.89 d, PGD- 84.61 d, uk. projekat 102.5 d;
- TS Priboj 110/35kV: IDP-2 dana, PGD- 66.5 dana i uk. projekat 68.5dana.

Iako su posmatrane aktivnosti male u odnosu na celokupan projekat, loša organizacija ljudskih resursa ili nedovoljan broj kadrova za izradu više projekata istovremeno dovodi po kašnjenja u izradi delova projekata kao i celokupnog životnog ciklusa projekta što se vidi u izradi PGD-a za TS Gornji Milanovac i TS Priboj koji se preklapaju sa izradom izvođačkog projekta TS Tutin koji je u tom vremenskom intervalu primaran za izradu, te ova dva kasne zbog nedovoljnog broja zaposlenih u okviru biroa, neobučenih za izradu pojedinih svezaka ili nedovoljno dobro raspoređenih elektro i građevinskih inženjera.

Upravljanje ljudskim resursima na projektu obuhvata procese usmerene ka najefikasnijem korišćenju ljudi koji su angažovani. Iz tog razloga detaljnija analiza procesa izrade projektne dokumentacije sa raspoloživim resursima unutar projektnog biroa dovodi do zaključka da se kroz bolju kontrolu, organizaciju i upravljanje procesom znatno samnjaju nepotrebni gubici vremena.

Unapređenje rada i korišćenje softvera za upravljanje projektima u jednom projektnom birou koje se bavi projektovanjem elektroenergetskih objekata i postrojenja bi neminovno uticalo na izmenu potrebnog vremena, načina izrade i strukture radne snage.

5. LITERATURA

- [1] M. Milanković, D. Perić, I. Vlajić-Naumovska, "Osnovi elektroenergetike", Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, 2016.
- [2] Sreten Škuletić, Nikolija Kaljević, "VISOKONAPONSKA RAZVODNA POSTROJENJA"
- [3] ZAKON O ENERGETICI ("Sl. Glasnik RS", br. 145/2012 i 95/2018- dr zakon)
- [4] Zakonu o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019-dr. zakon i 9/2020)
- [5] Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br.73/2019)
- [6] Branislav Ivković, Željko Popović, "Upravljanje projektima u građevinarstvu"
- [7] Carl Chatfield, Timothy Johnson, "Microsoft Project 2010- Step by step"
- [8] Mr Ognjen Radišić, dipl.inž.el., doktorska disertacija "Razvoj modela upravljanja projektom pripreme postrojenja za bušenje nafte i gasa"

Kratka biografija:



Jelena Sirovljević rođena je u Valjevu 1991.god. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Tehnologija i organizacija građenja – Projekat tehnologije organizacije izgradnje stambeno – poslovnog objekta P+4+Pk odbranila je 2017.god.

kontakt: jsirovljevic@gmail.com