



PROJEKT IZRADE I MONTAŽE VISOKOTLAČNOG CJEVOVODA PRODUCTION AND ASSEMBLY PROJECT OF HIGH PRESSURE PIPING

Marija Bošnjak, Roberto Lujčić

Ključne riječi: proizvodnja, montaža, visokotlačni cjevovod.

Keywords: production, assembly, high pressure piping.

Sažetak:

U radu je dan kratak opis teorije upravljanja projektima, te svrha planiranja i izrade plana projekta. Ukratko je opisana važnost i način praćenja projekta za konačnu realizaciju ciljeva projekta. Napravljen je tehnički opis i namjena visokotlačnog cjevovoda, te redosljed izrade tehničke dokumentacije prilikom detaljnog inženjeringa sa pripadajućim priložima. Izvršeno je definiranje i slijed aktivnosti za izradu i montažu cjevovoda sa potrebnim resursima i kapacitetima, te pripadajućom cijenom. Budući je projekt izrade i montaže visokotlačnog cjevovoda složen projekt koji zahtijeva praćenje aktivnosti, analizu dosega projekta, praćenje budžeta, kontrolu rizika i niz drugih aktivnosti upotrijebljena je informatička podrška u planiranju i praćenju. Cjevovod je izrađen kako je definirano crtežima u skladu sa normom EN 13480-3 prema kojoj cjevovod spada u III kategoriju s aspekta opasnosti.

Abstract:

The paper shows a brief description project management and purpose of planning and developing production plans. Description of importance and way of project monitoring for realisation of project goals is given, as well. The article contains technical description and purpose of high pressure piping, and schedule for creating technical documentation during developing of detail design with appertaining documentation. It also shows defining and sequence of activities for manufacturing and montage of piping with necessary resources and capacity with corresponding price. Since the manufacturing and montage of high pressure piping is complex project that requires monitoring of activities, analysis of project achievements, budget monitoring, risk assessments, and number of other activities, it requires informatics support in project planning and monitoring. Pipeline is manufactured recording to drawings in accordance with norm EN 13480-3. According to the norm the piping is in III category from danger aspect.

1) Sveučilište J.J.Strossmayer u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Trg I.B.Mažuranić 2a, 35000 Slavonski Brod
2) HEP ESCO d.o.o., član HEP grupe, Ulica grada Vukovara, 10000 Zagreb





1. UVOD

Razvojem civilizacije razvijale su se industrija, tehnika i tehnologija. Faktori pokretači razvoja novih metoda upravljanja i terminiranja danas su fleksibilna proizvodnja, porast konkurencije, te sve zahtjevnije potrebe tržišta. Složenost koja se danas zahtijeva pri proizvodnji i najjednostavnijih proizvoda iskazana je potrebom razvoja i unapređivanja modela koji trebaju tehnološki, ekonomičniji i kvalitetniji proizvodnju.

Današnja konkurencija ne samo što sprječava loše poteze i pogreške u proizvodnim sustavima već i neplansko postupanje kako sa kapacitetima tako i sa resursima. Da bi danas poduzeće odgovorilo na izazove međunarodne konkurencije i tržišta neophodno je uspostavljanje kvalitetnog sustava upravljanja (planiranja, organiziranja, vođenja i praćenja) kao ključnog čimbenika bez kojeg proizvodnja više ne bi smjela funkcionirati. Kupac je kralj, a odnos prema njemu ogleda se ne samo u kvaliteti izrade, brzini izrade, poštivanju dogovorenih rokova i povoljnoj cijeni nego i kroz optimalno korištenje ljudskih i materijalnih resursa, kroz organizacijske i informacijske aspekte te kroz primijenjene tehnike i alate.

Svaka industrijska proizvodnja (izgradnja objekata, vođenje projekata i obavljanje usluga) ima svoje specifičnosti u sustavu upravljanja. Danas je nezamisliva proizvodnja bez upravljanja stoga je razvijen veliki broj upravljačkih modela kako bi se povećala učinkovitost i stekla komparativna prednost u odnosu na konkurenciju te istodobno povećala proizvodnost a smanjili troškovi. Poduzeća s razvijenim sustavom upravljanja lakše predviđaju ali i upravljaju proizvodnjom, bolje kontroliraju kapacitete i resurse, transformiraju se i prilagođavaju potrebama tržišta.

Razvoj informacijske tehnologije omogućio je primjenu programskih alata za proces planiranja i praćenja koji omogućuju lakše predviđanje budućih stanja te po potrebi poduzimanje korektivnih ali i anticipativnih akcija. Informatička tehnologija omogućuje lakše vođenje proizvodnih procesa ali i organizacijska poboljšanja poduzeća.

Cilj je pokazati mogućnost primjene programskog alata za upravljanje projektima na primjeru izrade i montaže visokotlačnog cjevovoda te mogući prilog funkciji operativne pripreme kod upravljanja projektima.

2. UPRAVLJANJE PROJEKTOM

Projekt je vremenski određen skup aktivnosti koje se provode s ciljem da se proizvede jedinstveni proizvod, usluga ili rezultat s ograničenom količinom resursa. Za razliku od operacija, koje su neprekidne i mogu se ponavljati projekti su vremenski ograničeni i jedinstveni što znači da on ima točno zacrtai vremenski početak i kraj. Na primjer, održavanje internetskih stranica nije projekt, ali programiranje istih i puštanje u rad je. Projekt također može biti i kupnja stana (traženje stana, traženje agencije, dobivanje kredita, opremanje istog), izgradnja kuće, programiranje određenog softvera, osmišljavanje marketinškog plana ili fotografiranje svadbe. Projekti se poduzimaju na svim razinama organizacije i mogu uključivati od jedne osobe do više tisuća osoba u nekoliko različitih timova [1].

Svi projekti u osnovi sadrže tri sastavnice [2]:

- specifične ishode: proizvode ili rezultate;
- definiranje početnih i završnih datuma (raspored): vrijeme kada projektni rad počinje i kada završava;
- sredstva: potreban broj ljudi, opreme, postrojenja i informacija.

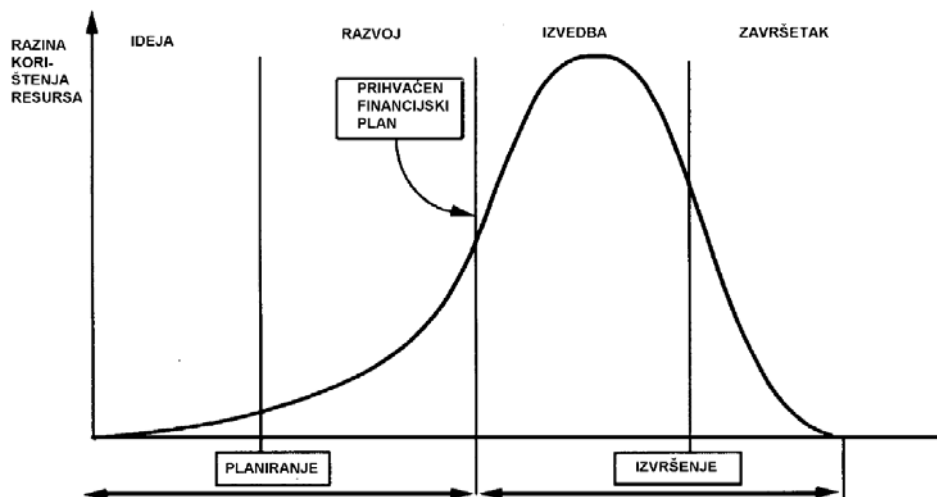
Da bi se razumjela definicija projekta kao organiziranog načina rada za ostvarenje cilja treba voditi računa o bitnim karakteristikama projekta, a to su [2]:

- Projekt sadrži strukturu, aktivnosti, operacije i podprojekte;
- Projekt je proces s ograničenim vremenskim trajanjem i sastoji se od nekoliko faza koje čine životni ciklus projekta;
- Projekt ima unaprijed određen cilj i poslove koji vode ostvarenju tog cilja;
- Projekt za ostvarenje ciljeva koristi materijalne, ljudske i financijske resurse;
- Projekt ovisi o ograničeno raspoloživim resursima – materijalnim sredstvima, vremenu i resursima;
- Na razvoj projekta utječu rizici čije djelovanje može projekt usmjeriti u neželjenom pravcu;
- U svakom projektu dogodit će se niz promjena koje će odrediti sudionici.

Proces upravljanja projektom sadrži niz faza [2]:

- Faza inicijacije koja uključuje sam početak projekta, a određuje koji su ciljevi i doseg projekta. To je faza u kojoj se uočava poslovna prilika, dogovara se poslovno rješenje, uspostavljaju se uvjeti i projektni tim. U ovoj se fazi zapravo postavljaju temelji koji će se kasnije koristiti kao osnova za daljnje izvođenje projekta;
- Faza planiranja projekta u kojoj se razrađuje faza inicijacije, a zahtijeva točnu identifikaciju potrebnih resursa, uspostavljanje točnih rokova, troškova i parametara izvođenja. U fazi planiranja postoji nekoliko osnovnih zadaća koje se moraju napraviti: razviti plan projekta, resursa, kvalitete, rizika, komunikacije i nabave, razviti financijski plan, te ugovoriti nabavu s dobavljačem;
- Faza izvršenja projekta koja je u vremenskom smislu najdulja faza projekta. U njoj se konačan proizvod fizički izrađuje i prezentira klijentu kako bi ga on mogao prihvatiti, a cijeli proces izrade proizvoda se nadzire i kontrolira;
- Faza zatvaranja projekta je zadnja faza projekta koja se mora formalno obaviti kako bi se koristi od projekta mogle realizirati kod klijenta.

Slika 1. [3] prikazuje životni vijek projekta s fazama projekta. Na slici se uočava kako životni ciklus projekta započinje idejom. Nakon ideje ciklus se nastavlja na fazu planiranja, fazu implementacije, te provjeru i primjenu projekta. Cilj upravljanja projektom je smanjenje rizika i troškova projekta, postizanje kvalitete, te izvršenje projekta u zadanom opsegu sa što manje gubitaka i u konačnici zadovoljstvo kupca.



Slika 1. Životni vijek projekta s fazama projekta [3]

3. OPIS I NAMJENA VISOKOTLAČNOG CJEVOVODA (PREMA EN 13480-3)

Pojam cjevovod označava cijevne komponente namijenjene za transport fluida spojene međusobno tako da čine tlačni sustav. Cjevovod posebno uključuje cijev ili sustav cijevi, fittinge, dilatacijske spojnice, crijeva ili druge potrebne dijelove pod tlakom. Izmjenjivači topline koji se sastoje od cijevi, a čija je svrha hlađenje ili zagrijavanje zraka smatraju se cjevovodima [4].

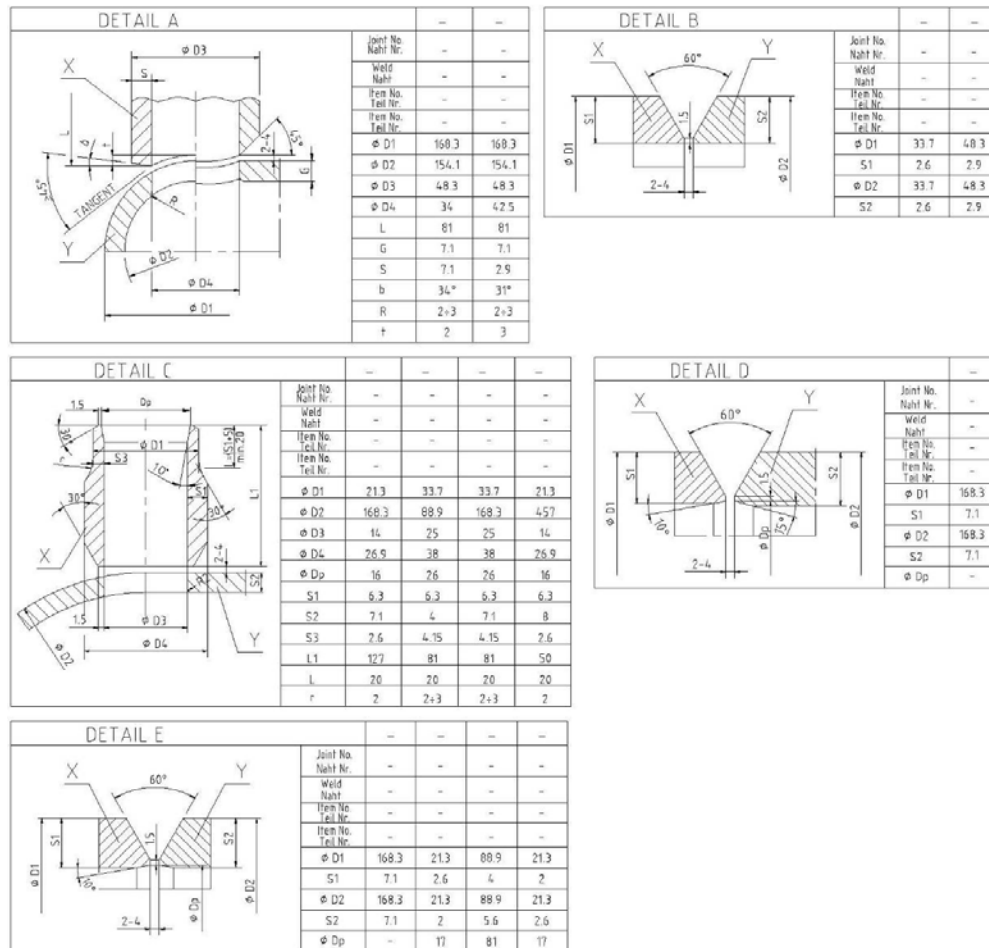
Namjena cjevovoda je da dovodi proizvedenu paru od kotla, do ulaza u parnu turbinu.

Para koja se dovodi do turbine izlazi iz pregrijača pare koji se nalazi u horizontalnom dijelu kotla pri tlaku od 50bar i temperature 400°C i prolazi kroz glavni parni vod na kojem se nalaze ručne i automatske kontrolne stanice, te uređaji za mjerenje protoka, tlaka i temperature pare, te uređaji za uzimanje uzorka pare za kontrolu njenog kemijskog sastava.

Visokotlačni cjevovod povezuje kontrolnu stanicu na glavnom parnom vodu s visokotlačnom komorom za napajanje parne turbine. Cjevovod se sastoji od niza kontrolnih točaka, ventila za regulaciju i kontrolu protoka pare, sigurnosnih ventila s pripadajućim cjevovodima koji prekomjernu količinu pare vraćaju nazad u kotao, te mnogo pomoćnih i obilaznih cjevovoda koji služe za preusmjeravanje pare od turbine ili omogućuju održavanje i popravljanje opreme (ventila, mjernih i kontrolnih uređaja) tokom rada kotlovskeg postrojenja.

Nakon analize P&I dijagrama, namjene i uvida u ulazne podatke o mediju koji struji kroz cjevovod, pristupa se izradi preproračuna cjevovoda. Preproračun se izvodi u skladu s normom EN 13480-3 [5] i služi za određivanje minimalnih debljina stijenki cijevi i elemenata cjevovoda, materijala izrade, te geometrijskih zahtjeva za izradu tlačnih danaca, T-komada, detalja zavara i sl.

Slika 2. [6] prikazuje izgled i geometriju pripreme za zavare koja se mora koristiti pri izradi detaljnih crteža cjevovoda.



Slika 2. Geometrija i detalji zavora dobiveni predproračunom [6]

(A – spoj: Cijev – Komora; B – spoj: Cijev – Cijev za $D \leq 76,1 \text{ mm}$ i $s_1 = s_2$;
 C – spoj: Priključak – Komora; D – spoj: Cijev – Fiting, E – spoj: Cijev – Cijev za $s_1 \neq s_2$)

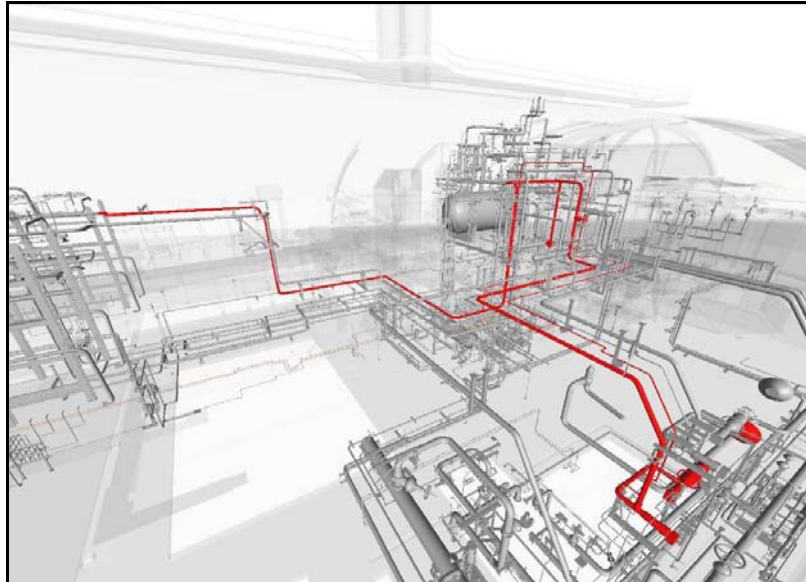
Kako bi se moglo pristupiti izradi detaljnog crteža cjevovoda, potrebno je još definirati i postaviti trasu cjevovoda u prostoru postrojenja. Zbog složenosti ovog postupka, trasa se izrađuje u 3D modelu postrojenja da bi se izbjegle kolizije s ostalim cjevovodima i drugim dijelovima postrojenja.

Na slici 3. [6] vidi se postavljena trasa visokotlačnog cjevovoda u postrojenju, označena crvenom bojom.

Nakon što se dobiju svi potrebni podaci o cjevovodu, trasi i detaljima, pristupa se izradi detaljnih crteža cjevovoda, odnosno radioničkoj dokumentaciji.

Nakon izrade detaljnih crteža, potrebno je napraviti specifikaciju upotrijebljenog materijala. Izrađuje se i lista zavora, plan kontrole i ispitivanja, te transportna lista u kojoj se definiraju transportne cjeline cjevovoda.

Kada je završena, detaljna tehnička dokumentacija se šalje u odjel proračuna za izradu proračuna čvrstoće i elasticiteta, te na kontrolu usklađenosti s EN 13480-3. Prilikom proračuna elasticiteta cjevovoda izrađuje se i definira potreban broj, pozicija i vrsta zavješnja i nosača cjevovoda.



Slika 3. Trasa visokotlačnog cjevovoda u prostoru postrojenja [6]

4. IZRADA PLANA IZGRADNJE I MONTAŽE VISOKOTLAČNOG CJEVOVODA

Izvršen je pregled aktivnosti koje se trebaju provesti u cilju generiranja plana izvođenja projekta. Za plan su definirani potrebni parametri: nazivi aktivnosti, dužina trajanja aktivnosti, nazivi operacija i trajanje operacija po aktivnostima, potrebni resursi, potrebni kapaciteti, potrebni rezervni dijelovi i materijali, predviđeni budžet, cijena sata resursa i kapaciteta. Za izradu plana izgradnje i plana praćenja visokotlačnog cjevovoda odabrani su glavni dijelovi koji su razrađeni redosljedom po aktivnostima i operacijama, a zatim uklopljeni u glavni plan, a to su:

- Tehnologija izrade segmenata visokotlačnog cjevovoda u radionici i
- Tehnologija montaže izrađenih segmenata cjevovoda na kotlovsko postrojenje [1].

Za aktivnosti izrade visokotlačnog cjevovoda definirani su kapaciteti s pripadajućim cijenama u radioni i na terenu: bravar, zavarivač, glodač, kontrolor, ličilac, NDT operater, operater stroja, transportni radnik, operater za toplinsku obradbu i viličar.

Također su definirani i resursi s pripadajućim cijenama [1]: uređaj za sačmarenje cijevi, cijevi različitih promjera i dužina, uređaj za graviranje, CNC pila, uređaj za strojnu obradbu, ručna obodna brusilica, naprava za stezanje i centriranje cijevi, uređaj za zavarivanje, ravnalo, kutnik, metar na razvlačenje, mjerač smicanja spoja, uređaj za EPP zavarivanje, uređaj za toplinsku obradbu, MAG uređaj za zavarivanje, REL uređaj za zavarivanje, TIG uređaj za zavarivanje, magnetna bušilica, oprema za magnetsko ispitivanje, uređaj za bojanje s komprimiranim zrakom, uređaj za RT ispitivanje, mjerni instrumenti za vizualnu kontrolu, povećalo, svjetiljka, viljuškar, libela, bušilica, kutna brusilica, set profesionalnih kistova za bojanje, dizalica, pumpa za vodu za tlačnu probu, računalo, set ključeva za navoje itd.

Definirane su aktivnosti/operacije s pripadajućim vremenima te međusobnim odnosima između aktivnosti/operacija izrade i montaže cjevovoda [1].

Dane su aktivnosti/operacije izrade od sačmarenja cijevi, bilježenja oznaka na cijevima, rezanja cijevi na mjeru, strojne obrade žlijebova na cijevima, strojno bušenje određenih pozicija na cijevima, uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi, sastavljanje pozicija u segmente, kontrola



sastavljenih pozicija na cijevima, zavarivanje pripojenih spojeva cijevi, toplinska obradba na cijevima, rezanje profila nosača na cijevima, zavarivanje segmenata nosača na cijevi, bušenje provrta na nosačima na cijevima, ispitivanje NDT kod nosača na cijevima, nanošenje antikorozivne zaštite nosača na cijevi, kontrola zavarenih spojeva za cijevima, površinska zaštita cjevovoda pa do završne kontrole.

Dan je i popis aktivnosti/operacija montaže: ulazna kontrola isporučenog cjevovoda, skladištenje isporučenog cjevovoda, provjera trase cjevovoda, bilježenje položaja nosača cjevovoda, bušenje rupa za fiksiranje nosača, postavljanje i učvršćenje nosača, po potrebi pomicanje i prikrajanje nosača, bojanje nosača cjevovoda, transport segmenta cjevovoda do mjesta ugradnje, ručno brušenje spoja za zavarivanje do metalnog sjaja, podizanje i postavljanje cjevovoda na nosače, niveliranje segmenata cjevovoda prema crtežu, pripajanje dijelova cjevovoda, kontrola prije zavarivanja, zavarivanje spojeva isporučenog cjevovoda, toplinska obrada za popuštanje napetosti nakon zavarivanja, NDT kontrola zavarenih spojeva prema planu ispitivanja, bojanje područja zavarivanja na cjevovodu, ispiranje cjevovoda, pregled i provjera tehničke dokumentacije od kupca, tlačna proba prema proceduri za tlačnu probu i ispuštanje vode iz cjevovoda.

5. PRIMJENA INFORMATIČKE PODRŠKE U PLANIRANJU I PRAĆENJU IZRADI I MONTAŽE CJEVOVODA

Danas je nezamislivo da se vođenje jednog projekta obavlja bez jednog od alata informatičke tehnologije. U upotrebi su razni programski alati koji omogućuju izradu plana ili pomažu u razvoju projekata, te njihovo izvršenje. Jedno od područja u kojemu je razvoj informatike ostvario velike rezultate je proizvodnja [7]. Za izradu i montažu visokotlačnog cjevovoda korišten je programski alat Microsoft Project. Cilj korištenja alata je olakšati planiranje kapaciteta i resursa te organiziranje radnih zadataka. Na ovaj način dobiva se pregledna slika rada na projektu. Primjenom programa se stvara lanac događaja i raspored kritičnog puta, a dostupni su i razni dodaci. Raspored može biti napravljen prema dostupnom materijalu, a lanci su vizualizirani u gantogramu. Primjenom MS Projecta svi korisnici dobivaju široku listu ekranskih i grafičkih prikaza i izvješća kao što su kalendari, pogledi, tablice, filtri i polja što će kasnije u radu biti i prikazano.

Nakon unosa osnovnih informacija o planu potrebno je unijeti aktivnosti i resurse kojima će se posao obaviti, jer planiranje projekta kreće s unosom zadataka, potrebnih resursa i troškova. Jedno od osnovnih pravila uspješnog upravljanja projektom je razdvajanje opsega projekta u pojedinačne zadatke koji se mogu obaviti i pratiti. Potrebno je unijeti raspoložive resurse, kapacitete i potreban materijal za izradu visokotlačnog cjevovoda. Svim resursima potrebno je dodijeliti jediničnu cijenu sata rada i zadati po kojem kalendaru rade.

Idući korak u planiranju je povezivanje zadataka odnosno aktivnosti koje zavise jedne o drugima. Povezivanjem se stvara zavisnost između prethodne i sljedeće aktivnosti. Unošenjem zavisnosti počinju se uočavati mogući datumi početka ili završetka, kako za kompletan projekt, tako i za pojedine faze projekta. Za svaku aktivnost definira se trajanje u određenim terminskim jedinicama, resursi i kapaciteti, te vezna aktivnost.

Slika 5. prikazuju gantogram aktivnosti u određenom vremenskom razdoblju te međuovisnost i slijed pojedinih aktivnosti [1].

Nakon što su unesene aktivnosti, njima se dodjeljuju resursi.

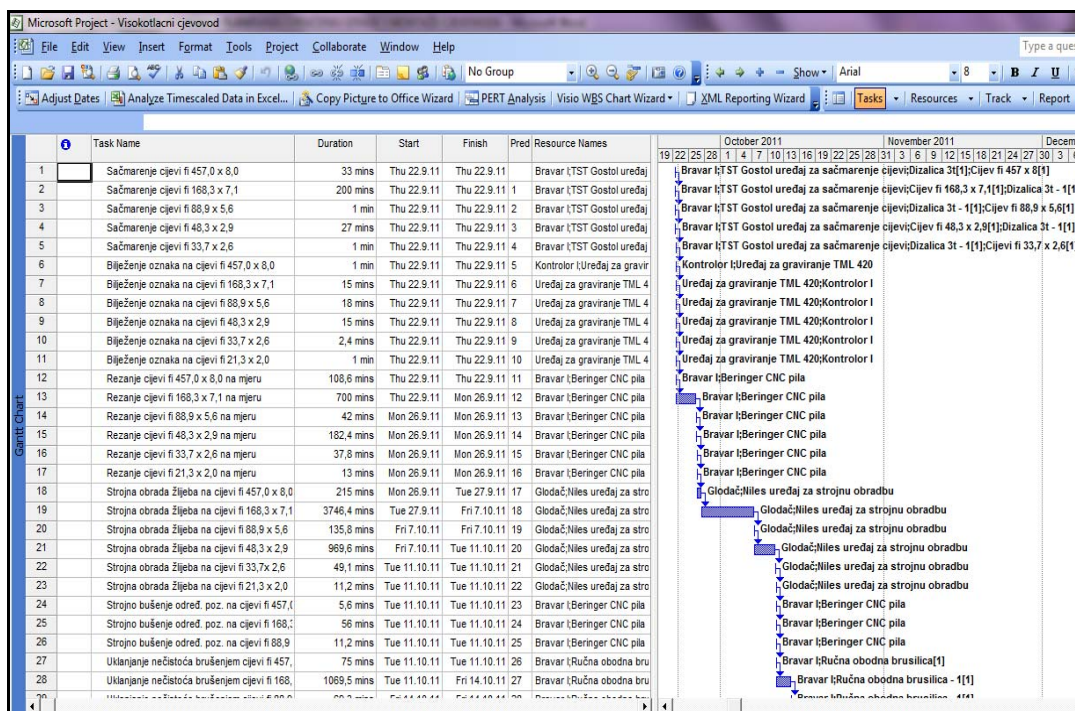
Pomoću izvještaja vrlo lako se mogu predstaviti informacije o stanju projekta. Neki od ovih izvještaja su prikazani na slijedećim slikama, a podnose se rukovoditeljima kako bi imali uvid u tijek odvijanja izrade i montaže visokotlačnog cjevovoda. Slika 6. [1] daje prikaz gotovosti i trenutnog troška po aktivnostima.

6. ZAKLJUČAK

Projekti su često složeni i vrlo zahtjevni u smislu kvalitetnog planiranja i praćenja. Zamisliti nešto je lako, ali kada zamisao treba pretvoriti u stvarnost nastaju problemi, jer su projekti sve zahtjevniji i složeniji. Osoba koja planira mora racionalno postaviti ciljeve, stvoriti pretpostavke o sadašnjoj i budućoj okolini i izabrati pravac kojim treba ići.

Softveri za planiranje danas imaju iznimno važnu ulogu u planiranju proizvodnje, te je planiranje bez njihove upotrebe nezamislivo. Vrlo je važno pravilno odabrati prikladan softverski alat, koji će odgovarati potrebama projekta ili tvrtke, kako bi se na taj način omogućilo što kvalitetnije planiranje proizvodnje.

Kroz rad je prikazana primjena suvremene informatičke tehnologije na primjeru izrade i montaže visokotlačnog cjevovoda. Korišten program daje jasan vizualan prikaz rada na projektu.



Slika 5. Plan aktivnosti i njihove međusobne ovisnosti u gantogramu [1]

Top Level Tasks as of Fri 23.9.11
 Visokotlačni cjevovod

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	% Comp.	Cost	Work
1	Sačmaranje cijevi 6 457,0 x 8,0	33 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	19.844,00 kn	1,1 hrs
2	Sačmaranje cijevi 6 168,3 x 7,1	200 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	75.416,87 kn	6,87 hrs
3	Sačmaranje cijevi 6 88,9 x 5,8	1 min	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	168,33 kn	0,03 hrs
4	Sačmaranje cijevi 6 48,3 x 2,9	27 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	5.088,00 kn	0,9 hrs
5	Sačmaranje cijevi 6 33,7 x 2,6	1 min	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	43,33 kn	0,03 hrs
6	Bilježenje oznaka na cijevi 6 457,0 x 8,0	1 min	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	2,42 kn	0,03 hrs
7	Bilježenje oznaka na cijevi 6 168,3 x 7,1	15 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	38,25 kn	0,5 hrs
8	Bilježenje oznaka na cijevi 6 88,9 x 5,8	18 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	43,50 kn	0,6 hrs
9	Bilježenje oznaka na cijevi 6 48,3 x 2,9	15 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	38,25 kn	0,5 hrs
10	Bilježenje oznaka na cijevi 6 33,7 x 2,6	2,4 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	5,80 kn	0,08 hrs
11	Bilježenje oznaka na cijevi 6 21,3 x 2,0	1 min	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	2,42 kn	0,03 hrs
12	Rezanje cijevi 6 457,0 x 8,0 na mjeru	108,6 mins	Thu 22.9.11	Thu 22.9.11	0%	95,93 kn	3,82 hrs
13	Rezanje cijevi 6 168,3 x 7,1 na mjeru	700 mins	Thu 22.9.11	Mon 26.9.11	0%	618,33 kn	23,33 hrs
14	Rezanje cijevi 6 88,9 x 5,8 na mjeru	42 mins	Mon 26.9.11	Mon 26.9.11	0%	37,10 kn	1,4 hrs
15	Rezanje cijevi 6 48,3 x 2,9 na mjeru	182,4 mins	Mon 26.9.11	Mon 26.9.11	0%	161,12 kn	6,06 hrs
16	Rezanje cijevi 6 33,7 x 2,6 na mjeru	37,8 mins	Mon 26.9.11	Mon 26.9.11	0%	33,39 kn	1,27 hrs
17	Rezanje cijevi 6 21,3 x 2,0 na mjeru	13 mins	Mon 26.9.11	Mon 26.9.11	0%	11,48 kn	0,43 hrs
18	Strojna obrada žiljeba na cijevi 6 457,0 x	216 mins	Mon 26.9.11	Tue 27.9.11	0%	519,58 kn	7,17 hrs
19	Strojna obrada žiljeba na cijevi 6 168,3 x	374,8 mins	Tue 27.9.11	Fri 7.10.11	0%	9.053,80 kn	124,88 hrs
20	Strojna obrada žiljeba na cijevi 6 88,9 x 6	135,8 mins	Fri 7.10.11	Fri 7.10.11	0%	328,18 kn	4,53 hrs
21	Strojna obrada žiljeba na cijevi 6 48,3 x 2	989,6 mins	Fri 7.10.11	Tue 11.10.11	0%	2.343,20 kn	32,32 hrs
22	Strojna obrada žiljeba na cijevi 6 33,7 x 2	49,1 mins	Tue 11.10.11	Tue 11.10.11	0%	118,66 kn	1,63 hrs
23	Strojna obrada žiljeba na cijevi 6 21,3 x 2	11,2 mins	Tue 11.10.11	Tue 11.10.11	0%	27,07 kn	0,37 hrs
24	Strojno bušenje odred. poz. na cijevi 6 45	5,6 mins	Tue 11.10.11	Tue 11.10.11	0%	4,96 kn	0,18 hrs
25	Strojno bušenje odred. poz. na cijevi 6 16	36 mins	Tue 11.10.11	Tue 11.10.11	0%	49,47 kn	1,87 hrs
26	Strojno bušenje odred. poz. na cijevi 6 88	11,2 mins	Tue 11.10.11	Tue 11.10.11	0%	9,89 kn	0,37 hrs
27	Uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi 6 4	75 mins	Tue 11.10.11	Tue 11.10.11	0%	1.037,50 kn	1,25 hrs
28	Uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi 6 1	1089,5 mins	Tue 11.10.11	Fri 14.10.11	0%	534,75 kn	17,83 hrs
29	Uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi 6 8	69,3 mins	Fri 14.10.11	Fri 14.10.11	0%	34,85 kn	1,15 hrs
30	Uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi 6 4	316,8 mins	Fri 14.10.11	Fri 14.10.11	0%	158,40 kn	5,28 hrs
31	Uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi 6 3	45 mins	Fri 14.10.11	Mon 17.10.11	0%	22,50 kn	0,75 hrs
32	Uklanjanje nečistoća brušenjem cijevi 6 2	14 mins	Mon 17.10.11	Mon 17.10.11	0%	7,00 kn	0,23 hrs
33	Sastavljanje pozicija u segmente cijevi 6	780 mins	Mon 17.10.11	Tue 18.10.11	0%	8.123,33 kn	25,83 hrs
34	Sastavljanje pozicija u segmente cijevi 6	90 mins	Tue 18.10.11	Tue 18.10.11	0%	97,50 kn	3 hrs
35	Sastavljanje pozicija u segmente cijevi 6	450 mins	Tue 18.10.11	Wed 19.10.11	0%	487,50 kn	15 hrs
36	Sastavljanje pozicija u segmente cijevi 6	42 mins	Wed 19.10.11	Wed 19.10.11	0%	45,50 kn	1,4 hrs
37	Sastavljanje pozicija u segmente cijevi 6	12 mins	Wed 19.10.11	Wed 19.10.11	0%	13,00 kn	0,4 hrs
38	Kontrola sastavljenih pozicija na cijevi 6	380 mins	Wed 19.10.11	Thu 20.10.11	0%	1.246,00 kn	12,87 hrs
39	Kontrola sastavljenih pozicija na cijevi 6	42 mins	Thu 20.10.11	Thu 20.10.11	0%	52,50 kn	1,4 hrs

Slika 6. Prikaz gotovosti i trenutnog troška po aktivnostima [1]

Analizirani projekt pripada dijelu projekta [6] koji je sam po sebi već kompleksan. Projekt izrade i montaže visokotlačnog cjevovoda ima velik broj aktivnosti koje se trebaju provesti, te ručni rad nije pogodan. Ručno upravljanje projektom bi uzrokovalo velike vremenske i novčane gubitke, te bi zauzelo više ljudskih proizvodnih kapaciteta. Stoga je praktičan primjer proveden kroz informatički sustav planiranja i praćenja projekta, MS[®] Project.

MS[®] Project se pokazao kao prikladan alat pri izradi plana izgradnje i montaže visokotlačnog cjevovoda. Plan izrade i montaže cjevovoda je najprije detaljno analiziran s detaljnim opisom i sljedivosti aktivnosti. Plan je kasnije poslužio za izradu termin plana. Za izradu termin plana definirani su potrebni parametri kao što su datum početka projekta, radno vrijeme, proizvodni kapaciteti i resursi, duljina odvijanja aktivnosti i operacija, zavisnost i predodređenost aktivnosti, te cijene kapaciteta i resursa. Upotreba informatičkog sustava u planiranju i praćenju projekta omogućuje priključenje pripadajućih resursa za svaku aktivnost. MS[®] Project također omogućuje tijekom praćenja zauzeća resursa i kapaciteta, te uvid u troškove projekta i u razne izvještaje. Na taj način olakšano je pregledno praćenje projekta, te ukoliko dođe do neplaniranog kašnjenja, mogu se brzo poduzeti korektivne akcije.



7. LITERATURA

- [1] Bošnjak, M., “Projekt izrade i montaže visokotlačnog cjevovoda”, Diplomski rad, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, 2011.
- [2] Hauc, A., Kajzer, Š., Kodre, P., Kralj, J., Marn, F., Mulej, M., Perić, F., Škarabot, A., “Upravljanje projektima”, Zagreb; Informator, 1975, 303 str.
- [3] Špundak, M., “Upravljanje projektima – definicije i metodologije”. www.fer.unizg.hr/download/repository/kvalifikacijski_clanak.pdf (08.09.2011.)
- [4] Koharić, V., “Uvod u projektiranje cjevovoda”, Zagreb; Fakultet strojarstva i brodogradnje, 1982, 157.str.
- [5] HRN EN 13480-3:2008/A3: Metalni industrijski cjevovodi – 3.dio: Projektiranje i proračun.
- [6] Termoenergetska postrojenja d.o.o., “Tehnička dokumentacija poduzeća Đuro Đaković - Newheaven ERF Energy Recovery Facility Project”, Slavonski Brod, 2011.
- [7] Majdandžić, N., Lujčić, R., Matičević, G., Šimunović, G., Majdandžić, I., “Upravljanje proizvodnjom”. Slavonski Brod, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, 2001, 357 str.