

Izrada dijagrama cjevovoda i instrumentacije - P&ID

Kovačević, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:391267>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Stručni studij

Izrada dijagrama cjevovoda i instrumentacije – P&ID

Završni rad

Nikola Kovačević

Osijek, 2023.

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za završni ispit na preddiplomskom stručnom studiju**

Osijek, 20.09.2023.

Odboru za završne i diplomske ispite**Imenovanje Povjerenstva za završni ispit
na preddiplomskom stručnom studiju**

Ime i prezime Pristupnika:	Nikola Kovačević
Studij, smjer:	Stručni prijediplomski studij Elektrotehnika, smjer Automatika
Mat. br. Pristupnika, godina upisa:	A 4618, 27.07.2020.
OIB Pristupnika:	76880791756
Mentor:	mr. sc. Dražen Dorić
Sumentor:	,
Sumentor iz tvrtke:	
Predsjednik Povjerenstva:	Doc. dr. sc. Venco Ćorluka
Član Povjerenstva 1:	mr. sc. Dražen Dorić
Član Povjerenstva 2:	dr. sc. Željko Špoljarić
Naslov završnog rada:	Izrada dijagrama cjevovoda i instrumentacije - P&ID
Znanstvena grana završnog rada:	Automatika (zn. polje temeljne tehničke znanosti)
Zadatak završnog rada	Crtež cjevovoda i instrumentacije (engl. piping and instrumentation diagrams - P&ID) je cjelokupni projektni dokument za procesno postrojenje, koji definira, korištenjem simbola i opisa riječi, opremu, cjevovode, instrumente i sustav upravljanja. Također je ključ, polazište, za druge dokumente. Skupovi simbola koriste se za opisivanje mehaničke opreme, cjevovoda, komponenti cjevovoda, ventila, pokretača opreme te instrumentacije i upravljanja. U okviru završnog rada potrebno je sačiniti pregled uobičajenih praksi, simbola i preporuka, te dati ilustrativne primjere.
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):	Vrlo dobar (4)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene od strane mentora:	20.09.2023.
<i>Potvrda mentora o predaji konačne verzije rada:</i>	<i>Mentor elektronički potpisao predaju konačne verzije.</i>
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 29.09.2023.

Ime i prezime studenta:

Nikola Kovačević

Studij:

Stručni prijediplomski studij Elektrotehnika, smjer Automatika

Mat. br. studenta, godina upisa:

A 4618, 27.07.2020.

Turnitin podudaranje [%]:

2

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Izrada dijagrama cjevovoda i instrumentacije - P&ID**

izrađen pod vodstvom mentora mr. sc. Dražen Dorić

i sumentora ,

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.

Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

Sadržaj

1.UVOD	1
2.PROJEKT I PROJEKTNNA DOKUMENTACIJA.....	2
3.DIJAGRAM CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE	4
3.1.Tehnički projekt	5
4.ELEMENTI DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE	7
4.1 Ventili.....	7
4.1.1 Reguliranje i upravljanje ventila.....	10
4.2 Cjevovodi.....	12
4.3 Turbine	13
4.4 Kompresori.....	13
4.5 Pumpe	14
4.6 Spremnici.....	15
4.7 Procesne linije	16
4.8 Instrumentacija.....	19
5.PROGRAMSKI ALATI ZA IZRADU DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE	22
5.1 Autodesk AutoCAD Plant 3D	22
5.2 Siemens Comos	23
5.3 Bentley OpenPlant.....	24
6.PRIMJER IZRADU DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE	25
7.ZAKLJUČAK.....	28
LITERATURA	29

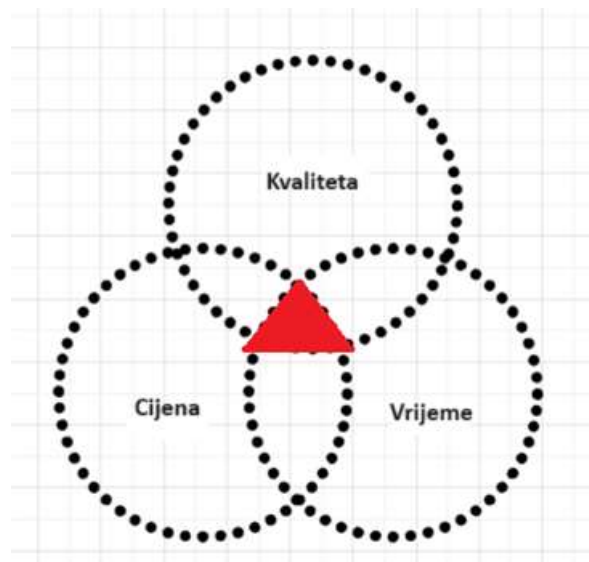
1.UVOD

Unaprjeđenjem tehnologije, tržišta i povećanjem proizvodnje povećava se potreba za jednostavnijim, učinkovitijim i bržim načinom odvijanja procesa kako bi se dobio željeni produkt na izlazu iz procesa. Svaki proces unutar industrijskog postrojenja sadrži senzore, aktuatore i ostalu opremu koja je potrebna kako bi se predviđeni proces izvršio. Kako bi se znala vrstu i tip mjernih i izvršnih uređaja unutar procesa i ostale opreme, potrebno je izvršiti određene radnje prije odabira istih. Dijagram cjevovoda i instrumentacije, eng. Piping and instrumentation diagram (P&ID) je vrsta tehničkog crteža koja prikazuje načine povezivanja elemenata u postrojenju i cjelokupnu instrumentaciju koja se nalazi unutar postrojenja. Na dijagramu su definirani simboli izvršnih i mjernih uređaja, a uz njih i njihove specifikacije. P&ID je polazište za sve ostale radove koji su potrebni kako bi se postrojenje pustilo u pogon, što znači da je dijagram cjevovoda i instrumentacije jedan od najvažnijih stavki unutar tehničke dokumentacije vezane za projekt. Pored potrebnih radova za izgradnju postrojenja, dijagram cjevovoda i instrumentacije pomaže prilikom ostalih poslova nakon puštanja postrojenja u rad, kao što su servis opreme, način održavanja opreme i sl. Kako bi inženjeri i projektanti mogli razumjeti dijagram, nužno je da poznaju simbole instrumenata i opreme i svih oznaka koje se pored njih nalaze iz razloga što oznake pored instrumenata opisuju funkciju, specifikacije i način rada istih. Postoje organizacije koje daju prijedloge, simbole i ostalo u obliku normi čiji je cilj poboljšanje gotovog proizvoda, a neke od tih organizacija su ISO i ISA.

U okviru završnog rada je opisana uloga dijagrama cjevovoda i instrumentacije unutar procesa izgradnje postrojenja. Također, unutar rada su opisani elementi i oprema koja se nalazi na dijagramu i određeni problemi koji se mogu javiti pri izboru materijala, kao i simboli elemenata koji se mogu naći na dijagramu, te simboli i oznake koje pomažu pri identifikaciji vrste instrumenta. Unutar rada su za konstruiranje prikazani pojedini dostupni programski alati i njihove funkcionalnosti koje pomažu u izradi dijagrama cjevovoda i instrumentacije, te primjer izrade dijagrama cjevovoda i instrumentacije na osnovu poznate opreme za obavljanje određenog dijela procesa.

2.PROJEKT I PROJEKTNJA DOKUMENTACIJA

Projektna dokumentacija je skup svih dokumenata, crteža i specifikacija koje su potrebne kako bi se projekt uspješno napravio i realizirao. U većini slučajeva projekti nisu isti, ali mogu biti vrlo identični ukoliko se radi o sličnom procesu. Svaki projekt ima specifičan cilj, dakle unutar svake projektne dokumentacije je definiran cilj projekta i zadatak koji bi se trebao odrađivati unutar istog projekta. Projekt ima svoj rok izvođenja koji se definira odmah na početku kako bi se unutar tvrtke znali rasporediti radni zadaci kako bi se isti projekt isporučio i implementirao unutar dogovorenog vremena, ali projekt ima i budžet, tj. Novčana sredstva koja nam stoje na raspolaganju za izradu projekta. Kako bi se projekt uspješno realizirao, nužno je da se pronađe i održi balans između vremena, cijene i kvalitete. Prikaz balansa za uspješnu realizaciju projekta dan je na slici 2.1.



Slika 2.1 – Balans između vremena, cijene i kvalitete

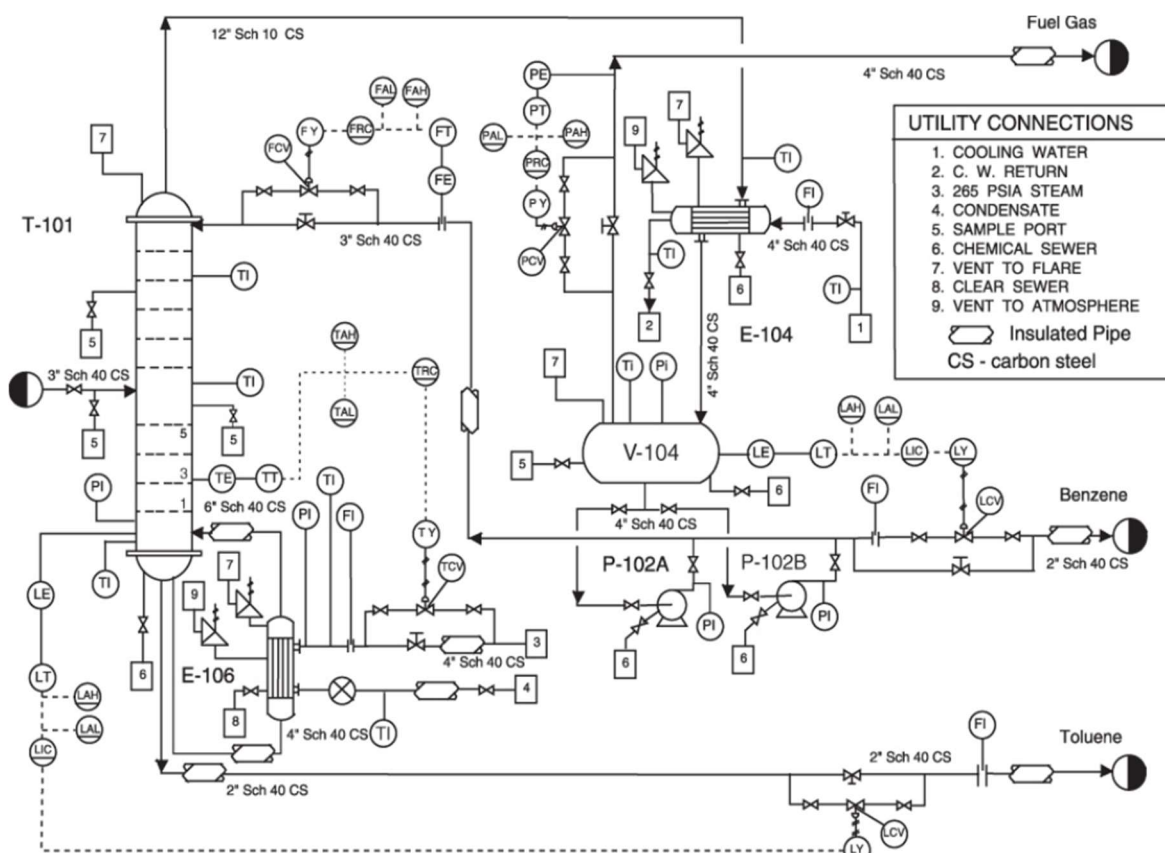
Izrada projekta i projektne dokumentacije se sastoji od ukupno tri faze. Prije početka prve faze, izvode se predradnje. U njima se identificiraju i usvajaju potrebe kupca projekta, te tehnički zahtjevi i ideje koje trebamo implementirati unutar projekta. Nakon predradnji kreće prva faza u kojoj se vrši istraživanje projekta. U ovoj fazi se odlazi na lokaciju gdje će se projekt realizirati i unutar lokacije prikupljamo sve stvari koje su nam potrebne za izradu projektne dokumentacije, a uz to se vrši procjena vremenskih rokova izvođenja posla i ispitivanje opsega samog posla. U ovu fazu projektiranja spadaju analize tehničke, ekonomske, financijske i ostalih održivosti. Unutar druge faze se vrši projektiranje. U ovoj fazi se nakon što se završi istraživanje

i dalje proučavaju svi zadaci na projektu, i dalje se planiraju sljedeći koraci i vrši se samo projektiranje nad postrojenjem. Nakon što se krene s projektiranjem, već postoje podaci o mjernoj opremi koja će se koristiti na projektu, pa se ista oprema naručuje kako bi stigla unutar dogovorenog roka. Također u ovoj fazi se dobiva terminski plan koliko će projekt trajati uzimajući u obzir opseg posla koji se treba obaviti za realizaciju projekta. Nakon prethodnih faza, u zadnjoj fazi se vrši izgradnja postrojenja za koje se izvodilo projektiranje na osnovi projektne dokumentacije. U ovoj fazi dolaze mjerni uređaji i svi materijali koji su naručivani u fazi projektiranja samog sustava. Kada sva oprema stigne, kreće se sa montažom opreme i izgradnjom postrojenja nad kojim se izvodilo projektiranje. Nakon izgradnje postrojenja, odlazi se na lokaciju na kojoj se postrojenje nalazi i ispituje se mjerna oprema i cijeli proces u postrojenju. Ukoliko su svi uvjeti ispunjeni, te ukoliko je tijekom ispitivanja ustanovljeno kako je postrojenje ispravno, postrojenje se pušta u pogon.

3. DIJAGRAM CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE

Dijagram cjevovoda i instrumentacije, eng. Piping and instrumentation diagram (P&ID) je tehnički crtež koji prikazuje način povezivanja cjevovoda i cjelokupnu instrumentaciju koja se nalazi unutar industrijskog postrojenja. Pomoću njega se izvode elektroinstalacijski, strojarški, građevinski i svi ostali potrebni radovi kako bi se postrojenje pustilo u pogon. Dijagram cjevovoda i instrumentacije se izrađuje unutar treće druge faze izrade projektne dokumentacije tj. Unutar faze projektiranja samog sustava. Prije izrade dijagrama, procesni tehnolozi definiraju sve radnje unutar procesa koje se trebaju izvršiti kako bi proces bio uspješan. S obzirom na to, tehnolozi odabiru opremu koja je potrebna kako bi proces bio uspješno izvršen.

Unutar dijagrama elementi se definiraju pomoću simbola, a u elemente se ubrajaju sustav upravljanja, opremu, cjevovode, ventile, motore, senzore, aktuatori i sl. Na dijagramu su prikazani načini spajanja između svakog elementa koji se nalazi u postrojenju kako bi se određeni radovi mogli izvršiti. Na slici 3.1 je prikazan izgled kompletnog dijagrama cjevovoda i instrumentacije za procesno postrojenje.

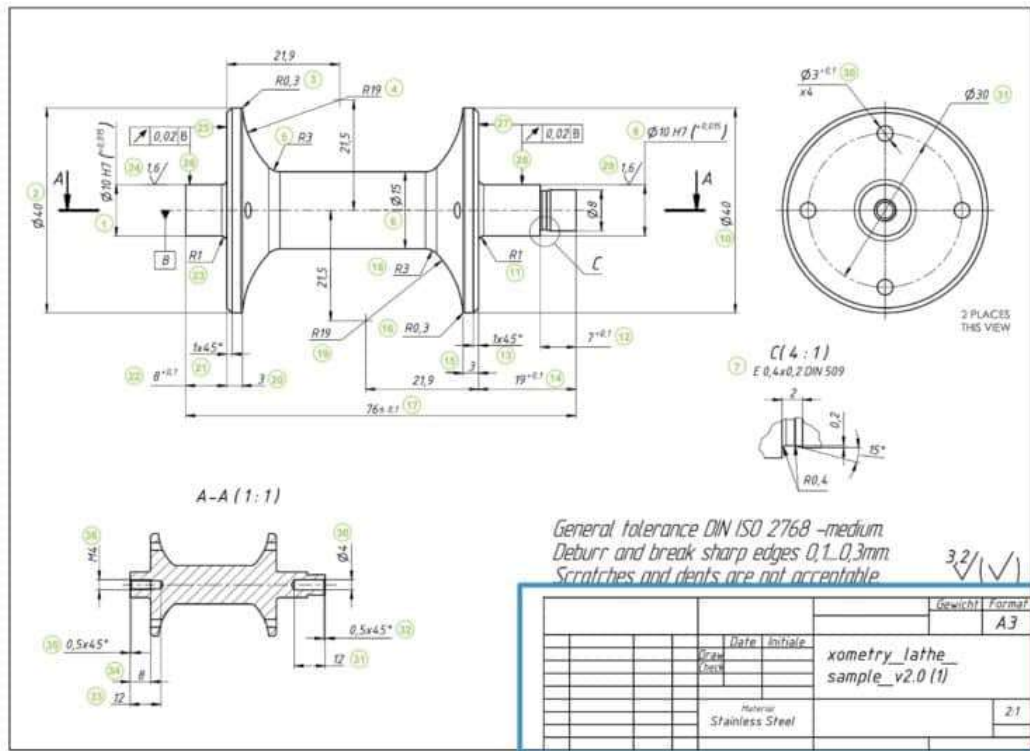


Slika 3.1 – Primjer dijagrama cjevovoda i instrumentacije

Norma je dokument koji sadrži kriterije, zahtjeve, specifikacije i ostalo kako bi se mogao standardizirati proizvod, proces i sl. Za dijagram cjevovoda i instrumentacije postoje razne norme, ISO norme (International Organization for Standardization), ISA norme (International Society of Automation) i sl. Prema [7] i [16], ISA je međunarodno udruženje tehničara i inženjera osnovano u Sjedinjenim Američkim Državama koje se bave poslom industrijske automatizacije čiji je cilj svojim standardima poboljšati rad, uvjete i posao u oblasti poslova industrijske automatizacije. ISA ima svoje propisane norme za identifikaciju instrumenata, dokumentiranje, kontrolne centre, signale i alarme, a te norme su ISA-5.1, ISA 5.2, ISA18 za signale i alarme, ISA60 za kontrolne centre i ostale. ISO je međunarodna organizacija za standardizaciju koja je osnovana 1947. godine. ISO organizacija radi na očuvanju kvalitete proizvoda i usluga, te izdaju preporuke i tehničke specifikacije čiji je cilj poboljšati kvalitetu proizvoda i usluga. Za dijagram cjevovoda i instrumentacije, od ISO organizacije postoje norme koje definiraju simbole koji se koriste na dijagramu, smjernice za razvoj kvalitete i sl, a neke od normi su ISO 15519, ISO 10628 i ostale.

3.1.Tehnički projekt

Dijagram cjevovoda i instrumentacije je jedna vrsta tehničkog crteža. Prema [3], unutar svakog projekta, tehnički crtež predstavlja jedan od najbitnijih dijelova unutar projektne dokumentacije. Iz razloga što je tehnički crtež polaznica, on mora na jasan, jednostavan i razumljiv način prikazati predmet kako bi ga svi radnici na projektu jednako razumjeli. On služi kao polazište za projektiranje bilo kojeg proizvodnog procesa, i na njemu su definirane dimenzije, oblik, postupak izrade proizvoda i ostalo. To je sredstvo sporazumijevanja između više ljudi koji imaju istu zamisao, konstruktora koji je njihovu ideju prenio u crtež i kupca proizvoda da ima saznanja o kojem se proizvodu radi. Svaki tehnički crtež sadrži zaglavlje i sastavnicu. Primjer tehničkog crteža je prikazan na slici 3.2





Slika 3.2 – Tehnički crtež [17]

Zaglavlje je tablica na tehničkom crtežu koja prikazuje osnovne i nužne podatke o crtežu koji su važni za upotrebu crteža. Ono se nalazi u donjem desnom kutu tehničkog crteža. Zaglavlje treba sadržavati sljedeće podatke : Broj crteža, naziv crteža ili projekta, ime i prezime konstruktora, ime i prezime osobe koja je pregledala crtež, naziv tvrtke unutar koje je crtež izrađen i sl.

Sastavnica je tablica na tehničkom crtežu unutar koje se nalazi popis svih dijelova na crtežu koji su potrebni za izradu predmeta koji se nalazi na njemu. Ona se nalazi u donjem desnom kutu tehničkog crteža, te ukoliko na crtežu imamo i zaglavlje i sastavnicu, ona se crta iznad zaglavlja. Primjer zaglavlja i sastavnice je prikazan na slici 3.3. Unutar sastavnice je potrebno da se nalaze sljedeći podaci: -Broj crteža

- Naziv crteža
- Ime tvrtke
- Logotip tvrtke
- Datum i revizije

REV.	DESCRIPTION/DESCRIPTION	DATA/DATE	FIRMA/SIGNATURE
A03		23/07/2018	
A02		08/06/2018	
A01		18/05/2018	

	Tolerances according to ISO 2768 middle		Net weight:	
	Title P&ID SHEET DOUBLE LINE			
	Date	Name		
Drawn	09/04/2018			
Checked				
Confidential, all rights reserved according to ISO 16016.		Drawing no.	Revision	Scale
		ITM1000021	A03	1:1
				Sheet /
Projection: 	Reference drawing:		Rev. date:	A03

Slika 3.3 – Zaglavlje i sastavnica

4.ELEMENTI DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE

4.1 Ventili

Prema [4], Ventili su upravljački elementi pomoću kojih se kontrolira protok vode, plina i ostalih medija unutar cjevovoda, a sa cjevovodom mogu biti povezani pomoću prirubnice, navoja ili zavara. Oni mogu izvoditi sljedeće radnje : - Regulacija protoka i tlaka unutar cjevovoda



-Promjena smjera medija

-Zaustavljanje medija

-Propuštanje medija

Ventili se mogu podijeliti u više grupa. Postoji podjela prema gibanju prekidača toka medija. Ovdje spadaju ventili s rotacijskim gibanjem i ventili s linearnim gibanjem. Mogu se grupirati prema njihovoj veličini tj. na male i velike ventile. Grupiranje na male i velike ventile se vrši na osnovu promjera priključka ventila. Mogu se grupirati i prema temperaturi i tlaku, te se grupacija vrši na osnovu ta dva parametra za medij kroz koji ventil prolazi.


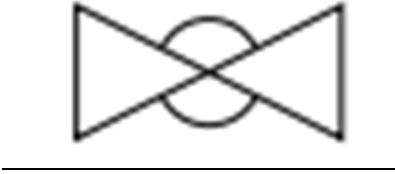
Zaporni ventili su vrsta ventila kroz koje količina medija teče na osnovu podizanja okruglog zapornog tijela koji se nalazi na njemu. Unutar njih je prolaz fluida ravan, pa gubitak tlaka u njima vrlo mal. Materijali od kojih se prave ovi ventili ovisi o tlaku, temperaturi i fluidu koji teče kroz njih

	
<p><u>Slika 4.1.1 – Zaporni ventil [8]</u></p>	<p><u>Slika 4.1.2 – Simbol zapornog ventila unutar dijagrama cjevovoda i instrumentacije</u></p>



Nepovratni ventil je vrsta ventila koja propušta prijenosni medij kroz njega samo u jednom smjeru kako se medij ne bi vraćao na lokaciju iz koje je pušten unutar cjevovoda. Npr., ukoliko imamo slučaj sa određenim spremnikom i slanjem medija iz njega putem cjevovoda, nepovratni ventil će se instalirati ispred spremnika kako se tekućina ne bi mogla vratiti u njega. Nepovratni ventili se mogu pronaći u više izvedbi, a neke od njih su s zaklopkom, klipom i oprugom. Koristi se unutar postrojenja kako bi se spriječio protok medija u smjeru suprotnom od dozvoljenog. Može biti instaliran u bilo kojoj poziciji, neovisno da li okomito, vodoravno i sl. Na dijagramu cjevovoda i instrumentacija, strelica prikazuje smjer protoka fluida kroz ventil.

	
<p><u>Slika 4.1.3 – Nepovratni ventil [9]</u></p>	<p><u>Slika 4.1.4 – Simbol nepovratnog ventila unutar dijagrama cjevovoda i instrumentacije</u></p>

Kuglasti ventil ima više svrha. Može se koristiti kao regulacijski i kao protočni tj. zaustavni ventil. Preko njega se može regulirati protok kroz medija u cjevovodu, ali i zaustaviti cijeli protok kroz njega. Kuglica unutar ventila se čisti struganjem o njeno kućište, te kroz njega mogu teći neočišćeni i čisti mediji bez ugradnje filtera pred ventil. Namijenjeni su za ugradnju u sustave grijanja, klimatizacije, vodovoda, te sustavima s parom tj. komprimiranim zrakom.

	
<p><u>Slika 4.1.5 – Kuglični ventil [10]</u></p>	<p><u>Slika 4.1.6 – Simbol kugličnog ventila unutar dijagrama cjevovoda i instrumentacije</u></p>

Sigurnosni ventil je vrsta ventila koja automatski reagira na nagle promjene parametara medija unutar cjevovoda. Oni se koriste pretežito u sustavima s parom i plinom. Oni imaju važnu ulogu unutar sustava iz razloga što naglom promjenom parametara medija može doći do oštećenja nad cjevovodima i opremom unutar postrojenja, i iz tog razloga se nad njima mora vršiti periodička kontrola i ispitivanje njihove ispravnosti. Ventil zna da je pritisak unutar njega prevelik na osnovu prethodno zadanog tlaka koji mora prolaziti kroz njega, i zatvara se nakon smanjenja tlaka unutar sustava.

	
<p><u>Slika 4.1.7 – Sigurnosni ventil [11]</u></p>	<p><u>Slika 4.1.8 – Oznaka sigurnosnog ventila unutar dijagrama cjevovoda i instrumentacije</u></p>

4.1.1 Reguliranje i upravljanje ventila

Regulacija je postupak utjecaja na ulaznu veličinu s ciljem dobivanja željene izlazne veličine na izlazu. S obzirom na to da ventili mogu biti postavljeni na mjestima na kojima operator sustava ne može pristupiti, ili nije sigurno po njega da bude u blizini ventila, pored ručnog načina upravljanja nad ventilom, postoje načini udaljene regulacije nad njim. Ukoliko je ventil na nepristupačnom mjestu, regulacija nad njim se realizira pomoću regulacijskog sustava s povratom vezom. Regulacijski krug se sastoji od :

- Regulatora






-Izvršnog člana

-Mjernog člana

-Procesa

Regulator je uređaj koji osigurava da regulirana veličina teži referentnoj vrijednosti, izvršni član je uređaj ili aktuator koji ima mogućnost utjecaja na promjenu regulirane veličine, dok je mjerni član uređaj koji daje električni signal koji je proporcionalan trenutnoj vrijednosti regulirane veličine, a proces unutar regulacijskog kruga je uređaj nad kojim se upravlja i koji uzrokuje promjenu regulirane veličine, u ovom slučaju proces je ventil.








U tablici 1. prikazani su simboli na dijagramu cjevovoda i instrumentacije i načini na koje se može izvoditi upravljanje ventilima pomoću pojedinih vrsta aktuatora koji spojeni na ventile.

Simbol	Značenje
	Ručno upravljani ventil
	Solenoidni ventil
	Hidraulično upravljani ventil
	Motorno upravljani ventil
	Težinsko upravljani ventil

Tablica 1. – Načini upravljanja nad ventilima u postrojenju

Na dijagramu cjevovoda i instrumentacije, također je nužno poznavati simbole koje prikazuju status ventila. Pod status ventila se smatra da li je ventil otvoren, zatvoren, pokvaren, te

u kojem će se položaju ventil nalaziti ukoliko je pokvaren. Simboli statusa ventila su prikazani na tablici 2.

Simbol	Značenje
	Otvoren ventil
	Zatvoren ventil
	Zatvoren ventil s jedne strane
	Uvijek otvoren ventil
	Uvijek zatvoren ventil
	Otvoren ventil u slučaju kvara
	Zatvoren ventil u slučaju kvara

Tablica 2. – Simboli za prikaz statusa ventila

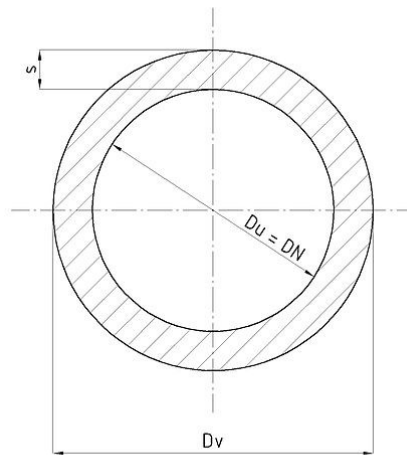
4.2 Cjevovodi

Cijev je tvorevina kroz koju se transportira medij od izvorišnog do odredišnog mjesta. Materijal cijevi ovisi o mediju koji će prolaziti kroz njih, uvjetima u kojima će se nalaziti u postrojenju, tlaku, temperaturi, brzini protoka medija i ostalima. Izrađuju se većinom od čelika i različitih legura, a najčešće služe za transport plinova, fluida, pare. Kružnog su presjeka, a njihov promjer ovisi o opremi u postrojenju između kojih će se isti taj medij prenositi. Cijevi imaju tri značajne dimenzije koje su ključne za njihovo poznavanje, a to su:

-Vanjski promjer

-Unutarnji promjer

-Debljina cijevne stijenke

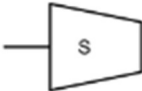
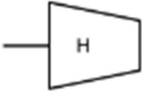
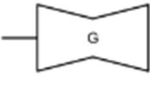
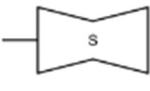


Slika 4.2.1 – Osnovne dimenzije cijevi

Slika 4.1.2 prikazuje osnovne dimenzije cijevi, od kojih je DN oznaka za unutarnji promjer, DV je oznaka za vanjski promjer, a s je oznaka za debljinu stijenke cijevi. Vanjski promjer cijevi DV je konstantan iz razloga jer je definiran dimenzijama alata kojom se cijev izrađuje u tvornici tj. ljevaonici, dok unutarnji promjer manji za dvije debljine stijenke od vanjskog, i iz tog razloga se cijevi standardiziraju prema unutarnjem promjeru.

4.3 Turbine





Turbina je rotacijski stroj koji ima konstantan protok radnog medija kroz statorske i rotorske lopatice koje pretvaraju toplinsku energiju medija u kinetičku energiju, te dalje vrtnjom rotora u mehaničku energiju. Dobivena mehanička energija koja se dobije kao izlazna veličina turbine se koristi za pokretanje motora, generatora, pumpa i sl. Pored simbola pumpe na dijagramu cjevovoda i instrumentacije nužno je naznačiti vrstu turbine, tip turbine, svu instrumentacijsku opremu koja je vezana za turbinu kao što su mjerna osjetila tlaka, temperature..., zatim način rashlađivanja i podmazivanja iste, te informacije o uređajima za dovod pare i ostale. Unutar tablice 5. prikazani su simboli pojedinih vrsta turbina unutar dijagrama cjevovoda i instrumentacije.

Simbol	Značenje
	Parna turbina
	Hidraulička turbina
	Plinska turbina
	Dvostruka parna turbina

Tablica 3. – Simboli pojedinih vrsta turbina u dijagramu cjevovoda i instrumentacije

4.4 Kompresori





Prema [5], Kompresor je pneumatska vrsta stroja čija je uloga pretvaranje snage pojedine vrste motora u potencijalnu energiju pohranjenu u stlačeni zrak. Kompresori se koriste za obavljanje zadataka transporta medija kroz cjevovode. Svaki kompresor ima svoj zasebni omjer kompresije. Omjer kompresije je omjer između ulaznog i izlaznog tlaka. Pored simbola kompresora unutar dijagrama nužno je definirati vrstu kompresora, radni zadatak kompresora, te priključne ventile. Unutar tablice 6. su prikazani simboli pojedinih vrsta kompresora unutar dijagrama cjevovoda i instrumentacije.


Simbol	Značenje
	Vijčani kompresor
	Rotacijski kompresor
	Klipni kompresor
	Prstenasti kompresor

Tablica 4. – Simboli pojedinih vrsta kompresora u dijagramu cjevovoda i instrumentacije

4.5 Pumpe

Prema [6], pumpa je uređaj koji služi za transport fluida s jednog mjesta na drugo. Ona pomiče fluid iz područja niskog pritiska u područje visokog pritiska. Pumpe se mogu pokretati raznim izvorima energija kao što su mehanička energija, električna energija, energija dobivena od motora s unutarnjim izgaranjem, pomoću ručne snage i sl. Pored oznake pumpe nužno je definirati parametre pumpe kao što su tip pumpe, protok, priključak na pumpu, radni zadatak pumpe i ostalo. Unutar tablice 7. su dani simboli pojedinih vrsta pumpi koji se mogu pronaći u dijagramu cjevovoda i instrumentacije.



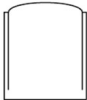



Simbol	Značenje
	Centrifugalna pumpa
	Membranska pumpa
	Vijčana pumpa
	Zupčasta pumpa

	Mlazna pumpa
---	--------------

Tablica 5. -Simboli pojedinih vrsta pumpi u dijagramu cjevovoda i instrumentacije

4.6 Spremnici

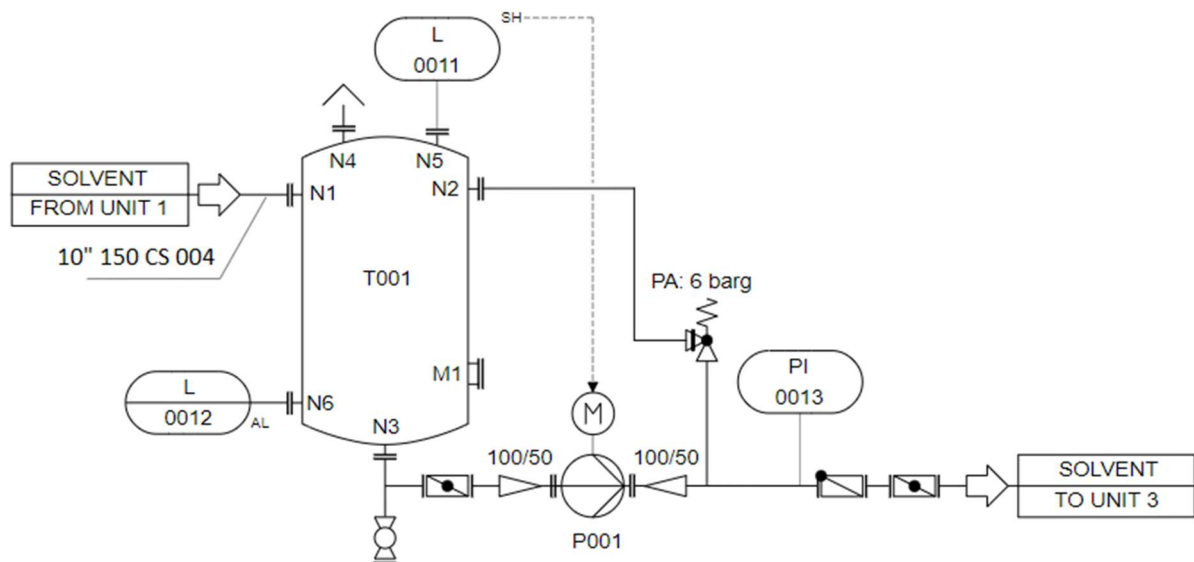
Spremnici su tvorevine koji služe za skladištenje materijala unutar njih. Oni se razlikuju po dimenzijama, materijalu izrade i obliku. Materijal izrade spremnika ovisi o vrsti tvari koja će se skladištiti unutar njega iz razloga što ne reagira svaki materijal isto na svaku tvar, te iz tog razloga može doći do oštećenja spremnika. Na tablici 8. su prikazane pojedine vrste spremnika koje se mogu pronaći unutar postrojenja.

Simbol	Značenje
	Otvoreni spremnik
	Zatvoreni spremnik
	Spremnik plina
	Čistilač eng. Clarifier
	Spremnik sa kupolom na vrhu
	Spremnik s konusom na vrhu

Tablica 6. – Simboli pojedinih vrsta spremnika u dijagramu cjevovoda i instrumentacije

4.7 Procesne linije

Komponente unutar postrojenja se povezuju pomoću cjevovoda. Na dijagramu cjevovoda i instrumentacije se način povezivanja među komponentama realizira pomoću procesnih linija, koje se još nazivaju cjevovodne linije. Slika 4.2.1.1 prikazuje izgled procesnih linija na dijagramu cjevovoda i instrumentacije.



Slika 4.2.1.1 – Procesne linije na dijagramu cjevovoda i instrumentacije

Na slici 4.2.1.1 kod procesne linije postoji oznaka „ 10“ 150 CS 004“. Ta oznaka daje informacije o procesnoj tj. cijevnoj liniji za prijenos medija u procesu. Oznaka 10“ označava nazivni promjer cijevi, 150 je oznaka za klasifikaciju cijevi prema ANSI standardu. CS je oznaka za materijal cjevovoda, u ovom slučaju cijev je izrađena od ugljičnog čelika, eng. Carbon steel, dok je 004 oznaka za redni broj linije unutar procesnog područja.

Način označavanja procesnih linija ovisi isključivo od projekta do projekta. Uzmimo za primjer sljedeću oznaku cijevne linije 4”-FG-03-0035-A1A1-HC.

Oznaka 4“ je oznaka za nazivni promjer cjevovoda unutar procesne linije. Pošto se radi o ANSI standardu, mjerna jedinica je u inčima, a da se radi o EN-ISO standardu bila bi u milimetrima. Nazivni promjer cijevi ne mora biti jednakog nazivnog promjera elementa ili opreme na koju se cjevovod spaja.

Oznaka FG označava kod fluida koji prolazi kroz procesnu liniju. Ova oznaka je bitna zbog materijala od kojeg je cjevovod izrađen zato što se različiti fluidi ponašaju različito prema drugim materijalima.

Unutar Slike 4.2.1.2 možemo vidjeti koji su ostale kodne oznake fluida koje možemo pronaći unutar dijagrama.

CW	CRUDE OIL FROM WELLS
CM	CRUDE OIL FROM MANIFOLD
HP	GAS FROM HP SEPARATOR
MP	GAS FROM MP SEPARATOR
LP	GAS FROM LP SEPARATOR
TP	GAS FROM TEST SEPARATOR
SW	SALTY WATER
SO	STABILIZED OIL
HG	HIGH PRESSURE GAS
MG	MEDIUM PRESSURE GAS
LG	LOW PRESSURE GAS
SG	SALES GAS
HC	HIGH PRESSURE CONDENSATE
MC	MEDIUM PRESSURE CONDENSATE
LC	LOW PRESSURE CONDENSATE
TC	CONDENSATE FROM TEST SEPARATOR
DG	ETHYLENE GLYCOL LEAN
WG	ETHYLENE GLYCOL RICH
SL	SLOP OIL
ME	METHANOL
DM	DEMULSIFIER
FG	FUEL GAS
CD	CLOSED DRAIN
OD	OPEN DRAIN
FL	FLARE
HW	HEATING WATER
NG	N ₂ OR INERT GAS
IA	INSTRUMENT AIR
PR	PROPANE REFRIGERANT
PG	PROPANE GAS
DW	DEHUMIDIFIER WATER
BP	BURNING PIT
CI	CORROSION INHIBITOR
CF	FLUE GAS
VE	VENT
CA	COMPRESSED AIR

Slika 4.2.1.2. – Kodovi fluida unutar oznake cjevovoda [2]

Oznaka 03 je oznaka za jedinični broj procesne linije. Koristi se ukoliko unutar postrojenja imamo više istih pogona, te predstavlja područje u postrojenju gdje se procesna linija nalazi.

Oznaka 0035 označava redni broj linije unutar područja unutar procesnog postrojenja.

Oznaka A1A1 je oznaka za klasu cjevovoda u procesnoj liniji. Po klasi se određuje najveći dopušteni tlak unutar cjevovoda, debljina cijevne stijenke, materijali, dopušteni ventili za korištenje u cijevnoj klasi.

Oznaka HC je oznaka koja nam prikazuje vrstu izolacije i zaštite na cjevovodu.

Na slici 4.2.1.3 su prikazani kodovi koji služe za identifikaciju tipa i vrste izolacije na cjevovodu.

INSULATION/PAINTING/TRACING SUFFIX


N	NOT INSULATION – NOT PAINTING
P	PAINTING
PP	INSULATION FOR PERSONNEL PROTECTION
H	INSULATION FOR HOT CONSERVATION
C	INSULATION FOR COLD CONSERVATION
ET	ELECTRICAL TRACING WITH INSULATION
LT	LOW PRESSURE STEAM TRACING WITH INSULATION
MT	MEDIUM PRESSURE STEAM TRACING WITH INSULATION
LJ	LOW PRESSURE STEAM JACKETING WITH INSULATION
MJ	MEDIUM PRESSURE STEAM JACKETING WITH INSULATION
RL	INTERNAL REFRACTORY LINING

Slika 4.2.1.3. – Kodovi zaštite i izolacije u oznaci cjevovoda [2]

U legendi dijagrama cjevovoda i instrumentacije se postavlja kazalo koje govori što koja oznaka znači na cijevnoj liniji.

Na dijagramu cjevovoda i instrumentacija može biti više procesnih linija koje ne prenosi isti medij kroz njih. Iz tog razloga na dijagramu su definirani simboli za različite medije. Razlikuju se po boji i simbolu, a boje su definirane na sastavnici dijagrama. Pored procesnih linija, na dijagramu se mogu prikazati pomoćne linije signala koje služe za spajanje opreme, instrumenata i ostalih uređaja u postrojenju, a mogu biti realizirani kao pneumatski signal , hidraulički signal, električne žice i sl. Tablica 3. prikazuje pojedine simbole linija unutar postrojenja.

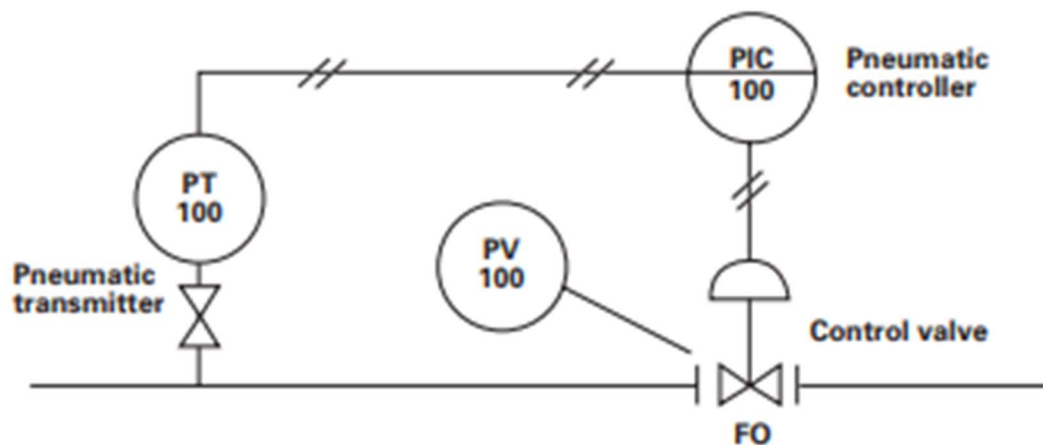
Simbol	Značenje
- - - - -	Buduća linija
—————	Glavni proces
—————	Pomoćni proces
-#-#-#-#-	Pneumatski signal

	Hidraulički signal
	Električni signal
	Kontakt dvije procesne linije
	Dvije procesne linije bez kontakta

Tablica 7. – Simboli procesnih linija

4.8 Instrumentacija

Instrument je uređaj čiji je zadatak mjerenje i kontroliranje procesnih veličina unutar procesa, kao što su tlak, protok, temperatura i sl. Instrumentacija na dijagramu cjevovoda i instrumentacije se razlikuje po simbolima pomoću kojih se identificira njihova mogućnost i njihova namjena. Prema namjenama, identifikacijski simboli se mogu podijeliti na simbole za identifikaciju medija nad kojim se izvodi mjerenje, simbole za identifikaciju upravljača ili indikatora, simbole za identifikaciju komponente, te simbole za identifikaciju signala.






Slika 4.3.1. – Mjerni krug za kontrolu tlaka na ventilu [1]

Na slici 4.3.1 je prikazan mjerni krug čija je uloga mjerenje tlaka na ventilu. Na shematskom prikazu postoje oznake PT100, PIC100 i PV100. PT je oznaka za transmitter tlaka. Slovo P simbolizira da je riječ o tlaku, a slovo T identificira komponentu, u ovom slučaju radi se o transmitteru. Broj 100 označava broj petlje unutar koje se instrument nalazi, stoga će svi elementi unutar petlje prilikom identifikacije instrumenta imati oznaku 100 na kraju. Instrument koji nosi oznaku PIC100 je indikacijski kontroler za tlak. Kao kod prethodne oznake, P znači da se radi o

tlaku, I označava da je indikator, a slovo P da se radi o upravljačkom instrumentu tj. kontroleru. PV100 je instrument koji služi za mjerenje vrijednosti tlaka na ventilu. Prema oznaci na procesnoj liniji se dolazi do zaključka kako se radi o pneumatskom signalu između mjerene opreme unutar kruga.

Prema simbolima instrumenata se može vidjeti na kojem i koliko pristupačnom mjestu unutar postrojenja se instrument nalazi. Instrument se može nalaziti unutar postrojenja, te da bude blizu operatera i pored samog procesa, zatim može biti udaljen od postrojenja npr. Da se nalazi u kontrolnoj sobi, ali da operater ima pristup k njemu i može biti blizu postrojenja u nepristupačan operateru, te da se nad njim mora realizirati udaljen pristup za upravljanje istim. Ovisno o vrsti projekta, u zaglavlju dijagrama cjevovoda i instrumentacije su definirane sve kombinacije koje se nalaze na instrumentaciji.

Na tablici 8. su prikazani simboli za pojedinu situaciju vezanu za fizičku lokaciju instrumenta unutar postrojenja.







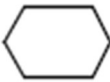





Simbol	Značenje
	Instrument unutar postrojenja, u blizini procesa i operatera
	Instrument unutar upravljače sobe, ali je pristupačan operateru
	Instrument na udaljenom mjestu i nije pristupačan operateru

Tablica 8. – Simboli za definiranje lokacije instrumenata u postrojenju i vrste instrumenta [12]

Pored simbola koji služe za definiranje lokacije instrumenta, postoje i simboli koji definiraju način upravljanja nad instrumentacijom koja se može podijeliti na više načina, a to su

- Upravljanje programibilnim logičkim kontrolerom (PLC)
- Upravljanje decentraliziranim sustavom upravljanja (DCS)
- Upravljanje računalom
- Samostalno upravljanje

Unutar tablice 9. su prikazani simboli koji definiraju lokaciju instrumenta, te način upravljanja nad instrumentom.

	Instrument unutar postrojenja, u blizini procesa i operatera	Instrument unutar upravljače sobe, ali je pristupačan operateru	Instrument na udaljenom mjestu i nije pristupačan operateru
Programibilni logički kontroler (PLC)			
Decentralizirani sustav upravljanja (DCS)			
Računalo			
Direktno upravljanje			

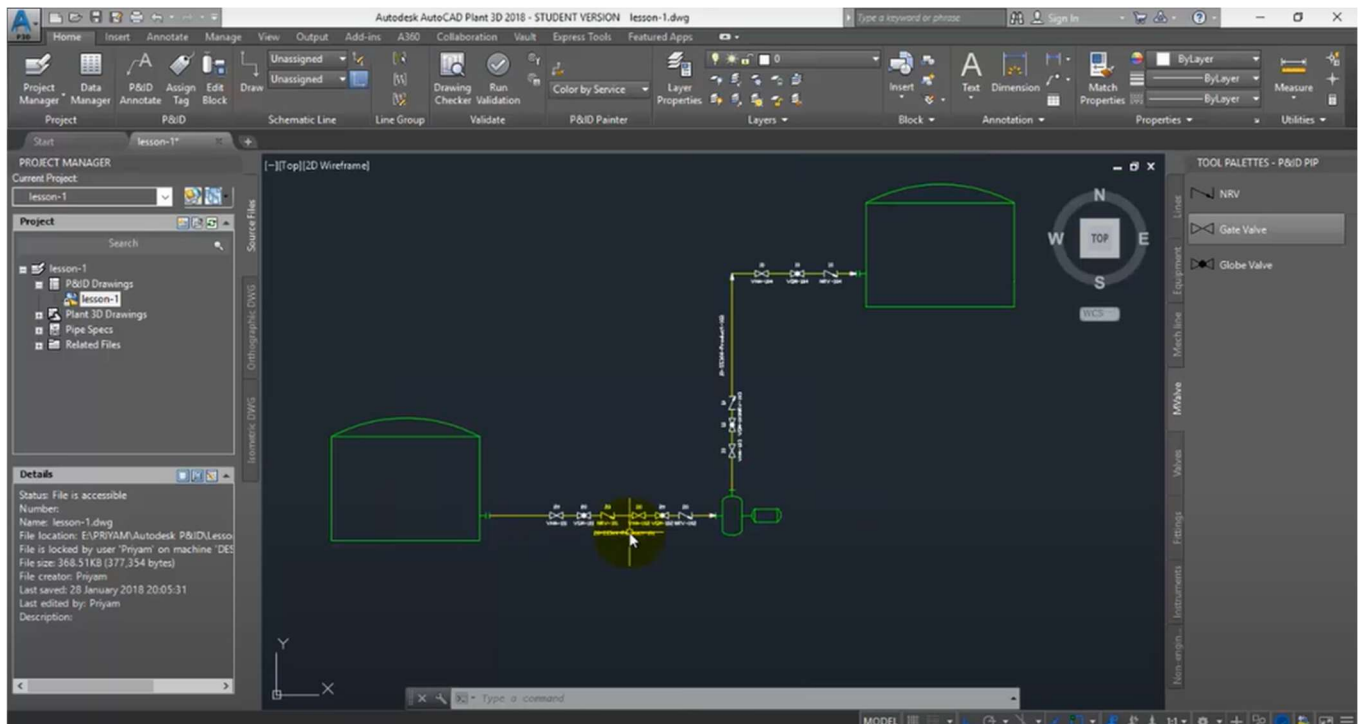
Tablica 9. – Simboli za definiranje načina upravljanja nad instrumentom

5.PROGRAMSKI ALATI ZA IZRADU DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE

Dijagrami cjevovoda i instrumentacije su se prije konstruirali ručno, pomoću alata kao što su olovke, ravnala i sl. Razvojem računala i tehnologije, dijagrami se kreću konstruirati pomoću raznih programskih alata koja rade pomoću računala. Prelaskom na konstruiranje dijagrama računalom je rezultiralo bržom izradom dijagrama, lakšom komunikacijom sa klijentom za kojeg radimo dijagram, ali i lakša komunikacija između projektnog tima koji izrađuje dijagram iz razloga što se sada verzije dijagrama mogu proslijediti od projektanta do projektanta za vrlo kratko vrijeme, dok prije za to nije postojao način. Ne radi svaki projektni tim unutar istog programskog alata, prvenstveno zbog iznosa cijene licenci, te funkcionalnosti programa. Na projektu radi više od jedne osobe, te su iz tog razloga zadaci na projektu podijeljeni na način da će svaki član projektnog tima odraditi jedan dio projekta. Jedan od načina raspodjele zadataka po članovima tima je putem virtualnog računala, eng. Virtual machine. Preko virtualnog računala može raditi više članova projekta preko pojedinačnog računala na način da su sve promjene vidljive na jednom računalu. Unutar petog poglavlja biti će prikazano nekoliko na tržištu dostupnih programskih alata pomoću kojih se može izrađivati dijagram cjevovoda i instrumentacije.

5.1 Autodesk AutoCAD Plant 3D

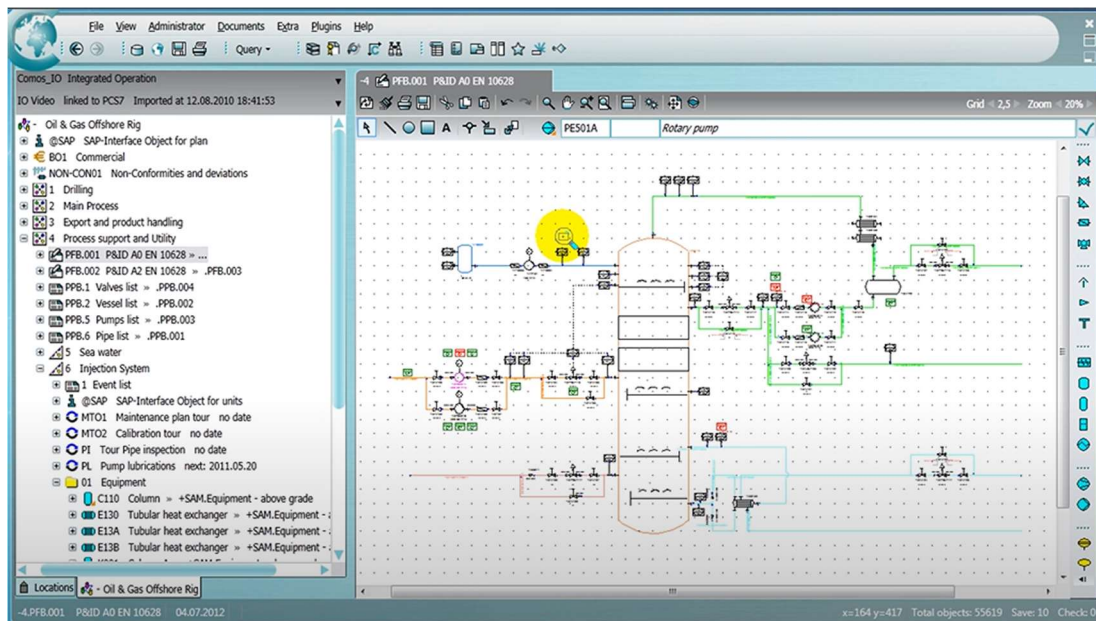
AutoCAD Plant 3D je programski alat tvrtke Autodesk koji omogućuje projektantima i inženjerima izradu i modeliranje cijelog postrojenja u tri dimenzije. Prema [13], ovaj programski alat je nadogradnja na standardnu verziju programa AutoCAD koji prvenstveno služi za izradu tehničkih nacrti, ali i trodimenzionalnih proizvoda. AutoCAD Plant 3D sadrži vlastite biblioteke unutar kojih se nalaze elementi potrebni za izradu dijagrama cjevovoda i instrumentacije, dakle ventile, pumpe, turbine, instrumentaciju, cjevovode i ostale. Unutar ovog programskog alata postoji mogućnost izrade cjelokupne projektne dokumentacije za projekt, kao što su popisi materijala, tehnički crteži i sl. Na slici 5.1.1 prikazano je sučelje programskog alata AutoCAD Plant 3D.



Slika 5.1.1 – Sučelje programa Autodesk AutoCAD 3D Plant

5.2 Siemens Comos

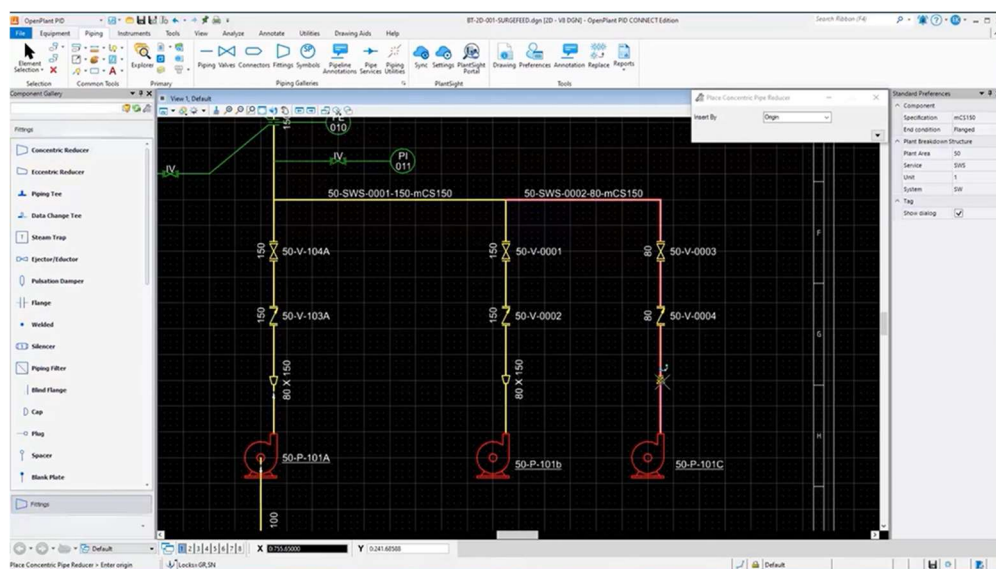
Comos je programski alat koji je napravljen od strane tvrtke Siemens. Program prvenstveno služi za dizajn i konstrukciju postrojenja unutar različitih sektora, kao što su kemijsko inženjerstvo, rudarstvo, energetika, nafta, plin i ostalo. Prema [14], Comos ima više modula, a neki od glavnih su Walkinside, FEED, Operations, P&ID i EI&C. Modul koji služi za izradu dijagrama cjevovoda i instrumentacije naziva se Comos P&ID. Unutar istoimenog modula nalaze se biblioteke unutar kojih se nalaze svi simboli i elementi koji su potrebni za izradu dijagrama. Programski alat omogućuje izradu vlastitih biblioteka ukoliko se unutar biblioteka koje su dane uz program ne nalaze simboli koji su nama potrebni. Kao i AutoCAD Plant 3D, Comos omogućuje generiranje lista materijala, instrumenata, opreme i ostale. Ovaj programski alat uz modul Walkinside ima mogućnost 3D vizualizacije hodanja kroz cijelo postrojenje. Hodanjem kroz njega možemo odabrati opremu i vidjeti sve njene parametre i specifikacije. Na osnovu dijagrama cjevovoda i instrumentacije, ovaj programski alat ima mogućnost da na osnovu izrađenog dijagrama izradi logiku za odvijanje procesa. Na slici 5.2.1. prikazano je sučelje programskog alata Siemens Comos



Slika 5.2.1 – Sučelje programskog alata Siemens Comos – Modul P&ID

5.3 Bentley OpenPlant

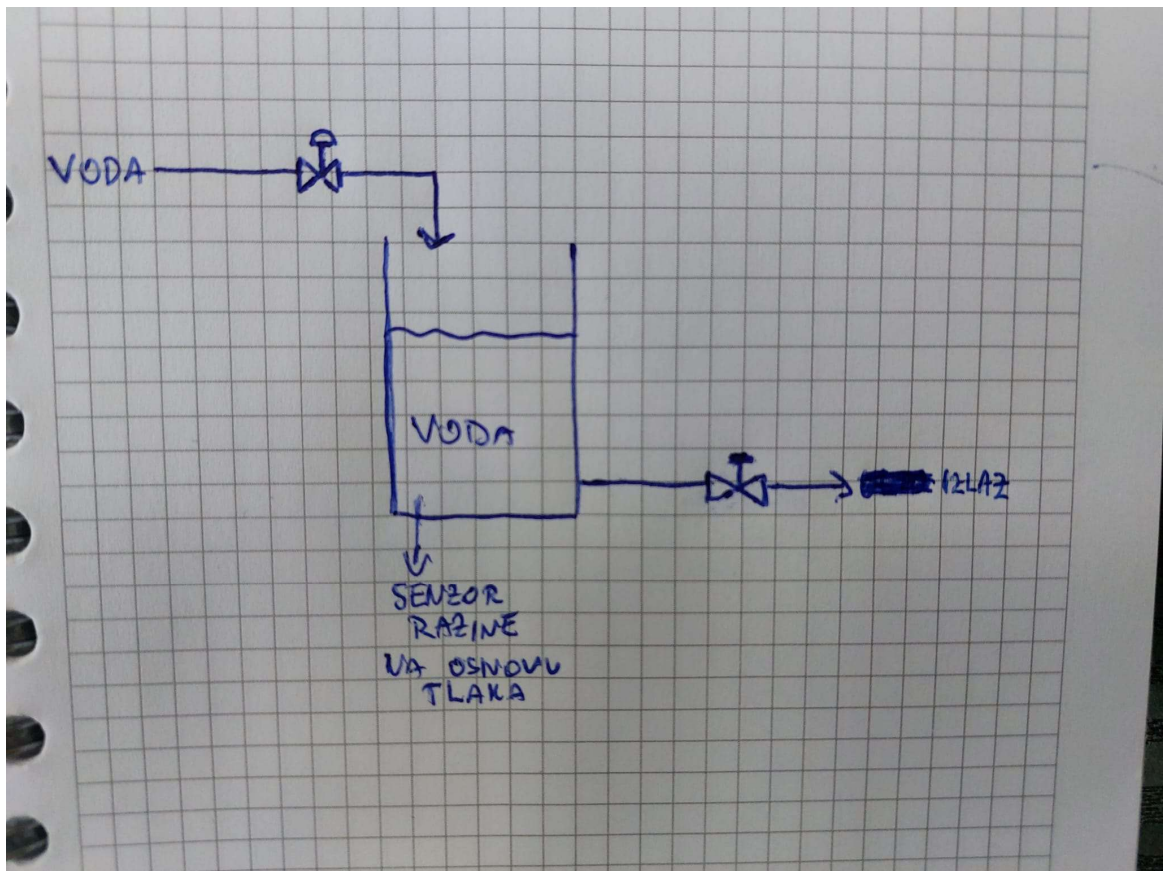
Bentley OpenPlant je programski alat za projektiranje dijagrama cjevovoda i instrumentacije koji je nastao od strane tvrtke Bentley Systems. Prema [15], unutar ovog programskog alata se nalaze biblioteke unutar kojih se nalaze simboli potrebni za izradu dijagrama cjevovoda i instrumentacije. Također, ovaj program omogućava generiranje liste popisa materijala, opreme i sl. Unutar programa postoji mogućnost 3D vizualizacije postrojenja za koje se izrađivao dijagram cjevovoda i instrumentacije.



Slika 5.3.1 – Sučelje programskog alata OpenPlant-a

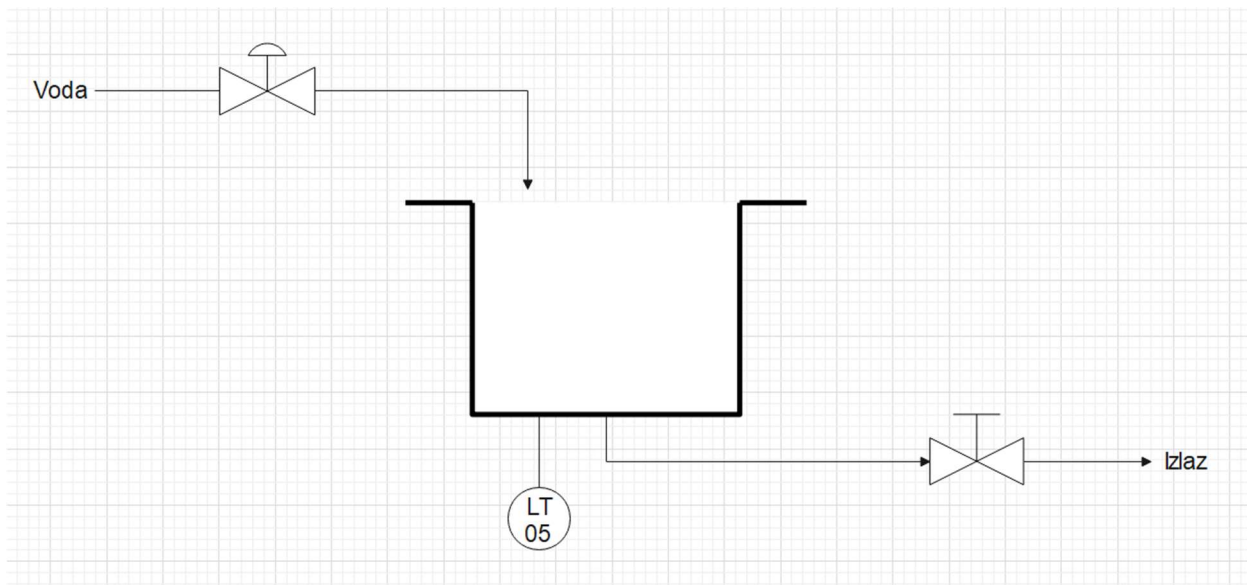
6.PRIMJER IZRADE DIJAGRAMA CJEVOVODA I INSTRUMENTACIJE

Unutar ovog poglavlja je izrađen dijagram cjevovoda i instrumentacije za zadani dio postrojena koje je prikazano unutar slike 6.1. Radi se o procesu unutar kojeg se vrši doziranje svježe vode unutar spremnika, gdje se razina spremnika očitava pomoću senzora razine. Na cjevovodu za ulazni medij nalazi se ventil pomoću kojeg će se dozirati voda u spremnik, a on će biti zatvoren kada spremnik bude napunjen, dok će se voda iz spremnika ispuštati van uz pomoć ručnog ventila. Razina u spremniku se mjeri pomoću senzora koji na osnovu tlaka u spremniku očitava razinu unutar spremnika.



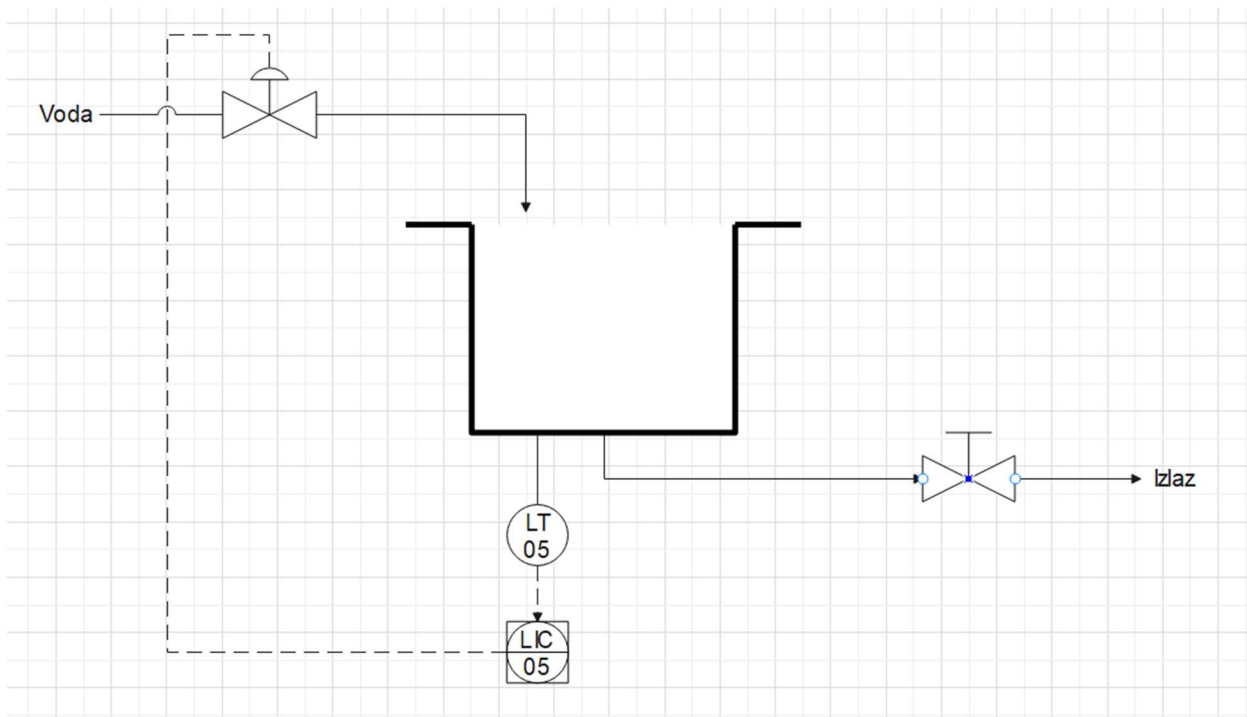
Slika 6.1 – Prikaz procesa za izradu P&ID-a

Na početku su postavljeni svi elementi koji su potrebni za odvijanje zadanog procesa, a to su spremnik u koji se dozira voda, regulacijski ventil za doziranje, ručni ispušni ventil i senzor razine. Kada se navedeni elementi postave unutar dijagrama, povezuju se pomoću procesnih linija. Ventili se spajaju pomoću cjevovoda, dok se ulazni ventil regulira električnim signalom vezom između DCS-a i regulacijskog ventila. Nastali dio dijagrama je prikazan na slici 6.2.



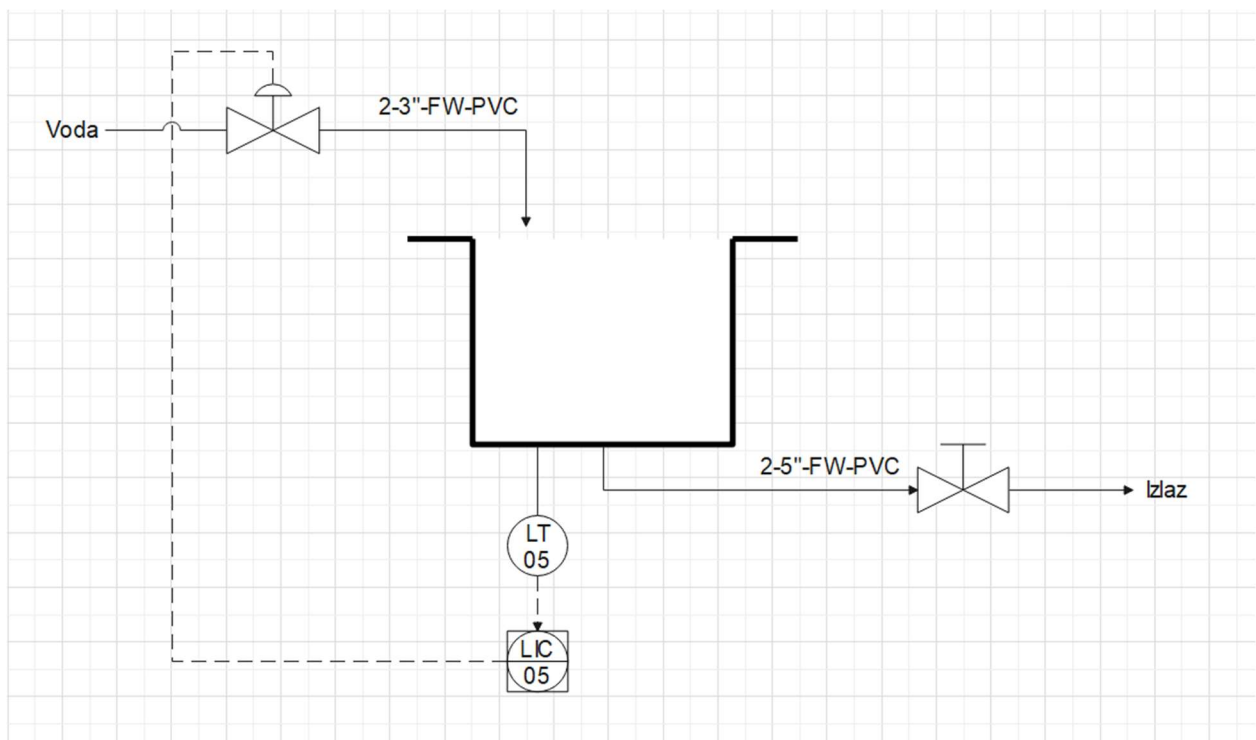
Slika 6.2. – Instrumentacija i oprema procesa na dijagramu cjevovoda i instrumentacije

Na senzoru razine postavljena je oznaka LT i oznaka 05. To su oznake koje definiraju vrstu instrumenta o kojem se radi, i broj petlje unutar koje se instrument nalazi. Ulazni ventil je reguliran pomoću DCS-a, te je spojen na senzor razine pomoću električnog signala od kojeg dobiva informacije o razini unutar spremnika. Simbol na DCS-u „LIC“, označava da se radi o regulatoru razine u spremniku. Na slici 6.3 je prikazana veza između senzora razine, DCS sustava i regulacijskog ventila.



Slika 6.3 – Dijagram cjevovoda i instrumentacije s dodanim DCS sustavom

Na dijagramu cjevovoda i instrumentacije je nužno dati informacije o procesnim linijama između elemenata. Na početku oznake definira se dio postrojenja. Broj postrojenja za zadani proces je 2. Za zadani proces, koristi se promjer cijevi za regulacijski ventil od 3“, dok se za ispusni ventil koristi cjevovod promjera 5“. Pri odabiru oznake za materijala cjevovoda može doći do problema pri izboru materijala, iz tog razloga bitno je odabrati odgovarajući materijal cjevovoda kako ne bi došlo do njegova oštećenja zbog medija koji će prolaziti kroz njega. Kada se dodjeli oznaka fluida i materijala na procesnoj liniji, nužno je istu oznaku staviti u legendu kako bi se znalo o kojem se fluidu radi. Kroz ulazni i ispušni ventil prolazi svježa voda, te je oznaka fluida na oznaci procesne linije za dovod i ispus „FW“, . Za materijal cjevovoda obje procesne linije, koristi se PVC, ili Poli(vinil-klorid), čija je oznaka na procesnoj liniji „PVC“. Slika 6.4 prikazuje dodane oznake procesnih linija na dijagramu cjevovoda i instrumentacije.



Slika 6.4 – Prikaz dijagrama cjevovoda i instrumentacije s dodanim oznakama procesnih linija

7.ZAKLJUČAK

Dijagram cjevovoda i instrumentacije predstavlja značajnu stavku unutar projektne dokumentacije iz razloga jer je ovaj dijagram polazište za sve ostale radove, kao što su električarski, građevinski, radovi vezani za automatiku i ostali, koji su potrebni za izvođenje kako bi se postrojenje pustilo u rad. U cijelom procesu projektiranja, dijagram cjevovoda i instrumentacije se izrađuje u fazi projektiranja, točnije nakon obavljenih predradnji i istraživanja nad zadanim projektom. Na samom dijagramu je potrebno razlikovati i znati čitati oznake na simbolima jer oni prikazuju parametre i jedinstvenosti elemenata instrumentacije. Prilikom odabira instrumenta i materijala potrebno je uzeti u obzir medij koji će biti u doticaju s materijalima i opremom iz razloga što se ne ponaša isto svaki materijal prema ostalim materijalima. Pomoću dijagrama cjevovoda i instrumentacije imamo mogućnost vidjeti sve podatke o vrsti i tipu instrumentacije, opreme i ostalog, što nam olakšava samo vođenje postrojenja, nabavku dijelova i ostale poslove vezane uz servisiranje i nadogradnju postrojenja.

Zadatak završnog rada je izrađen na način da je obrađena definicija projekta i projektne dokumentacije, te su zatim definirani izvršni i mjerni elementi koji se mogu pronaći u dijagramu, dani su ilustrativni primjeri simbola i oznaka, te su navedeni pojedini programski alati koji se mogu pronaći na tržištu za izradu dijagrama cjevovoda i instrumentacije. Na kraju rada izrađen je primjer dijagrama cjevovoda i instrumentacije na osnovu određenog dijela procesa.

Izbor instrumenata i opreme za industrijsko postrojenje ovisi o medijima i materijalima koji se koriste za proizvodni proces. Pri tome je bitno razumjeti elemente i opremu na samom dijagramu iz razloga jer su oni jako bitni za samo odvijanje procesa. Dijagrami su se prije crtali ručno, a razvojem tehnologije razvijeni su programski alati za konstruiranje dijagrama cjevovoda i instrumentacije. Programski alat koji se koristi za konstrukciju ovisi o potrebama inženjera i projektnog tima iz razloga što nemaju svi programi iste mogućnosti.

LITERATURA

- [1] F.A. Meier, C.A. Meier,: Instrumentation and Control Systems Documentation, The Instrumentation, Systems and Automation Society, Research Triangle Park, NC 27709, 2004.
- [2] Štrbac D.: Izrada dijagrama cjevovoda i instrumentacije pomoću računala, diplomski rad, Slavonski Brod, 2015.
- [3] M. Lučić,: Tehničko crtanje s AutoCAD-om, Naklada Lučić, Osijek, 2020.
- [4] E. Hercigonja,: Elementi strojeva, Školska knjiga, Zagreb, 2007.
- [5] R. Korbar,: Pneumatika i hidraulika, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2007.
- [6] G. Nikolić,: Pneumatika i hidraulika 1.dio, NIP Školske novine, Zagreb, 2008.
- [7] Instrumentation & Control,: P&ID Symbol Diagram Basics – Part 2, dostupno na: <https://instrumentationandcontrol.net/pid-diagram-basics-part-2-standards.html>
- [8] Hennlich: Zaporni zasuni, dostupno na: <https://www.hennlich.hr/proizvodi/ventili-11013/zaporni-zasuni.html>
- [9] Exerim, Nepovratni ventil, dostupno na: <https://exterim.hr/nepovratni-ventil-grupa-317/>
- [10] Vodoterm, Kuglasti ventil, dostupno na: <https://vodo-term.hr/shop/cijena/kuglasti-ventil-2-mn>
- [11] Exerim, Sigurnosni ventili, dostupno na: <https://exterim.hr/sigurnosni-ventili-grupa-293/>
- [12] Realpars, How to read a P&ID?, dostupno na: <https://realpars.com/p-id/>
- [13] Autodesk, AutoCAD Plant 3D, dostupno na: <https://www.autodesk.com/solutions/pid-software>
- [14] Siemens, COMOS – Making data work, dostupno na: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/plant-engineering-software-comos.html>
- [15] Bentley, OpenPlant PID, dostupno na: <https://www.bentley.com/software/openplant-pid/>
- [16] International Society of Automation, dostupno na: <https://www.isa.org/>
- [17] xometry.eu , How To Prepare A Perfect Technical Drawing, dostupno na: <https://xometry.eu/en/how-to-prepare-a-perfect-technical-drawing/>

SAŽETAK

Izrada dijagrama cjevovoda i instrumentacije – P&ID

Unutar ovog rada je obrađen dijagram cjevovoda i instrumentacije, Predočeno je unutar koje faze izrade projekta se ovaj dijagram koristi, te za što je on bitan. Nabrojani su i prikazani simboli izvršnih elemenata i instrumentacije koji se mogu pronaći unutar dijagrama, definirane su oznake koje stoje pored procesne i cijevne linije, te je prikazano koji se problemi mogu pojaviti prilikom odabira materijala koji će imati doticaj s medijem koji prolazi kroz proces. Kod instrumentacije su prikazani simboli koji prikazuju lokaciju instrumenta u postrojenju. Prikazani se odabrani programski alati koji služe za izradu dijagrama cjevovoda i instrumentacije, te su prikazane pojedine mogućnosti istih.

Ključne riječi: projekt, projektna dokumentacija, dijagram cjevovoda i instrumentacije, ventili, procesne linije, instrumentacija, Autodesk, Siemens.

ABSTRACT

Creation of piping and instrumentation diagram – P&ID

The piping and instrumentation diagram is processed within this paper. It is presented in which phase of the project development this diagram is used, and what it is important for. The symbols of executive elements and instrumentation that can be found within the diagram are listed and shown, the markings that stand next to the process and pipe line are defined, and it is shown what problems may arise when choosing materials that will come into contact with the medium passing through the process. In the case of instrumentation, symbols are shown that show the location of the instrument in the plant. Selected software tools used for creating pipeline and instrumentation diagrams are presented, and some of their possibilities are presented.

Key words: project, project documentation, piping and instrumentation diagram, valves, process lines, instrumentation, Autodesk, Siemens

ŽIVOTOPIS

Nikola Kovačević je rođen 9.10.2001. u Osijeku. Nakon završetka OŠ Ljudevita Gaja Osijek, PŠ Sarvaš, upisuje Strojarsku tehničku školu u Osijeku, smjer Računalni tehničar za strojarstvo. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja, odlazi na stručnu praksu u Seville, Španjolska u trajanju od dva tjedna. Nakon završetka srednje škole, 2020. godine upisuje Stručni studij Elektrotehnike, smjer Automatika na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku. Na trećoj godini studija, odrađuje stručnu praksu u tvrtki koja se bavi automatizacijom industrijskih postrojenja Erga d.o.o.