

# Sustav upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadanski naftovod d.d.

---

**Stipić, Maria Magdalena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:858368>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Maria Magdalena Stipić**

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Biserka Runje  
Dr. sc. Amalija Horvatić Novak

Student:

Maria Magdalena Stipić

Zagreb, 2020.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentorici, prof. dr. sc. Biserki Runje, te komentorici, dr. sc. Amaliji Horvatić Novak, na savjetima te pruženoj pomoći tijekom izrade rada.

Također, zahvaljujem se i djelatnicima poduzeća Jadranski naftovod d.d., posebice Hrvoju Karačići i Robertu Čavecu, na suradnji i pruženoj pomoći te informacijama za izradu ovog rada.

Hvala mojim roditeljima, braći i dečku na podršci tijekom studiranja.

Maria Magdalena Stipić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

|  |         |
|--|---------|
| Sveučilište u Zagrebu<br>Fakultet strojarstva i brodogradnje |         |
| Datum:   | Prilog: |
| Klasa: 602-04/20-6/3   |         |
| Ur. broj: 15-1703-20   |         |

### DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **MARIA MAGDALENA STIPIĆ** Mat. br.: 0035201476

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Sustav upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadranski naftovod d.d.**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Quality management system in Jadranski naftovod Plc.**

Opis zadatka:

Jadranski naftovod d.d. je poduzeće čija je osnovna djelatnost upravljanje naftovodno-skladišnim sustavima na području Republike Hrvatske. Poduzeće opskrbljuje rafinerije u šest država jugoistočne i srednje Europe. Jadranski naftovod upravlja kvalitetom te posluje prema načelima norme ISO 9001:2015 što je potvrđeno certifikatom ISO 9001:2015. Poduzeće također posjeduje certifikat ISO 29001:2010, Sustav upravljanja kvalitetom u industriji nafte, petrokemije i prirodnog plina. Sustav upravljanja kvalitetom predstavlja aktivnosti usmjerene na upravljanje kvalitetom s ciljem postizanja željenih rezultata.

U radu je potrebno:

- Dati prikaz zahtjeva međunarodnih normi ISO 9001:2015 te ISO 29001:2010.
- Opisati organizaciju sustava kontrole kvalitete u poduzeću.
- Ukratko opisati postupak izrade i montaže spremnika.
- Opisati postupak kontrole i ispitivanja spremnika u radionici, u postupku montaže te prije puštanja u pogon.
- Razraditi plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plašta spremnika i posuda za zaštitu od proljevanja s pripadajućim priključcima i otvorima.
- Razraditi plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima.
- Opisati postupak dokazivanja kvalitete.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
24. rujna 2020.

Rok predaje rada:  
26. studenog 2020.

Predviđeni datum obrane:  
30. studenog do 4. prosinca 2020.

Zadatak zadao:

prof. dr. sc. *Biserka Runje*

Komentor:

dr. sc. Amalija Horvatić Novak

Predsjednica Povjerenstva:

prof. dr. sc. *Biserka Runje*

## SADRŽAJ

|   |     |
|---|-----|
| SADRŽAJ .....   | I   |
| POPIS SLIKA .....   | II  |
| POPIS TABLICA .....   | III |
| POPIS OZNAKA .....  | IV  |
| SAŽETAK .....   | V   |
| SUMMARY .....   | VI  |
| 1. UVOD .....   | 1   |
| 2. Osnove upravljanja kvalitetom .....  | 3   |
| 2.1. Definicija kvalitete .....   | 3   |
| 2.2. Upravljanje kvalitetom .....   | 5   |
| 2.2.1. Načela sustava upravljanja kvalitetom .....  | 6   |
| 2.2.2. Osnovni alati upravljanja kvalitetom .....   | 8   |
| 2.3. Međunarodne norme za upravljanje kvalitetom .....  | 9   |
| 2.3.1. Norma ISO 9001:2015 .....  | 11  |
| 2.3.2. Norme ISO 29001:2010 i ISO 29001:2020 .....  | 15  |
| 3. Upravljanje kvalitetom prilikom izgradnje spremnika za skladištenje nafte u poduzeću<br>Jadranski naftovod d.d. ....                                       | 16  |
| 3.1. Organizacija sustava upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadranski naftovod d.d. ....  | 17  |
| 3.1.1. Upravljanje rizicima .....   | 19  |
| 3.2. Spremnik veličine 80 000 m <sup>3</sup> za skladištenje sirove nafte .....   | 23  |
| 3.2.1. Zavarivački postupci i oblici zavara koji se koriste pri izradi i montaži spremnika<br>23  |     |
| 3.2.2. Tehnički opis spremnika .....  | 27  |
| 3.3. Postupak izrade i montaže spremnika .....  | 31  |
| 3.4. Kontrola i ispitivanje spremnika u radionici, tijekom montaže te u pogonu .....  | 37  |
| 4. Planovi kontrole kvalitete .....   | 41  |
| 4.1. Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plašta spremnika i posude za<br>zaštitu od prolijevanja s pripadajućim priključcima i otvorima ..... | 45  |
| 4.2. Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova s pripadajućim<br>priključcima i otvorima .....                                     | 54  |
| 5. Postupak dokazivanja kvalitete .....   | 58  |
| 6. Zaključak .....  | 66  |
| LITERATURA .....  | 67  |
| PRILOZI .....   | 70  |

**POPIS SLIKA**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Slika 1.  | Pozicije globalne konkurentnosti RH i nekih zemalja EU u posljednje 3 godine [2] | 2  |
| Slika 2.  | Upravljanje kvalitetom.....  | 6  |
| Slika 3.  | Načela upravljanja kvalitetom .....  | 6  |
| Slika 4.  | Sedam osnovnih alata kvalitete [8][9] .....                                      | 9  |
| Slika 5.  | PDCA krug prema međunarodnoj normi ISO 9001:2015 [13].....                       | 13 |
| Slika 6.  | Naftovodni sustav JANAF-a [18] .....   | 16 |
| Slika 7.  | Terminal Omišalj [19].....   | 17 |
| Slika 8.  | Dijagram tijeka procesa upravljanja integritetom [21] .....                      | 20 |
| Slika 9.  | Tijek procedure za utvrđivanje povrede integriteta naftovodnog sustava [21]..... | 21 |
| Slika 10. | Matrica rizika [22] .....  | 22 |
| Slika 11. | Shematski prikaz elektrolučnog zavarivanja [25] .....                            | 24 |
| Slika 12. | Zavarivački postupci [26] .....  | 26 |
| Slika 13. | Sučeonci zavar [27] .....  | 26 |
| Slika 14. | Verzije kutnih zavara [28].....  | 26 |
| Slika 15. | Vertikalni spremnik s plutajućim krovom [29].....                                | 27 |
| Slika 16. | Skica zavara centralnih limova podnice.....                                      | 27 |
| Slika 17. | Primarno ukrućenje plašta.....   | 29 |
| Slika 18. | Plutajući krov .....   | 30 |
| Slika 19. | Organizacijska shema projekta [30].....  | 32 |
| Slika 20. | Sadržaj proračuna spremnika s plutajućim krovom i čeličnom tankvanom [30]...     | 33 |
| Slika 21. | Tlocrt pripreme gradilišta [30] .....  | 35 |
| Slika 22. | Elementi strateškog plana kvalitete [34].....                                    | 41 |
| Slika 23. | Primjer plana kontrole kvalitete za montažu [30] .....                           | 43 |
| Slika 24. | Stavke plana kontrole kvalitete [30].....  | 45 |
| Slika 25. | Dijagram toka za certificiranje zavarivačkih postupaka [37].....                 | 60 |
| Slika 26. | Izvešće o dimenzionalnoj kontroli .....  | 61 |
| Slika 27. | Certifikat osoblja za nerazorna ispitivanja .....                                | 62 |
| Slika 28. | Izjava o svojstvima materijala - prva stranica.....                              | 63 |
| Slika 29. | Izjava o svojstvima materijala - druga stranica.....                             | 64 |

**POPIS TABLICA**

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tablica 1. | Potrebne mjere zaštite ovisno o razini rizika.....  | 23 |
| Tablica 2. | Specifikacije spremnika [30].....   | 30 |
| Tablica 3. | Pregled vrsta i opsega ispitivanja [30] .....   | 43 |
| Tablica 4. | Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plašta spremnika i posude za zaštitu od prolijevanja s pripadajućim priključcima i otvorima ..... | 46 |
| Tablica 5. | Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima .....                                     | 54 |



**POPIS OZNAKA**

| <b>Oznaka</b> | <b>Jedinica</b> | <b>Opis</b>   |
|---------------|-----------------|---|
| <i>a</i>      | mm              | debljina sučeonog zavara  |
| <i>D</i>      | mm              | promjer   |
| <i>H</i>      | mm              | visina  |
| <i>h</i>      | mm              | visina punjenja medija  |
| ISO           | -               | Međunarodna organizacija za normizaciju (eng. <i>International Organization for Standardization</i> ) |
| MTG           | -               | milijun tona godišnje   |
| PDCA          | -               | Planiraj-Provedi-Provjeri-Poboljšaj (eng. <i>Plan-Do-Check-Do</i> )                                   |
| QSM           | -               | Sustav upravljanja kvalitetom (eng. <i>Quality Management System</i> )                                |
| <i>t</i>      | mm              | debljina stijenke plašta  |
| <i>V</i>      | m <sup>3</sup>  | nazivni volumen spremnika   |

## **SAŽETAK**

Tema ovog rada je analiza i opis sustava upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadranski naftovod (Janaf) d.d. koje se provodi sukladno normama ISO 9001:2015 te ISO 29001:2010. Norma ISO 9001:2015 jedna je od najpopularnijih i najkorištenijih normi u svijetu, a daje upute i zahtjeve za sustav upravljanja kvalitetom unutar organizacija, neovisno o djelatnosti i veličini, dok se norma 29001:2010 odnosi na upravljanje kvalitetom u području naftne, plinske i petrokemijske industrije. U teorijskom dijelu rada dana je definicija sustava upravljanja kvalitetom te su opisana načela i alati potrebni za provođenje ovog sustava. U praktičnom dijelu rada obrađen je sustav upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadranski naftovod d.d. koje se bavi transportom i skladištenjem nafte i naftnih derivata. Radom je opisan postupak radioničke izrade, montaže i kontrole spremnika za skladištenje nafte te postupak dokazivanja kvalitete.

Ključne riječi: sustav upravljanja kvalitetom, ISO 9001:2015, ISO 29001:2010, plan kontrole kvalitete, spremnik za skladištenje nafte

## **SUMMARY**

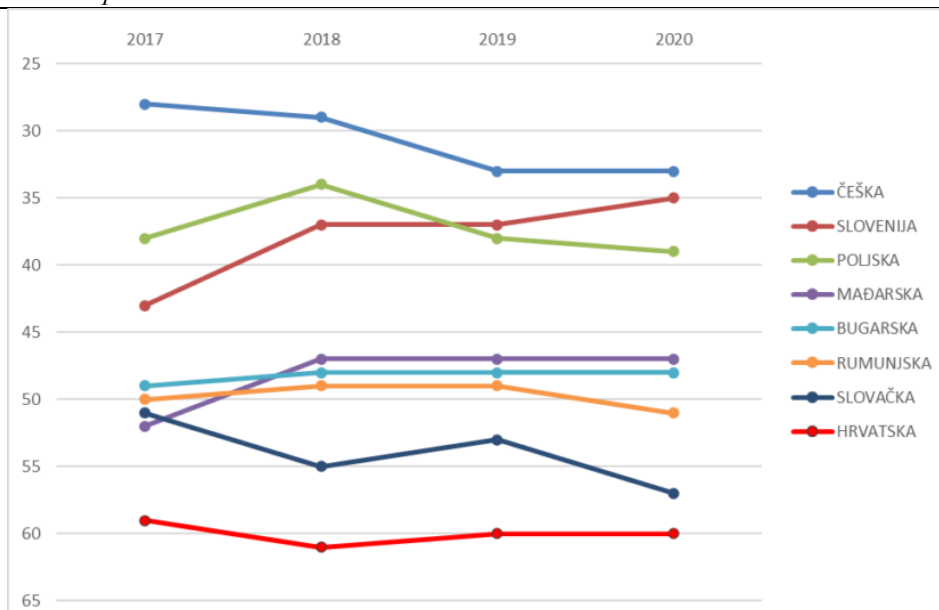
The aim of this paper is to analyze and describe Quality Management System (QMS) in the company Jadranski naftovod Plc. that is implemented in accordance with standards ISO 9001:2015 and 29001:2010. Standard ISO 9001:2015 is one of the most popular and most used standards in the world that provides instructions and requirements for the Quality Management System within organizations, regardless of their activity and size, while ISO 29001:2010 is supplemented with instructions for oil, gas and petrochemical industries. Theoretical part of the paper defines Quality Management System and describes principles and tools needed for its implementation. Practical part describes Quality Management System implementation in the company Jadranski naftovod Plc. that deals with the transport and storage of oil and petroleum products. Paper describes the procedure of construction, assembly and control of oil storage tank and the process of proving quality.

Key words: Quality Management System, ISO 9001:2015, ISO 29001:2010, quality control plan, oil storage tank

## **1. UVOD**

Svi težimo kvalitetnim proizvodima i uslugama, želimo posjedovati kvalitetna vozila, mobilne uređaje, garderobu te dobiti kvalitetnu uslugu u zdravstvenom, financijskom i obrazovnom sektoru. Vjerojatno se samo rijetki od nas zapitaju kako do toga dolazi i koji to procesi unutar organizacije omogućuju da proizvodi ili usluge budu kvalitetni i prihvatljivi kupcima/korisnicima. Kvaliteta je ono što čini razliku među istovrsnim proizvodima i uslugama. Živimo u periodu u kojemu konkurencija na tržištu iz dana u dan raste što znači da je potrebno kontinuirano praćenje potreba tržišta kako bi se osiguralo uspješno poslovanje organizacije. Osim praćenja tržišta, potrebno je pratiti i razvoj metodologija i alata koji omogućuju rast i razvoj organizacija.

Međunarodna organizacija za normizaciju ISO već desetljećima nudi rješenje za sustav upravljanja kvalitetom putem norme ISO 9001 koja organizacijama daje upute za uspješno poslovanje i upravljanje procesima unutar poduzeća. Organizacije svih djelatnosti mogu proći sustav certifikacije te na posljeticu dobiti certifikat za upravljanje kvalitetom prema ovoj normi. Ali postavlja se pitanje: "Jamči li taj certifikat kvalitetan proizvod ili uslugu te povećanje konkurentnosti?". Bitno je razumjeti kako se samim posjedovanjem certifikata utvrđuje kako je poslovni sustav uređen te da se na ispravan način vrši dokumentacija procesa. Osim toga, certifikat utvrđuje da je organizacija procesno orijentirana te da posluje prema načelima sustava upravljanja kvalitetom te time povećava svoju konkurentnost. No nerijetko se javlja problem da certifikat nije nužno dokaz kvalitete i konkurentnosti što je vidljivo i na primjeru Republike Hrvatske (RH). Naime, u RH iz godine u godinu raste broj izdanih certifikata što se može vidjeti iz godišnjih izvještaja ISO-a [1] ali gospodarska konkurentnost u zadnje tri godine bilježi prvo pad, a zatim stagnaciju kako je prikazano na slici 1 prema podacima Nacionalnog vijeća za konkurentnost.



**Slika 1. Pozicije globalne konkurentnosti RH i nekih zemalja EU u posljednje 3 godine [2]**

Dakle, bitno je shvatiti kako je potrebno kontinuirano provjeravati ispunjava li organizacija sve zahtjeve norme te da li se poslovanje u potpunosti vodi prema uputama. Sami certifikat ne mora uvijek biti dokaz konkurentnosti i uspješnosti nego početna točka za daljnje razvijanje i unaprjeđenje sustava upravljanja.

Poduzeće Jadranski naftovod d.d. proaktivno posluje prema zahtjevima norme za upravljanje kvalitetom, kontinuirano radi na poboljšanju procesa te koristi alate i načela propisana normom što rezultira konstantnim gospodarskim rastom. Poduzeće kroz godine postaje sve konkurentnije u djelatnostima skladištenja nafte i naftnih derivata što se pokazuje i rastom prihoda od skladištenja te transporta nafte. Ovi podaci su dokaz da se konstantnim radom te aktivnim korištenjem i praćenjem norme postižu vidljivi rezultati.

U ovome radu pokazat će se na koji način je sustav upravljanja kvalitetom integriran u procese poduzeća Jadranski naftovod d.d..

## 2. Osnove upravljanja kvalitetom

Upravljanje kvalitetom predstavlja bitan segment u poslovanju poduzeća budući da se tako osigurava ispunjenje propisa i zakona te poslovanje s optimalnim troškovima kako bi se poduzeće moglo dalje razvijati, rasti te zarađivati. Također, implementacija sustava upravljanja kvalitetom ima utjecaj i na kupce, odnosno klijente poduzeća budući da se takav sustav upravljanja orijentira na ispunjenje zahtjeva kupaca/klijenta kako bi im ulili povjerenje te tako privukli još veći broj kupaca/klijenata te samim tim povećali prodaju i poslovanje.

### 2.1. Definicija kvalitete

Kvaliteta nije moderan pojam niti trend koji se nedavno pojavio, otkad je čovječanstva te pisanih zapisa, mogu se pronaći podaci gdje se spominje kvaliteta te zahtjevi za kvalitetom. To potvrđuju i arheološki nalazi, a jedan takav je Hamurabijev zakonik koji je predstavljao glavni izvor Babilonskog prava, a nastao je oko 1700. godine prije Krista. U 229. članku toga zakonika stoji: "Ako graditelj čovjeku sagradi kuću, ne sagradi je čvrsto i kuća se koju se sagradio sruši, pa usmrti vlasnika kuće, taj graditelj neka se ubije." Nadalje, i u drugim kulturama i civilizacijama postojale su propisane sankcije u slučaju da neka usluga ili proizvod nije zadovoljavao kriterije kupca.

Tijekom 20. stoljeća odvila su se dva svjetska rata zbog kojih su brojna svjetska gospodarstva pretrpjela goleme štete. Nakon Drugog svjetskog rata Japan se htio što prije oporaviti i vratiti svoje gospodarstvo te je u tome uspio, a ključ uspjeha bila je proizvodnja orijentirana prema kvaliteti. Veliki uspjeh Japana potaknuo je i druge svjetske sile da se orijentiraju prema proizvodnji kvalitetnih proizvoda. Upravljanje proizvodnjom se time proširilo i većina poduzeća je počela provoditi razne sustave upravljanja kvalitetom koje su razvijali stručnjaci specijalizirani za kvalitetu: [3]

"Kvaliteta je prikladnost za upotrebu." *Joseph M. Juran*

"Dobra kvaliteta predstavlja predvidljiv stupanj ujednačenosti i pouzdanosti uz standard kvalitete koji odgovara kupcu. Temeljna filozofija svih definicija je ista – dosljednost usklađenosti i izvedbe imajući na umu potrebe kupca." *W. Edwards Deming*

"Kvaliteta je udovoljavanje zahtjevima." *Philip Crosby*

Prema tim definicijama vidljivo je kako postoje dvije glave podjele, ovisno o tome što se navodi kao primarna svrha kvalitete: [4]

1. Svrha kvalitete je zadovoljiti primjenjive značajke što znači da je kvaliteta proizvoda ili usluga određena njihovim mjerljivim karakteristikama, odnosno značajkama, koje su unaprijed definirane te moraju biti zadovoljene.
2. Svrha kvalitete je zadovoljiti potrošače, odnosno kvalitetni proizvodi i usluge su oni koji zadovoljavaju želje i potrebe kupaca, neovisno o mjerljivim karakteristikama.

Tijekom svoje karijere u području kvalitete Joseph M. Juran je tvrdio da kvaliteta podrazumijeva ispunjavanje želja kupaca što vodi prema zadovoljstvu kupaca te da ona predstavlja sve aktivnosti unutar poduzeća koje se provode kako bi se osiguralo da proizvod ispunjava potrebe kupca. Prema tome bi po njemu primarna svrha kvalitete spadala u obje prethodno navedene skupine, odnosno potrebno je i zadovoljiti želju kupaca i proizvoditi proizvode bez nedostataka. Demingova definicija kvalitete je strogo vezana za drugu skupinu, odnosno uz tezu da je primarna svrha kvalitete ispunjavanje želja kupaca, a nasuprot tome je Crosbyjeva definicija koja spada u prvu skupinu. Sva trojica su u svojim radom dali smjernice što je prema njima potrebno napraviti da bi se postigli određeni standardi kvalitete. Njihov rad je bitno utjecao na današnje poimanje kvalitete te definiciju kvalitete koju daje međunarodna organizacija za standarde – ISO prema čijoj normi ISO 9000:2015 se kvaliteta definira kao: [5]

"Stupanj u kojem niz svojstvenih značajki nekog predmeta ispunjava zahtjeve."

Uz ovu definiciju su navedene i dvije napomene koje ju detaljnije opisuju. Prva napomena kaže da se riječ "kvaliteta" može opisati pridjevima poput slabo, loše ili izvrsno dok se u drugoj napominje da opis značajke kao "svojstvene predmetu" znači da ona postoji u samom predmetu, odnosno da mu nije pripisana. Dvije ključne riječi u ovoj definiciji su "značajke" i "zahtjevi". Značajke su ono što proizvod ili uslugu definira, ono što im daje smisao i vrijednost. No da bi određeni proizvod ili usluga smatrala kvalitetnom, potrebno je da značajke ispuni određene zahtjeve koje postavljaju kupci, okolina, industrija, menadžment, itd..

Također, kvalitetu se može promatrati s tri stajališta: [6] proizvođača, tržišta te potrošača. Sa stajališta potrošača kvaliteta označava ono što potrošač očekuje od proizvoda, tj. da li je cijena proizvoda opravdana kvalitetom. Proizvođač na kvalitetu gleda kao mjeru uspješnosti proizvoda ili usluge odnosno da li je na tržište dan ispravan proizvod ili usluga te u kojoj mjeri se prodaje. Sa strane tržišta, kvaliteta pokazuje u kojoj mjeri se određeni proizvodi i

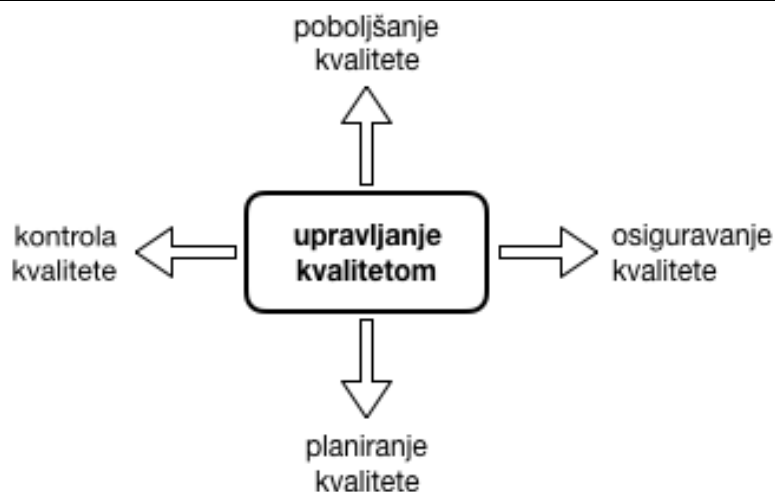
usluge uspješno prodaju u odnosu na konkurenciju. Prema tome, bitno je pratiti trendove, preferencije kupaca te stanje konkurencije kako bi se na tržište plasirao proizvod ili usluga s povoljnim omjernom cijene i kvalitete. Kupci u većini slučajeva prepoznaju visokokvalitetne proizvode no nisu uvijek u mogućnosti takve proizvode i platiti.

## **2.2. Upravljanje kvalitetom**

"Upravljanje kvalitetom obuhvaća sve aktivnosti koje su potrebne za planiranje kvalitete u organizaciji te sve aktivnosti potrebne za zadovoljavanje ciljeva kvalitete, a može se podijeliti na 4 glavne faze:" [4]

1. Planiranje kvalitete – prije svega je potrebno postaviti ciljeve kvalitete koji se očekuju u poduzeću na kratkoročnom i dugoročnom planu. Zatim je potrebno otkriti koji su to zahtjevi za kvalitetom, tj. da li oni se oni primjenjuju na postupak proizvodnje ili na sami proizvod te na kraju na temelju toga napraviti plan za sustav upravljanja kvalitetom te plan za izvođenje istog.
2. Kontrola kvalitete – postupci koji se izvode kako bi se provjerilo ispunjavaju li značajke proizvoda zahtjeve kvalitete. Ova faza uključuje aktivnosti nadziranja proizvodnje kako bi se osiguralo da izlazni proizvod odgovara zahtjevima kvalitete te izuzimanje i korigiranje onih proizvoda koji su neispravni.
3. Osiguravanje kvalitete – sadrži sve aktivnosti koje se provode kako bi se dobila sigurnost da će zahtjevi za kvalitetom biti ispunjeni. Sigurnost koja se dobiva osiguravanjem kvalitete je dvojaka – unutarnja i vanjska. Unutarnja sigurnost se izdaje menadžmentu te se time potvrđuju unaprijed donesene odluke, dok se vanjska sigurnost daje korisnicima te državi, zakonodavcima i slično.
4. Poboljšanje kvalitete – podrazumijeva zahtijevanja za konstantnim poboljšanjem djelotvornosti i učinkovitosti procesa.





Slika 2. Upravljanje kvalitetom

### 2.2.1. Načela sustava upravljanja kvalitetom

Sustav upravljanja kvalitetom (eng. *Quality Management System - QSM*) označava niz pravila, procesa i zahtjeva koje neko poduzeće mora ispuniti kako bi postiglo planirane ciljeve. Cilj QMS-a je uspješno provođenje svih prethodno navedenih faza kako bi se ispunili zahtijevani uvjeti kvalitete ali i očekivanja menadžmenta i korisnika.



Slika 3. Načela upravljanja kvalitetom

Takav sustav podrazumijeva postojanje normi i načela proizvodnje koji će garantirati da finalni proizvod zaista posjeduje tražene kvalitete. Međunarodnu normu sustava kvalitete ISO

9001:2015<sup>1</sup> koristi veliki broj država, a pokriva osiguravanje kvalitete u cjelokupnom proizvodnom i/ili uslužnom procesu, od narudžbe do isporuke gotovog proizvoda/usluge. Prema toj normi definirano je sedam temeljnih načela upravljanja kvalitetom (eng. *Quality Management Principles – QMPs*) koja su prikazana na slici 3. Ta načela su: [7]

- **Fokus na kupca** – da bi poduzeće uspješno poslovalo, potrebno je poznavati želje i očekivanje kupaca kako bi bili sigurni da proizvod ili usluga posjeduje kvalitete koje kupac očekuje.
- **Vodstvo** – u poduzećima koja žele postići najvišu kvalitetu proizvoda ili usluga, upravljanje kvalitetom počinje od vrha, tj. lideri i glavni menadžeri su ti koji inzistiraju na promjenama u poduzeću koje vode prema višoj razini kvalitete. Oni bi trebali motivirati zaposlenike i stvoriti takve uvjete rada u kojima je kvaliteta primarni cilj.
- **Uključivanje zaposlenika** – zaposlenici su ti koji manipuliraju sirovinom te daju vrijednost gotovom proizvodu. Potrebno je stvoriti radnu okolinu u kojoj su zaposlenici potaknuti na rad koji rezultira proizvodom ili uslugom visoke kvalitete. Bitan je odnos prema zaposlenicima te poticanje komunikacije između svih slojeva unutar poduzeća što bi značilo da bi svi trebali biti uključeni u davanje prijedloga za poboljšanje i unaprjeđenje postojećeg sustava.
- **Procesni pristup** – cjelokupno poduzeće mora biti organizirano kao skup povezanih procesa. Takav pristup nudi mogućnost sagledavanja svih aspekata poduzeća, uočavanje nedostataka te planiranje i implementaciju poboljšanja.
- **Kontinuirana poboljšanja** – uspješne organizacije su orijentirane prema kontinuiranom poboljšavanju, ulažu sredstva u nove tehnologije te kontinuirano obrazuju svoje zaposlenike.
- **Donošenje odluka prema podacima** – kako bi se poboljšanja mogla provoditi te kako bi se mogao procijeniti utjecaj poboljšanja na poduzeće, potrebno je voditi evidenciju svih provedenih radnji na temelju koje se mogu donijeti zaključci o odnosu prijašnjeg i novog stanja.
- **Upravljanje odnosima** – osim odnosa prema kupcima te odnosima unutar poduzeća, bitno je graditi i održavati dobre odnose s partnerima, dobavljačima i sl

---

<sup>1</sup> Međunarodna norma za upravljanje sustavom kvalitete, detaljnije u poglavlju 2.5.

<sup>2</sup> eng. *Quality Management Principles – QMPs*, detaljno objašnjeno u poglavlju 2.2.1.

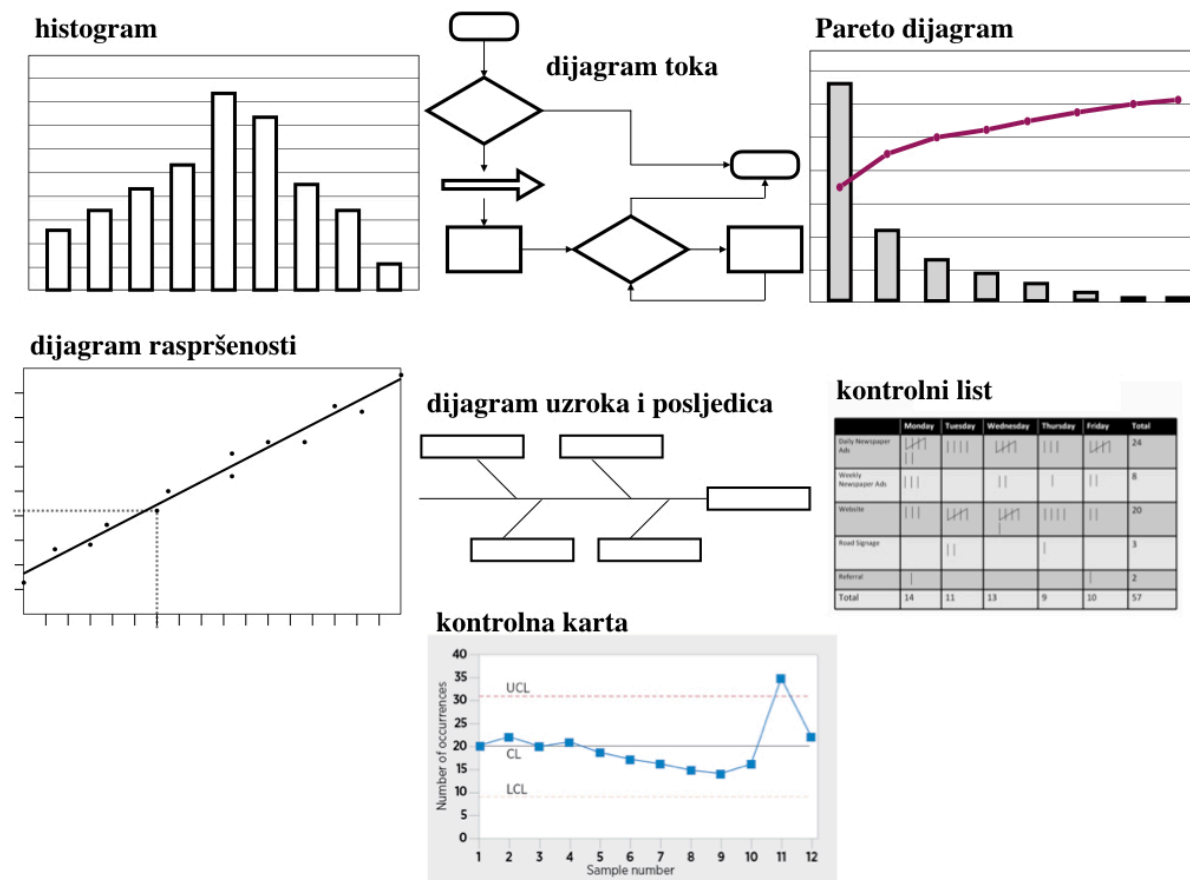
<sup>3</sup> Brojevi u zagradama predstavljaju poglavlja iz teksta norme ISO 9001:2015.

### 2.2.2. Osnovni alati upravljanja kvalitetom

Sustav upravljanja kvalitetom je složen proces tijekom kojega se dobiva velika količina podataka o proizvodima i procesima unutar neke organizacije. Kako bi organizacije lakše upravljale svojim procesima te imale bolji uvid u stvarno stanje proizvodnog ili uslužnog lanca, koristi se sedam osnovnih alata kvalitete (eng. *Seven Basic Quality Tools*). Za korištenje ovih alata nije potrebno napredno znanje statistike iako se radi o grafičkim metodama koje pomažu detektirati i riješiti probleme unutar procesa. Na slici 4 nalazi se prikaz sedam osnovnih alata kvalitete koje čine:

1. **Histogram** je grafički prikaz koji se koristi za prikazivanje frekvencije podataka kroz promatrano vrijeme. Histogramom je moguće utvrditi koliko često se različite vrijednosti pojavljuju u skupu podataka.
2. **Dijagram toka** je grafički prikaz koraka unutar nekog procesa. Koraci se međusobno razlikuju različitim simbolima koji se povezuju strelicama prema redoslijedu izvođenja.
3. **Pareto dijagram** je kombinacija dvaju grafova, stupčastog i linijskog grafikona. Stupčasti grafikon prikazuje koliko često se određeni događaji pojavljuju, dok linijski grafikon daje kumulativni prikaz. Ovaj dijagram je dobio naziv prema načelu talijanskog ekonomista Vifreda Pareta prema kojemu raspodjela uzroka i posljedica nije jednaka, odnosno prema njemu je u postotcima 80 % posljedica uzrokovano samo iz 20 % uzroka.
4. **Dijagram uzroka i posljedica** se još naziva i Ishikawa dijagram te dijagram riblja kost. Radi se o hijerarhijskom dijagramu kod kojeg se u centru nalazi promatrani učinak ili problem za kojeg se pronalaze mogući uzorci koji se potom svrstavaju u kategorije. Prema ovome konceptu svaka posljedica je rezultat djelovanja različitih čimbenika.
5. **Dijagram raspršenosti** služi za utvrđivanje postojanja zavisnosti te vrsti te zavisnosti između dvije ili više promatranih varijabli.
6. **Kontrolni list** je obrazac koji sadrži relevantne informacije o određenom procesu koje je potrebno kontrolirati u određenim periodima i fazama procesa.

7. **Kontrolne karte** daju grafički prikaz promjene promatranih parametara u određenom vremenskom intervalu. U kontrolnu kartu se unose vrijednosti mjerenja nekog parametra na temelju čega se dobiva vizualno prikaz o trendu kretanja tog parametra.



Slika 4. Sedam osnovnih alata kvalitete [8][9]

### 2.3. Međunarodne norme za upravljanje kvalitetom

Prije nego se da uvid u neke od međunarodnih normi za upravljanje kvalitetom, potrebno je definirati pojam "norma". Prema Hrvatskom zavodu za norme: [10]

"Norma je dokument donesen konsenzusom i odobren od priznatoga tijela, koji za opću i višekratnu uporabu daje pravila, upute ili značajke za djelatnosti ili njihove rezultate s ciljem postizanja najboljeg stupnja uređenosti u danome kontekstu."

Uz ovu definiciju stoji i napomena kako bi se norme trebale temeljiti na provjerenim znanstvenim, tehničkim i iskustvenim rezultatima te bi trebale biti usmjerene prema promicanju najboljih prednosti za društvo.

Međunarodne norme su one norme u čijoj normizaciji mogu sudjelovati odgovarajuća tijela iz svih zemalja, a služe kao dokaz da imatelj norme djeluje u skladu s onim što je normom

propisano. Jedna od najpoznatijih organizacija u tom području je Međunarodna organizacija za normizaciju (eng. *International Organization for Standardization – ISO*), neovisna nevladina internacionalna organizacija osnovana u Ženevi 1947. godine s ciljem okupljanja stručnjaka koji dijele svoje znanje te njime razvijaju međunarodno prihvatljive standarde koji podržavaju inovacije i pružaju rješenja na globalnoj razini. ISO organizacija djeluje putem tri odbora: CASCO – izdavanje smjernica za područje ocjenjivanja sukladnosti, COPOLCO – izdavanje smjernica za područje interesa potrošača te DEVCO – izdavanje smjernica za zemlje u razvoju.

Što se tiče članstva u ISO-u, postoje tri razine. Prva razina je punopravno članstvo za zemlje koje imaju nacionalna normizacijska tijela, a ono omogućuje utjecaj na razvoj i strategiju ISO standarda budući da imaju pravo sudjelovanja i glasanja na odborima ISO-a. Također, nacionalna normizacijska tijela imaju pravo prodaje i usvajanja ISO međunarodnih standarda na nacionalnoj razini. Dopisni članovi spadaju u drugu razinu te imaju mogućnost prisustvovanja odborima za razvoja ISO standarda i strategija kao promatrači. Radi se o zemljama koje nemaju nacionalna normizacijska tijela pa samim time nemaju niti pravo sudjelovanju u izradi ISO standarda ali se redovito obavještavaju o njegovom radu. Zadnju razinu čine članovi pretplatnici koje čine zemlje sa slabijim gospodarstvom koje plaćaju manje članarine ali mogu pratiti razvoj novih normi. Ključni principi u razvoju ISO standarda su: [11]

- Norme nastaju kao odgovor potrebama na tržištu – ISO ne odlučuje sam da će napraviti neki novi standard već djeluje na zahtjev industrije ili potrošačkih skupina.
- Norme su temeljene na mišljenju globalnih stručnjaka – standarde razvijaju stručnjaci iz cijeloga svijeta koji čine tehnički odbor. Oni raspravljaju o svim aspektima normi, tj. o definiciji, sadržaju te opsegu norme.
- Razvijaju se kroz proces koji sadrži različite suučensike – osim tehničkog odbora, u razvoju sudjeluju i stručnjaci iz industrije te predstavnici potrošača, nevladine organizacije, akademska zajednica te vlade.
- Temelji se na konsenzusu te se uzimaju u obzir mišljenja svih sudionika.

Kada je u pitanju upravljanje kvalitetom, koriste se norme iz obitelji ISO 9000 koje su prvi put objavljene još 1987. godine. U ovome radu detaljnije će se obraditi dvije ISO norme iz obitelji norma ISO 9001:2015 te ISO 29001:2010.

### 2.3.1. Norma ISO 9001:2015

Norma ISO 9001:2015 postavlja standarde za sustav upravljanja kvalitetom te je za nju moguće dobiti certifikat, a primjenjiva je u svim organizacijama i poduzećima, neovisno o njihovoj vrsti i veličini. O raširenosti primjene ove norme govori i podatak da ovaj certifikat posjeduje preko milijun kompanija i organizacija u više od 170 zemalja. Ova norma se koristi kad poduzeće ili organizacija : [12]

- a) treba pokazati sposobnost dosljednog pružanja usluga i proizvoda u skladu sa zadovoljstvom kupaca i postojećim propisima
- b) ima za cilj povećati zadovoljstvo kupaca učinkovitom primjenom sustava uključujući njegove procese i neprekidna poboljšavanja.

Sustav upravljanja kvalitetom prema ovoj normi je strateška odluka kojom se osigurava temelj za uspješno i održivo poslovanje. Koristi koje je može donijeti ovakav sustav upravljanja kvalitetom su: [13]

- sposobnost pružanja proizvoda i usluga koji ispunjavaju zahtjeve kupaca, zakona i zakonskih regulativa
- priliku za povećanje zadovoljstva kupaca
- rješavanje rizika te mogućnost stvaranja eventualne prilike iz rizika ovisno o kontekstu i ciljevima
- mogućnost dokazivanja sukladnosti sa zahtjevima sustava upravljanja kvalitetom.

Temeljna karakteristika ove norme je procesni pristup koji predstavlja način upravljanja poduzećem ili organizacijom tako da svi procesi djeluju kao cjeloviti i integrirani sustav. Kako bi se postigli željeni ciljevi, potrebno je imati sustav upravljanja koji integrira procese. Procesni ne smiju biti odvojeni niti se odvojeno promatrati već se moraju definirati kao međusobno povezane aktivnosti što pridonosi postizanju rezultata. Također, preporučuje se detaljno planiranje i provođenje kontrola te dokumentiranje svih poduzetih postupaka. Za provođenje procesnog pristupa koriste se upute sadržane u načelima upravljanja kvalitetom<sup>2</sup>.

Osim procesnog pristupa, karakteristika ove norme je i poticanje razmišljanja temeljenog na riziku (eng. *risk-based thinking*) korištenjem analize rizika kako bi organizacije dobile uvid u potencijalne probleme u upravljanju poslovnim procesima. Kod takvog pristupa, organizacijama se preporučuje provođenje određenih metoda za upravljanje rizicima ovisno o fazama poslovanja i procesa: [14]

---

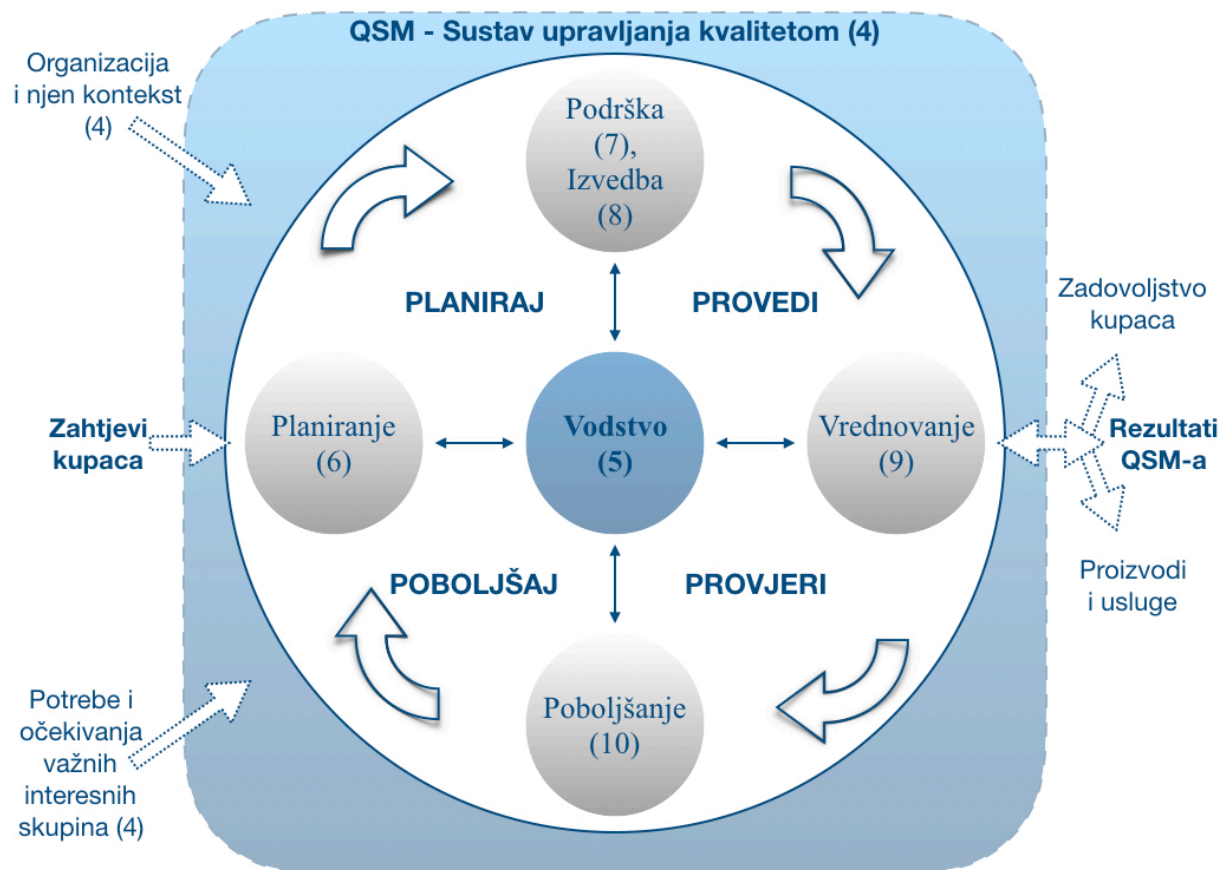
<sup>2</sup> eng. *Quality Management Principles* – QMPs, detaljno objašnjeno u poglavlju 2.2.1.

- SWOT (eng. *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* – Snage, Slabosti, Prilike i Prijetnje) analiza tijekom istraživanja vanjskih i unutarnjih utjecaja koji su bitni za procese i poslovanje.
- Tijekom razvoja proizvoda preporučuje se korištenje analize utjecaja i posljedica pogrešaka u razvoju (eng. *Design Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA) i stablo pogrešaka (eng. *Fault Tree Analysis* – FTA).
- Kada se predstavljaju novi proizvodi kod kojih je fokus usmjeren na proizvodne metode koriste se dijagrami procesa i analiza utjecaja i posljedica pogrešaka procesa (eng. *Process Failure Mode and Effect Analysis* – PFMEA)
- Vođenje registra rizika ovisno o političkim, ekonomskim, socijalnim i tehnološkim faktorima kada se biraju dobavljači.

Prednost ovakvog pristupa je što se na vrijeme može utjecati na neke odluke te se tako zaštititi poduzeće. Sve prethodno navedene metode imaju za cilj utvrditi gdje bi potencijalno moglo doći do problema, u kojoj fazi poslovanja te na vrijeme nude rješenja.

Norma ISO 9001:2015 se sastoji od 10 poglavlja unutar kojih su pojašnjeni svi principi i zahtjevi. Prva tri poglavlja su općenita: definiraju područje primjene, upućuju na druge norme i nazive te navode definicije pojmova koji se koriste. U daljnjim poglavljima daju se smjernice kako provoditi sustav upravljanja kvalitetom prema normi ovisno o segmentima: (4) Kontekst organizacije, (5) Vodstvo, (6) Planiranje, (7) Podrška, (8) Izvedba, (9) Vrednovanje i (10) Poboljšavanje.

Navedena poglavlja slikovito su povezana unutar PDCA kruga koji je skraćena engleskih riječi: "*Plan-Do-Check-Act*" što prevedeno na hrvatski znači "Planiraj-Provedi-Provjeri-Poboljšaj". Ovakav princip je izrazito koristan kod upravljanja kvalitetom te je primjenjiv na cjelokupni proces kao i na pojedine faze procesa. Prvi puta se PDCA krug u sklopu norme ISO 9001 pojavio u izdanju iz 2000. godine te se svakim novim izdanjem daje sve veća pažnja ovakvom načinu upravljanja te su se potiče poduzeća i organizacije da ga usvoje.



Slika 5. PDCA krug prema međunarodnoj normi ISO 9001:2015<sup>3</sup> [13]

Tradicionalni način upravljanja problemima rješava samo konkretni problem, ne uzimajući u obzir one probleme koji bi se mogli dogoditi kao posljedica rješenja dok se ne ovaj način detaljno sagleda problem, nađe se uzrok te se na njega djeluje. Slika 5 shematski prikazuje kako bi se trebalo upravljati kvalitetom koristeći PDCA krug i normu ISO 9001:2015.

Ukratko, dijelovi PDCA kruga se mogu opisati na sljedeći način: [13] [15]

- a) **Planiraj** – ova faza obuhvaća poglavlja norme: "(4) Kontekst organizacije", "(5) Vodstvo", "(6) Planiranje" i "(7) Podrška" te upućuje na potrebu za izradom plana u kojemu će biti navedeni ciljevi koji se žele postići te sve aktivnosti koje je potrebno provesti kako bi se ciljevi ostvarili. Također je potrebno definirati i sve potrebne resurse za dobivanje rezultata koji su u skladu sa zahtjevima kupaca i zahtjevima organizacije. Osim toga, potrebno je detektirati eventualne rizike ali i moguće prilike.

<sup>3</sup> Brojevi u zagradama predstvaljaju poglavlja iz teksta norme ISO 9001:2015.



Tijekom planiranja potrebno je odrediti: [16]

- kontekst organizacije, odnosno odrediti koje su njene odgovornosti, interesne skupine i koji su to nužni zahtjevi, očekivanja i potrebe koji definiraju organizaciju
  - područje djelovanja, ciljeve te temeljne politike organizacije
  - procese unutar organizacije
  - redoslijeda kojim se procesi odvijaju te interakcije među procesima
  - osobe ili odbore koji preuzimaju odgovornost za određene procese
  - potrebu za dokumentiranjem određenih informacija
  - povezanost, rizike i aktivnosti među procesima
  - potrebe za praćenjem i mjerenjem određenih karakteristika procesa.
- b) **Provedi** – nakon izrade plana, potrebno ga je provesti unutar organizacije i to tako da se putem svakodnevnih aktivnosti i zadataka provode planirani koraci, a to je obuhvaćeno poglavljem "(8) Izvedba". Prije nego se počne s provedbom, potrebno je napraviti probnu provedbu koja uključuje: [16]
- implementaciju aktivnosti potrebnih za provođenje plana
  - određivanje potrebnih resursa (ljudi, infrastruktura, informacije, materijali, financijski resursi, okoliš, itd.) za efektivno izvođenje operacija svakog od procesa.
- c) **Provjeri** – koristeći upute unutar poglavlja "(9) Vrednovanje" provodi se praćenje i ako je moguće mjerenje procesa te proizvoda i usluga koji su rezultat tih procesa. Potrebno je provjeriti ispunjavaju li procesi te konačni proizvodi ili usluge tražene zahtjeve i planirane aktivnosti. Po izvođenju ove faze potrebno je napraviti detaljno izvješće kojime se dobiva uvid u djelotvornost procesa.
- d) **Poboljšaj** – zadnji korak je poboljšanje na temelju prijašnjih koraka pomoću metoda i postupaka navedenih u poglavlju "(10) Poboljšanje". Potrebno je uočiti eventualne pogreške ili prilike za poboljšanje kako bi se osigurali željeni rezultati.

### 2.3.2. Norme ISO 29001:2010 i ISO 29001:2020

Norma ISO 29001:2010 predstavlja standard za upravljanje kvalitetom u organizacijama čija je djelatnost naftna, plinska i petrokemijska industrija. Ova norma se odnosi na sustav upravljanja kvalitetom u specifičnom sektoru te daje zahtjeve za rad u navedenim industrijama. Budući da i norma ISO 29001:2010 spada također u obitelj normi ISO 9000, temeljna načela i zahtjevi norme u velikom dijelu su slični normi ISO 9001 ali se dodatno opisuju neki uvjeti i definicije za navedene industrije. U međuvremenu je došlo do revizije norme iz 2010. godine te je trenutno dostupna norma iz tekuće godine, ISO 29001:2020 koja je također proširena u odnosu na staru normu. Ono što je dodano u odnosu na normu ISO 9001 su pojedina objašnjenja i stavke unutar pojedinih poglavlja.

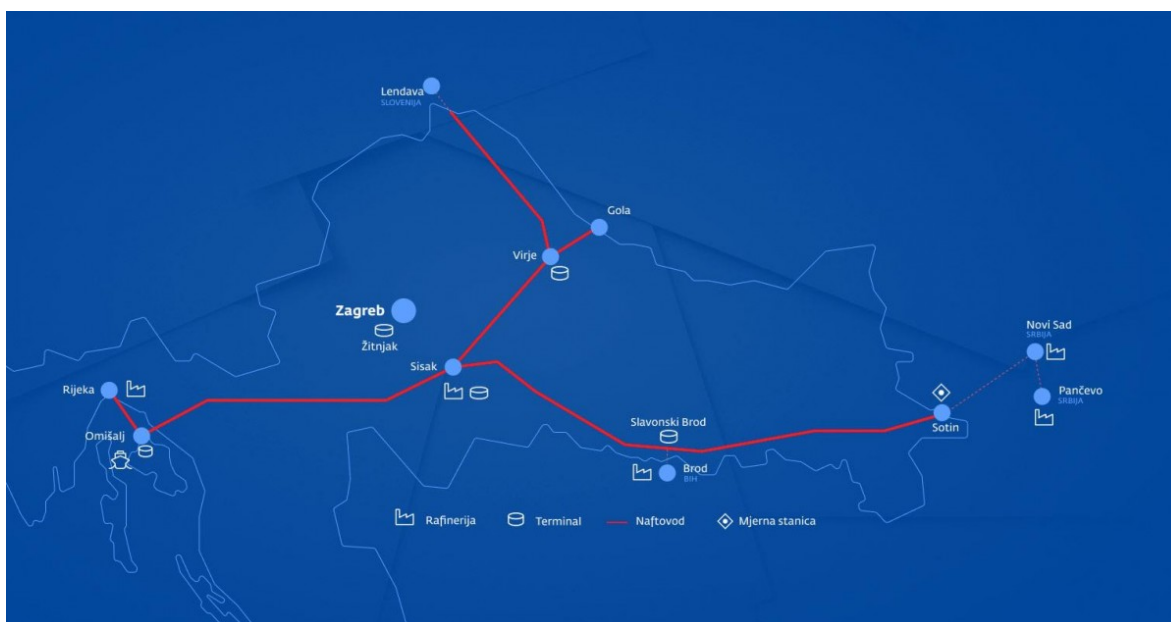
Tako se navodi da se prilikom planiranja posebna pažnja mora obratiti na upravljanje rizicima budući da se radi o područjima industrije koja se konstantno razvijaju te koja su podložna naglim promjenama budući da ovise o ekonomskoj situaciji na globalnoj razini. U ovoj normi se dodatno navode i koncepti održavanja koji se temelje na riziku poput: preventivnog i prediktivnog održavanja, analize utjecaja i posljedica sustava, proizvodnje i procesa, planova kontrole procesa i drugih. Ono što je nužno u ovakvim organizacijama je i temeljito dokumentiranje te čuvanje dokumentacije o korištenju infrastrukture koja se treba održavati na propisan način kako bi se osiguralo da ispunjava sve zahtjeve. Norma također navodi da se trebaju pravilno dokumentirati i čuvati sve informacije vezane za korištenje, održavanje i servis infrastrukture. Potrebno je voditi svojevrsni dnevnik u kojem se bilježi sva povijest korištenja, sve preinake, popravci, servisi i ispitivanja čime je moguće utvrditi ispravnost infrastrukture. Kada je u pitanju čuvanje proizvoda potrebno je koristiti metode očuvanja proizvoda koje također jamče i očuvanje okoliša te je potrebno osigurati da proizvod ispravan i nepromijenjenog sastava prođe kroz sustav i stigne do krajnjeg korisnika. Skladišni prostori moraju biti napravljeni tako da sprječavaju smanjenje kvalitete i propadanje proizvoda dok čeka na upotrebu ili isporuku. Potrebno je redovito testirati proizvod kako bi se utvrdilo da nema promjene u vidu kvalitete. [17]

### 3. Upravljanje kvalitetom prilikom izgradnje spremnika za skladištenje nafte u poduzeću Jadranski naftovod d.d.

Jadranski naftovod je dioničko društvo koje upravlja naftovodno-skladišnim sustavom na području Republike Hrvatske i susjednih zemalja. Sustav je projektiran i građen u razdoblju od 1974. do 1979. godine te služi kao međunarodni sustav transporta nafte od terminala Omišalj prema domaćim i stranim rafinerijama. Prema projektu, kapacitet naftovoda iznosi 34 milijuna tona nafte godišnje (MTG), dok instalirani kapacitet iznosi 20 MTG. [18] Sustav naftovoda je napravljen tako da osim Hrvatske opskrbljuje i šest država jugoistočne i srednje Europe:

- Srbija, Bosna i Hercegovina, Slovenija – 24 MTG
- Mađarska, Češka i Slovačka – 10 MTG.

Trenutni kapacitet spremničkog prostora iznosi 1 940 000 m<sup>3</sup> za sirovu naftu te 222 000 m<sup>3</sup> za naftne derivate.



Slika 6. Naftovodni sustav JANAF-a [18]

Slika 6 prikazuje shemu naftovodnog sustava na području Hrvatske. Prvi izgrađeni objekt u sklopu JANAF-a je prihvatno-otpremni terminal Omišalj na otoku Krku. Terminal uključuje veliki broj spremnika za naftu i naftne derivate te ima mogućnost ukrcanja nafte na tankere i kamionske cisterne. Autopunilišta, namijenjena punjenju kamionskih cisterni, imaju i

ugrađene uređaje za rekuperaciju para ugljikovog dioksida te mogućnost dodavanja aditiva i biogoriva. Osim toga na terminalu se nalaze i pumpe te mjerne stanice. [18]



**Slika 7. Terminal Omišalj [19]**

Ostali prihvatno otpremni terminali u Hrvatskoj su Slavonski Brod, Virje i Sisak. Terminali Sisak i Virje su opremljeni spremnicima za naftu te pripadajućim mjernim i pumpnim stanicama. Jedan od zadnjih projekata je terminal naftnih derivata Žitnjak koji se nalazi u istočnom dijelu grada Zagreba. Terminal nije povezan naftovodom s ostalim terminalima nego se doprema i otprema naftnih derivata izvodi putem autocisterni i vagon cisterni.

### **3.1. Organizacija sustava upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadranski naftovod d.d.**

Za upravljanje kvalitetom poduzeće Janaf d.d. ima certifikate ISO 9001:2015 te ISO 29001:2010 no osim tih normi, poduzeće posjeduje i certifikate:

- ISO 14001:2015 Sustav upravljanja okolišem – Zahtjevi s uputama za upotrebu
- ISO 50001:2011 Sustav upravljanja energijom – Zahtjevi s uputama za upotrebu
- OHSAS 18001:2007 Sustav upravljanja zdravljem i zaštitom na radu – Zahtjevi.

Prema tim normama izrađen je interni poslovnik integriranog sustava koji služi za upravljanje kvalitetom sustava te se njime definira opseg sustava te odnosi među procesima. Opseg sustava se svodi na energetske djelatnosti: transport nafte, skladištenje nafte i naftnih derivata te prekrcaj tekućih tereta. Poduzeće potiče primjenu metodologija koje su sadržane unutar normi, posebice PCDA kruga te se u poslovanju primjenjuju temeljna načela upravljanja kvalitetom. Navedene norme sugeriraju da se unutar organizacija detektiraju procesi koji se zatim dokumentiraju, nadziru i mjere, a u poduzeću Janaf d.d. je to i napravljeno: [20]

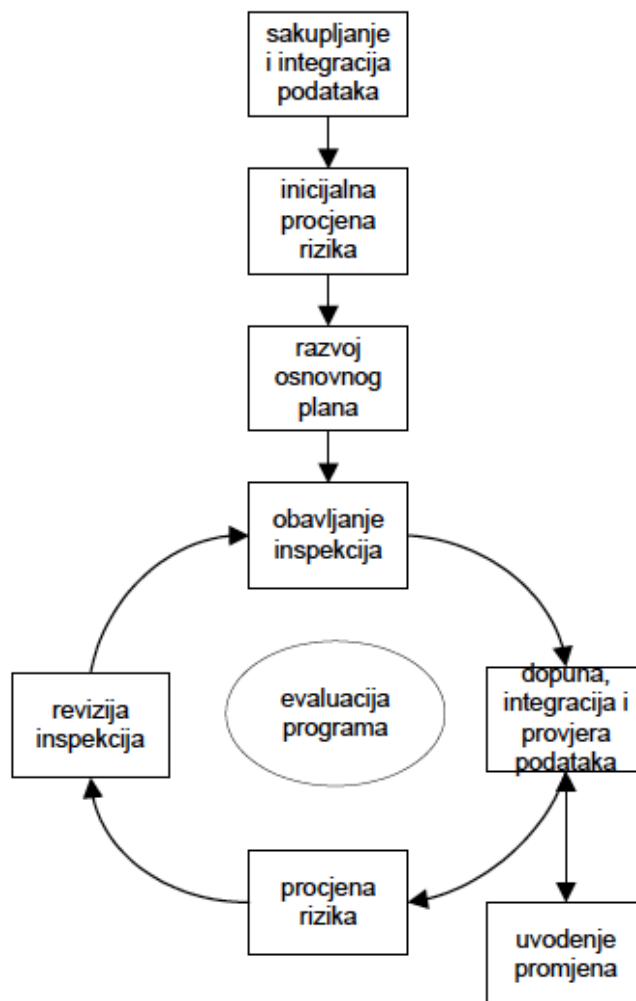
- **Ključni procesi** imaju za cilj zadovoljiti vanjske kupce/korisnike tako da proizvodi/usluzi daju novu vrijednost. U njih spadaju:
  - Procesi vezani za prihvatanje, skladištenje te transportiranje nafte i naftnih derivata i to tako da oni ispunjavaju ugovorene uvjete i kvalitetu. Prilikom obavljanja radnji skladištenja i transporta bitno je paziti na zaštitu okoliša i sigurnost zaposlenih.
  - Procesi usmjereni na kupce/korisnike koji prodajom prepoznaju potrebe i očekivanja te prate i mjere zadovoljstvo kupaca/korisnika proizvodom. Dakle ti procesi služe kao povratna informacija putem kojih se dobivaju prijedlozi i prigovori kupaca/korisnika te se nalaze obostrano prihvatljiva rješenja.
- **Procesi podrške** služe za osiguravanje uvjeta za kvalitetno i sigurno odvijanje procesa. Ovi procesi indirektno utječu na stvaranje dodane vrijednosti, a u njih spadaju: [20]
  - procesi održavanja sustava i kontrole integriteta sustava
  - procesi održavanja i nadzora pomoću nadzorne i mjerne opreme
  - procesi razvoja koji unaprjeđuju postojeće procese davanja usluga i utvrđuju strateški razvoj
  - procesi investicija koji pomažu pri realizaciji projekata iz područja investicija kod promjene i dogradnje postojeće opreme i tehnologije čime se osigurava poboljšanje i smanjenje rizika
  - procesi vezani uz financije i ekonomsko poslovanje
  - procesi vezani uz nabavu
  - procesi vezani uz ljudske resurse i pravne osobe
  - procesi vezani uz vanjske i unutarnje komunikacije
  - procesi vezani uz nadzor i zaštitu okoliša, zaštitu zdravlja, sigurnosti te upravljanje energijom u svim osnovnim i potpornim procesima.
- **Upravljački procesi** su oni kojima uprava društva nadzire cijeli poslovni sustav te na temelju toga radi analizu podataka te analizu poduzimanja korektivnih i preventivnih mjera s ciljem stalnog poboljšavanja. Pod upravljačke procese spadaju:
  - procesi nadzora i koordiniranje sustavom upravljanja kvalitetom, zaštitom okoliša i energije te zaštitom zdravlja i sigurnosti

- procesi vezani uz stručnu podršku upravi
- procesi vezani uz reviziju i kontrolu.

Kako bi se potvrdila učinkovitost poslovnog sustava prema zahtjevima normi, poduzeće minimalno dva puta godišnje provodi interne audite kojima se provjerava sukladnost dokumentacije sustava kvalitete, zaštite okoliša, zaštite zdravlja i sigurnosti te politike upravljanja energijom.

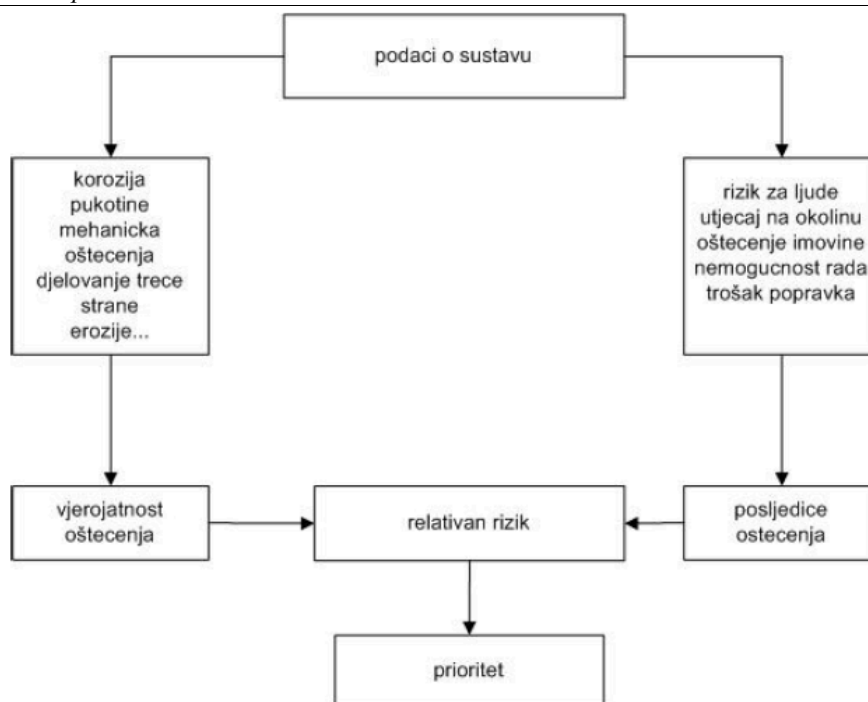
### **3.1.1. Upravljanje rizicima**

U ovome poduzeću se velika pažnja pridaje upravljanju rizicima budući da su svi poslovi vezani uz manipuliranje naftom. Potrebno je prepoznati i pratiti rizike budući da u slučaju nepravilnog rukovanja naftom i spremnicima ili pojave bilo kakvog oštećenja može doći do ekološke katastrofe te ugroze ljudskog zdravlja. Kako bi se kontrolirao integritet sustava, tj. cjelovitost i neoštećenost, napravljen je "Program upravljanja integritetom naftovodnog sustava" koji služi za detekciju, procjenu i prevenciju potencijalnih rizika integriteta. Program sadrži dijagram tijeka procesa upravljanja integritetom koji je prikazan na slici 8.



Slika 8. Dijagram tijeka procesa upravljanja integritetom [21]

Pomoću dijagrama služba kontrole integriteta naftovodnog sustava radi na promptnom prikupljanju i dokumentiranju svih bitnih informacija u što spadaju svi podaci o izrađenim i projektiranim sustavima te inspekcijski podaci poput ispitivanja katodne zaštite i izolacije, obilaska infrastrukture, podaci o prijašnjim oštećenjima i drugo. Na temelju tih podataka identificiraju se i procjenjuju potencijalni rizici koji mogu dovesti do narušavanja integriteta sustava. Neki od takvih rizika su: greške osoblja, oštećenja uzrokovana vanjskom silom ili vremenskim nepogodama, konstrukcijske greške, vanjska i unutarnja korozija, itd.. Na temelju toga se razvija plan upravljanja rizicima te se prema njemu provode redovite inspekcije koje imaju za cilj spriječiti rizike.



**Slika 9. Tijek procedure za utvrđivanje povrede integriteta naftovodnog sustava [21]**

Ako se redovnim pregledom ili tijekom uobičajenih radnih aktivnosti uoči da je došlo do pojave rizika postupa se prema proceduri za utvrđivanje povrede integriteta naftovodnog sustava koja se nalazi na slici 9. Prema dostupnim podacima o sustavu, određuje se do kakvih je oštećenja došlo te koja je bila vjerojatnost pojave oštećenja. Također se određuju posljedice oštećenja na ljude, okolinu, imovinu i rad. Na temelju tih podataka dobiva se relativni rizik te se određuju prioriteti i procjenjuje se da li je rizik prihvatljiv. Za postupak određivanja prihvatljivosti rizika se koristi matrica rizika prikazana na slici 10. Matrica rizika je način određivanja rizika kojime se uzima u obzir vjerojatnost pojave od opasnog događaja i oštećenja zdravlja koje opasni događaj može prouzročiti. Pod oštećenje zdravlja spada zdravlje zaposlenika ali i sustava, odnosno materijalna šteta te narušavanje okoline. Matricom rizika vrednuju se i prioritziraju procijenjeni rizici. [22]



|                     |   | Oštećenja zdravlja |   |   |   | Rizik   |
|---------------------|---|--------------------|---|---|---|---|
|                     |   | A                  | B | C | D |   |
| Vjerojatnost pojave | 1 | 1                  | 1 | 1 | 2 | <p>■ prihvatljiv</p> <p>■ prihvatljiv uz pojačan oprez</p> <p>■ neprihvatljiv</p> <p>■ nepoželjan</p> |
|                     | 2 | 1                  | 2 | 3 | 3 |   |
|                     | 3 | 2                  | 3 | 4 | 4 |   |
|                     | 4 | 4                  | 4 | 4 | 4 |   |

Slika 10. Matrica rizika [22]

Oštećenja zdravlja se kategorički opisuju slovima od A do D:

- A. malo – lakša oštećenja zdravlja, mala materijalna šteta, zanemarivo onečišćenje te bez onečišćenja okoliša
- B. srednje – teže oštećenje zdravlja, znatna materijalna šteta, znatno onečišćenje radne sredine te značajno onečišćenje okoliša
- C. veliko – gubitak života radnika, velika materijalna šteta, veliko onečišćenje radne sredine te značajno onečišćenje okoliša
- D. katastrofalno – gubitak života više radnika, nenadoknativa materijalna šteta, katastrofalno onečišćenje radne sredine te veliko onečišćenje okoliša.

Vjerojatnost pojave se kategorički opisuje brojevima od 1 do 4:

- 1. rijetko – ne očekuje se tijekom pogonskog vijeka postrojenja no postoji mala vjerojatnost pojave
- 2. povremeno – očekuje se tijekom pogonskog vijeka postrojenja
- 3. često – očekuje se jednom u 10 godina
- 4. vrlo često – očekuje se više od jednom godišnje.

Nakon što se definiraju oštećenja i vjerojatnost pojave, popunjava se matrica rizika u kojoj se definira da li je određeni rizik prihvatljiv ili ne. Tablica 1. prikazuje rizike te mjere zaštite koje se moraju provesti kako bi se ti rizici spriječili i sanirali.

**Tablica 1. Potrebne mjere zaštite ovisno o razini rizika**

| <b>Rizik</b>                            | <b>Mjere zaštite</b>   |
|---|--|
| <b>1 – prihvatljiv</b>                  | Može se zadržati trenutni stupanj zaštite ali ako je moguće, potrebno je raditi na poboljšanju.  |
| <b>2 – prihvatljiv uz pojačan oprez</b> | Uvesti mjere za poboljšanje zaštite, npr.: pojačati nadzor, češće provjeravati opremu i infrastrukturu, praćenje zdravlja zaposlenika, itd..   |
| <b>3 – nepoželjan</b>                   | Ukoliko dođe do ovakve situacije potrebno je odmah poduzeti mjere zaštite – uvesti stalni nadzor odgovorne osobe, dosljedno se pridržavati uputa za rad, obavezno kontrolirati zdravstveno stanje zaposlenika. |
| <b>4 - neprihvatljiv</b>                | Rad se momentalno prekida te se odmah provodi kontrola zdravstvenog stanja radnika.  |

Za svaki terminal i objekt na terminalu koji je u vlasništvu poduzeća izrađuje se potpuna dokumentacija upravljanja rizicima koja sadrži planove zaštite, prosudbu ugroženosti te procjenu rizika.

### **3.2. Spremnik veličine 80 000 m<sup>3</sup> za skladištenje sirove nafte**

Jadranski naftovod u svome posjedu ima veliki broj spremnika za skladištenje nafte. Kapaciteti spremnika iznose od 10 000 m<sup>3</sup> do 80 000 m<sup>3</sup>. U najvećoj mjeri, postavljeni su vertikalni cilindrični spremnici s plutajućim krovom i metalnom tankvanom zapremnine od 80 000 m<sup>3</sup> te će spremnik tog tipa biti detaljnije opisan u ovome radu. Takve vrste spremnika se izrađuju zavarivanjem čelične konstrukcije i to prema uputama i standardima API 650<sup>4</sup> te EN 14015<sup>5</sup>.

#### **3.2.1. Zavarivački postupci i oblici zavara koji se koriste pri izradi i montaži spremnika**

Kod izrade spremnika za skladištenje nafte, glavni tehnološki postupak je zavarivanje. "Zavarivanje je postupak spajanja ili prevlačenja osnovnog materijala primjenom topline ili pritiska, ili oboje, s ili bez dodatnog materijala." [23] Dijelovi spremnika se izrađuju u

<sup>4</sup> API 650 je američki standard za zavarivanje čeličnih spremnika s ravnim dnom za skladištenje nafte.

<sup>5</sup> EN 14015 je europski standard za projektiranje i izradu vertikalnih, cilindričnih, nadzemnih, čeličnih spremnika s ravnim dnom.

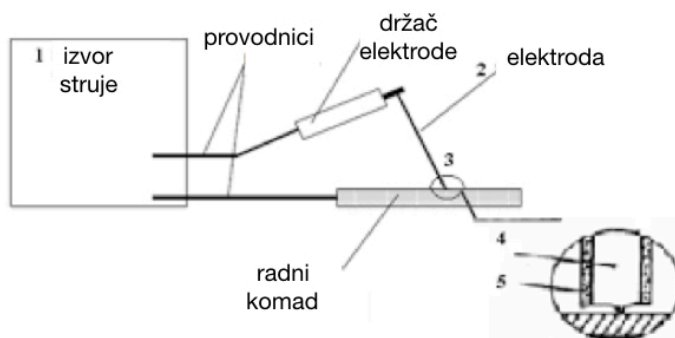
radionici gdje se limovi obrađuju te se po potrebi spajaju zavarivanjem. Na gradilište dolaze limovi i konstrukcije u obliku poluproizvoda koji se zatim na mjestu montiraju i spajaju zavarivanjem. Prije nego se započne postupak zavarivanja, potrebno je pripremiti rubove i materijal. Rubovi se, ovisno o materijalu pripremaju mehaničkom obradom ili termičkim rezanjem, a kako bi si smanjila zaostala naprezanja te izbjegle hladne pukotine, mjesta zavara se predgrijavaju na temperaturu koja je propisana standardom API 650. Iz istog razloga, na zavarenim spojevima se nakon izvedbe provodi postupak odžarivanja.

Svi podaci potrebni za projektiranje i izradu spremnika, pa tako i upute o zavarivačkim postupcima, nalaze se u glavnom i izvedbenom projektu. "Glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu, kao i drugih zahtjeva prema Zakonu o gradnji i posebnih propisa te tehničkih specifikacija. Izvedbenim projektom razrađuje se tehničko rješenje dano glavnim projektom. Izvedbeni projekt mora biti izrađen u skladu s glavnim projektom." [24].

Prilikom izrade spremnika za skladištenje nafte koriste se sljedeći elektrolučni postupci zavarivanja:

- ručno elektrolučno zavarivanje obloženim elektrodama (REL)
- zavarivanje taljivom elektrodom u zaštitnoj atmosferi plina ili plinskih mješavina (MIG/MAG)
- zavarivanje netaljivom volframovom elektrodom u zaštitnoj atmosferi argona (TIG)
- elektrolučno zavarivanje pod praškom (EPP).

Glavna karakteristika svih postupaka elektrolučnog zavarivanja je postojanje električnog luka koji se uspostavlja između dvije elektrode, tj. radnog komad i elektrode kao što je prikazano na slici 11. Ono po čemu se razni postupci elektrolučnog zavarivanja razlikuju su osnovni parametri: napon, struja i dužina luka.



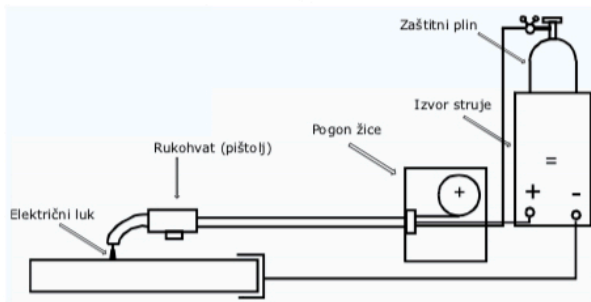
Ručno elektrolučno zavarivanje karakterizira uspostava električnog luka kratkim spojem između elektrode i radnog komada. Tijekom ovog postupka, zavarivač u električni luk dodaje elektrodu koja se zbog toga tali i formira zavareni spoj.

Zavarivanje taljivom elektrodom u zaštitnoj atmosferi plina ili plinskih mješavina (MIG/MAG) je postupak zavarivanja kod kojega se električni luk uspostavlja između kontinuirane taljive elektrode, najčešće žice, te radnog komada u zaštitnoj atmosferi inertnih (MIG zavarivanje – koriste se plinovi argon ili helij) ili aktivnih plinova (MAG zavarivanje – koristi se plin ugljikov dioksid ili mješavine plinova).

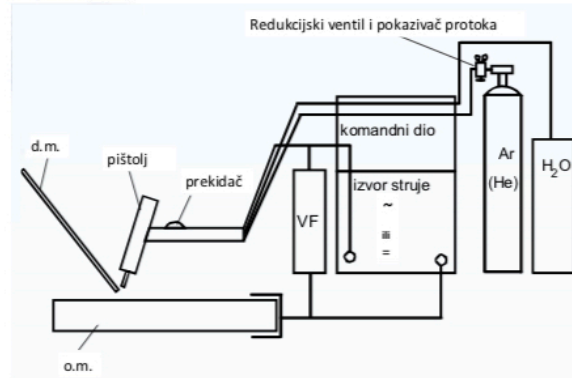
Prilikom zavarivanja netaljivom volfram elektrodom u zaštitnoj atmosferi argona (TIG) električni luk se uspostavlja između volfram elektrode i radnog komada. Tijekom postupka se oslobađa toplina koja tali radni komad, odnosno osnovni materijal. Kako bi se mjesto zavarivanja zaštitilo, ispušta se inertni plin argon.

Kada se koristi postupak zavarivanja pod zaštitom praška (EPP) električni luk se stvara između kontinuirane taljive elektrode koja je najčešće u obliku žice i ranog komada. Tijekom provođenja ovog postupka električni luk nije vidljiv jer je prekriven slojem praška i troske koja nastaje kao rezultat taljenja dijela praška, a služi za zaštitu rastaljenog metala od djelovanja okolne atmosfere.

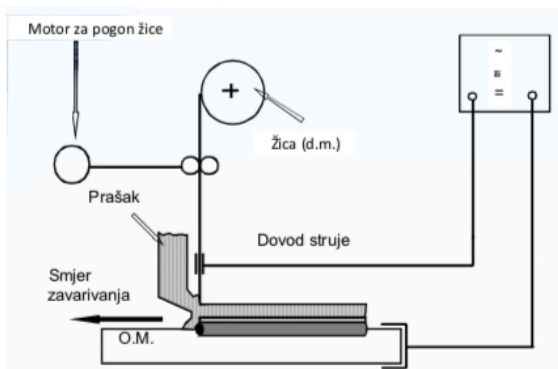
**MIG/MAG zavarivanje**



**TIG zavarivanje**

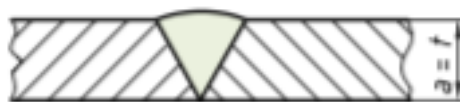


**EPP zavarivanje**



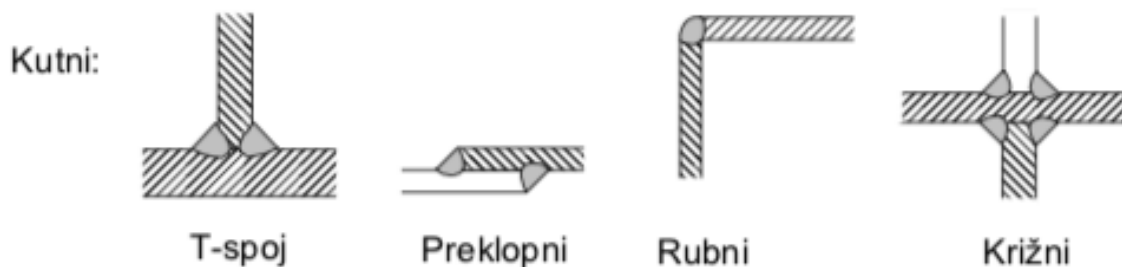
**Slika 12. Zavarivački postupci [26]**

Najčešći oblici zavarenih spojeva prikazani su na slikama 13 i 14.



**Slika 13. Sučioni zavar [27]**

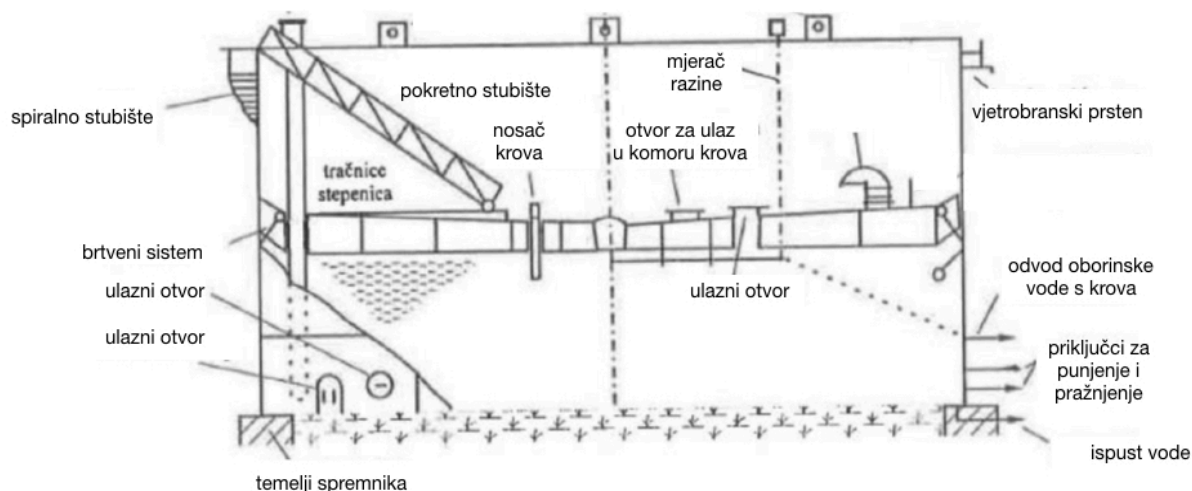
Na slici 11. dimenzija  $a$ , odnosno  $t$ , označava debljinu sučeonog zavar.



**Slika 14. Verzije kutnih zavora [28]**

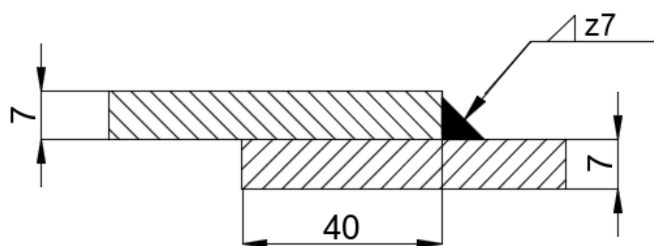
### 3.2.2. Tehnički opis spremnika

Na slici 15. prikazana je skica izvedbe vertikalnog spremnika s plutajućim krovom. Tri glava elementa svakog spremnika su krov, plašt te podnica. Kod ovakvog spremnika krov pluta na površini medija.



Slika 15. Vertikalni spremnik s plutajućim krovom [29]

**Podnica spremnika** se izrađuje od centralnih limova koji su debljine 7 mm. Limovi su međusobno zavareni s gornje strane punim kutnim kontinuiranim zavarom. Prilikom spajanja limova preklop mora iznositi 40 mm, kako je prikazano na slici 16.



Slika 16. Skica zavora centralnih limova podnice

Centralni limovi izrađeni su od materijala S235J2+N što je oznaka za strukturni nelegirani konstrukcijski čelik čija je granica razvlačenja 235 MPa. Dodatna oznaka "J2" označava da se za konkretni materijal provelo ispitivanje mehaničke karakteristike udarnog rada loma na temperaturi od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dok dodatak "+N" ukazuje da je čelik normaliziran. Obodni limovi izrađeni su od materijala S355J2+N koji je također konstrukcijski čelik s istim dodatnim karakteristikama kao prethodni, no u ovom slučaju granica razvlačenja iznosi 355 MPa. Obje vrste čelika su izrađene prema europskom standardu za strukturne čelike, HRN EN 10025-

2:2004. Na podnicu se također postavljaju oslonci plutajućeg krova pa je na tim mjestima potrebno postaviti ojačanja.

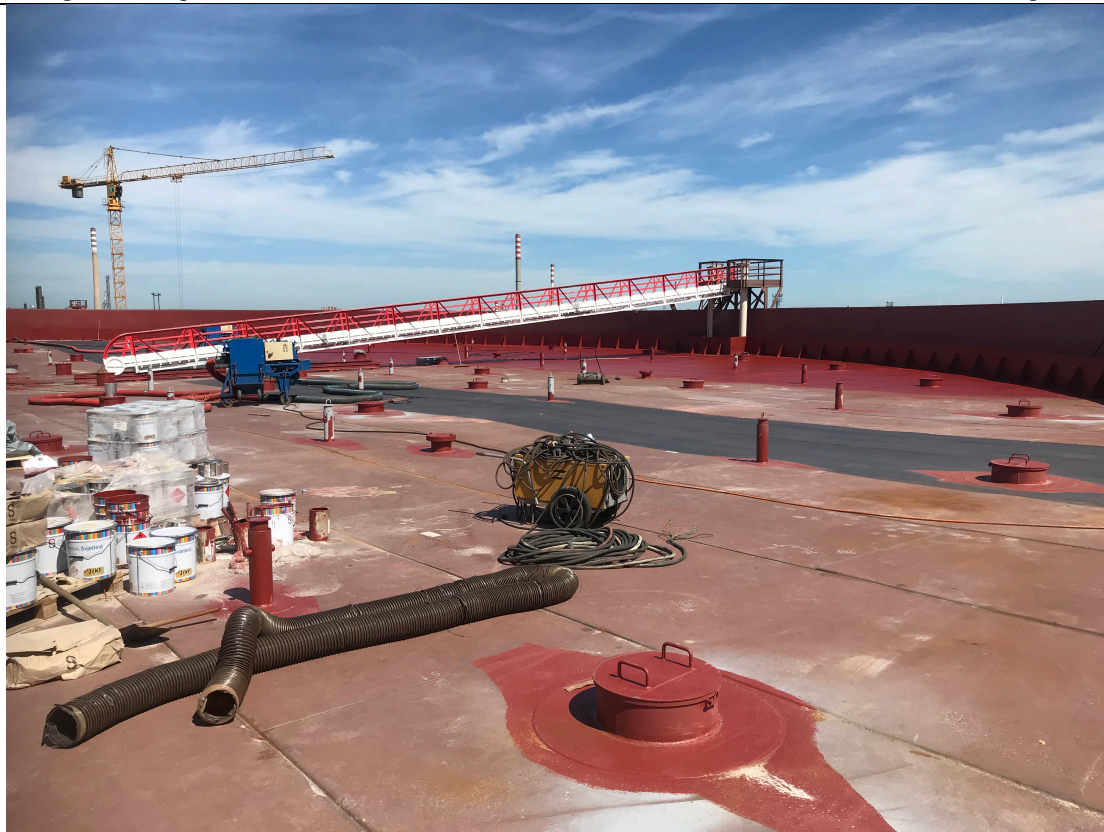
**Plast spremnika** gradi se od limova pravokutnog oblika koje je potrebno međusobno zavariti. Limovi plašta su izrađeni od konstrukcijskog čelika S355J2+N. Plast je visine 20 600 mm te ga je potrebno višestruko ukrutiti kako ne bi došlo do deformacije. Na vrhu plašta izvodi se ukrućenje pomoću L profila koji se zavari na plast. Ispod vrha plašta, na visini od 1100 mm nalazi se primarno ukrućenje koje također služi i kao staza za hodanje. Kada je spremnik u funkciji, stazom prolaze djelatnici i izvršavaju provjeru spremnika pa se radi toga mora postaviti i zaštitna ograda. Sekundarno ukrućenje se montira na visini od 6278 mm ispod primarnog ukrućenja (7378 mm ispod vrha plašta) te služi kao dodatno ukrućenje za zaštitu od vjetra. Oba ukrućenja te vršni profil izrađuju se od konstrukcijskog čelika S235J2+N. Tankvana je veliki spremnik, tj. posuda za zaštitu od prolijevanja, koji se montira unutar plašta i podnice a služi kao mjesto gdje se sprema nafta. Za čelične tankvane postoje strogi standardi prema kojima se moraju projektirati. Pravilnik o zapaljivim tekućinama diktira položaj i dimenzije tankvane pa se prema tome uzima razmak od 2,5 m između plašta spremnika i plašta tankvane, a visina se određuje iz uvjeta da tankvana mora preuzeti čitav volumen spremnika. Tankvana se također sastoji od podnice i plašta koji su na isti način povezani kao podnica i plast spremnika.



**Slika 17. Primarno ukrućenje plašta**

**Plutajući krov** se postavlja na vrh spremnika kako bi medij bio zaštićen od utjecaja okoline. Krov na ovakvom spremniku se sastoji od gornje i donje ploče između kojih je prostor podijeljen prstenastim pregradama. Kako se oborine ne bi nakupljale te time potiskivale medij, gornja ploča plašta napravljena je s nagibom prema centru gdje se nalazi centralni bunar otkuda se drenažnom cijevi kišnica odvodi u kanalizaciju. Obje ploče su izrađene od zavarenih limova konstrukcijskog čelika S235J2+N. Također, gornja i donja ploča su zavarene i to s preklopom od 40 mm. Plutajući krov je osiguran podesivim osloncima koji mogu biti postavljeni u radni položaj i položaj za čišćenje. Prilikom oslanjanja na oslonce, postoji opasnost od pojave prekomjernog podtlaka, odnosno pretlaka ispod plutajućeg krova. Kako do toga ne bi došlo, postavlja se odušni ventil koji osigurava normalan tlak. Između plašta i plutajućeg krova postoji razmak koji se zatvara obodnom brtvom.





Slika 18. Plutajući krov

Prilikom izgradnje jednog naftnog spremnika, potrebno je posjedovati svu potrebnu dokumentaciju sa specifikacijama spremnika i elementarnih dijelova. Također, uz tehnički opis potrebni su i tehnički crteži koji se osim tijekom izrade, koriste i prilikom montaže kako bi bili sigurni da je sve izvedeno prema postojećem planu. U tablici 2 nalaze se osnovni podaci o spremniku i mediju koje je moguće pronaći u glavnom projektu.

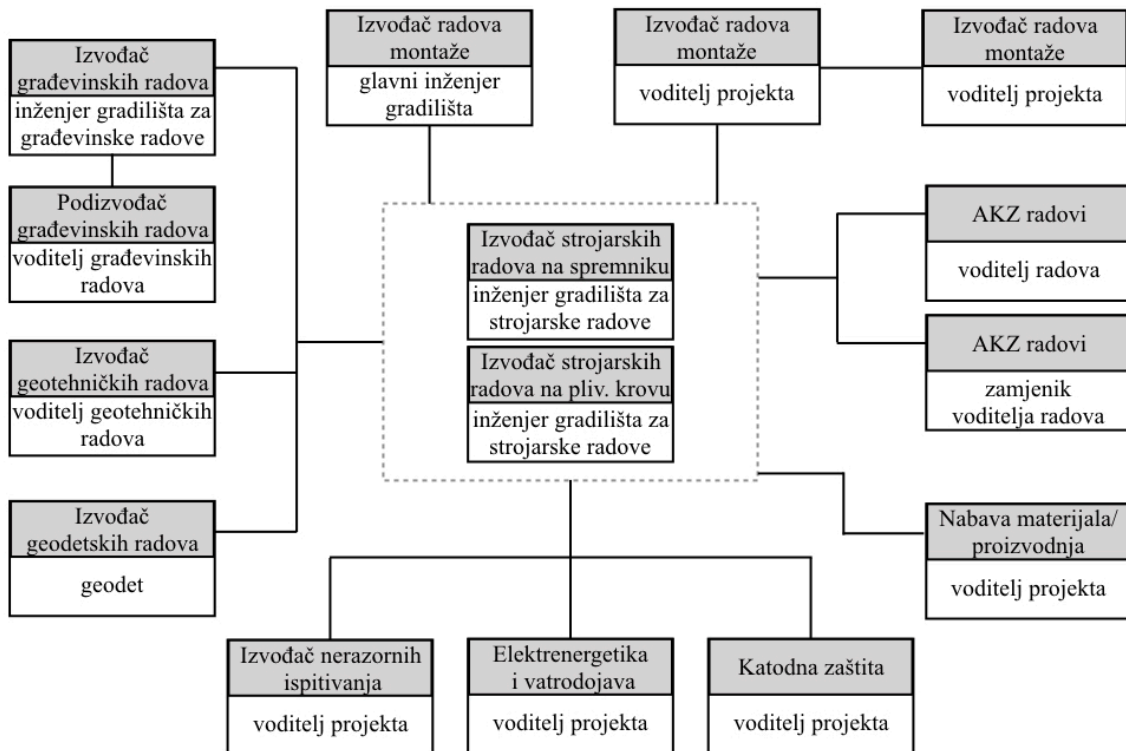
Tablica 2. Specifikacije spremnika [30]

| Specifikacije spremnika                  |   |
|--|---|
| <b>standard</b>                          | HRN EN 14015:2005, API 650:2012                                 |
| <b>tip spremnika</b>                     | vertikalni cilindrični s plutajućim krovom i metalnom tankvanom |
| <b>nazivni volumen spremnika</b>         | $V = 80\,000\text{ m}^3$  |
| <b>unutrašnji promjer spremnika</b>      | $D = 73\,120\text{ mm}$   |
| <b>visina plašta spremnika</b>           | $H = 20\,600\text{ mm}$   |
| <b>maksimalna visina punjenja medija</b> | $h = 19\,500\text{ mm}$   |
| <b>tip krova</b>                         | plutajući s duplom dekom  |

|  |                            |
|--|----------------------------|
| <b>tankvana</b>                        | čelična                    |
| <b>unutrašnji promjer</b>              | $D = 73\ 120\ \text{mm}$   |
| <b>visina plašta</b>                   | $H = 17\ 250\ \text{mm}$   |
| <b>standard</b>                        | API 650                    |
| <b>medij</b>                           | sirova nafta               |
| <b>specifična masa medija</b>          | 0,87                       |
| <b>projektni tlak</b>                  | hidrostatski               |
| <b>radni tlak</b>                      | atmosferski                |
| <b>projektna temperatura</b>           | okoline (-18 °C - 35 °C)   |
| <b>radna temperatura</b>               | okoline (-18 °C - 35 °C)   |
| <b>projektna temperatura metala</b>    | -10 °C                     |
| <b>dodatak na koroziju-pod i plašt</b> | 1 mm                       |
| <b>toplinska izolacija</b>             | ne                         |
| <b>hlađenje spremnika i tankvane</b>   | da                         |
| <b>grijanje</b>                        | ne                         |
| <b>antikorozivna zaštita</b>           | da                         |
| <b>potres – projektno ubrzanje tla</b> | $a_g = 0,16\ \text{g}$     |
| <b>osnovna brzina vjetrova</b>         | $v_{b,0} = 20\ \text{m/s}$ |
| <b>sidrenje spremnika</b>              | ne                         |
| <b>namjena spremnika</b>               | skladištenje               |

### 3.3. Postupak izrade i montaže spremnika

Kada se donese odluka o izgradnji novog spremnika, prvo je potrebno ishoditi sve potrebne dozvole te imenovati tim koji će voditi projekt. Prije svega, potrebna je građevinska dozvola budući da se izvode građevinski radovi. Nakon toga, formira se organizacijska shema projekta, slika 19, kojom se definiraju podizvođači, ovisno o vrsti radova.



Slika 19. Organizacijska shema projekta [30]

Janaf d.d. nema vlastitu proizvodnju već putem natječaja traži najpovoljniju ponudu za izvođenje radova. No prije izrade, potrebno je projektirati spremnik što poduzeće radi u suradnji s projektantskim uredom koji radi proračun za određivanje dimenzija te dopuštenih opterećenja spremnika. Proračun debljine lima plašta provodi se metodom promjenjive projektne visine koja je propisana standardom API 650. Uvjet koji mora biti zadovoljen pri ovoj metodi je: [31]

$$\frac{L}{H} \leq \frac{1000}{6}, \tag{1}$$

ako vrijedi da je

$$L = (500 Dt)^{0,5}, \tag{2}$$

gdje je:

$D$  = srednji promjer spremnika,

$t$  = debljina plašta,

$H$  = visina plašta do prelijevajućeg otvora.

Projektom dokumentacijom se definira visina i promjer spremnika, a onda se iterativnim postupkom dobiva potrebna debljina lima za svaki voj<sup>6</sup> uz provjeru zadovoljava li debljina prethodni uvjet. Isti postupak se provodi i za tankvanu. Plašt spremnika se sastoji od devet vojeva, I. voj je najdeblji te iznosi 35 mm, dok debljina lima zadnjeg, IX. voja iznosi 16 mm. Unutarnji promjer spremnika ostaje nepromjenjiv što znači da se promjena debljine voja odražava na vanjski promjer. Sve stavke proračuna prikazane su na slici 20.

PRORAČUN SPREMNIKA SA PLUTAJUĆIM KROVOM I ČELIČNOM TANKVANOM

| <u>SADRŽAJ</u>  | <u>list:</u> |
|---|--------------|
| 2.1 PRORAČUN DEBLJINE LIMA PLAŠTA SPREMNIKA<br>METODOM PROMJENJIVE PROJEKTNE VISINE | 3            |
| 2.2 ODABRANE DEBLJINE LIMOVA PLAŠTA SPREMNIKA                                       | 13           |
| 2.3 PORAČUN PRIMARNOG VJETROVNOG UKRUČENJA SPREMNIKA                                | 14           |
| 2.4 OPTEREĆENJE OD VJETRA PLAŠTA SPREMNIKA I PLAŠTA TANKVANE                        | 16           |
| 2.5 OPTEREĆENJA OD SNIJEGA NA KROV SPREMNIKA  | 18           |
| 2.6 KONTROLA PLAŠTA SPREMNIKA NA UBOČENJE   | 19           |
| 2.7 PRORAČUN SPREMNIKA NA POTRES  | 31           |
| 2.8 PRORAČUN PLUTAJUĆEG KROVA SA DVOSTRUKIM POKRIVAČEM                              | 38           |
| 2.9 PRORAČUN KLIENIH STEPENICA  | 47           |
| 2.10 PRORAČUN SPOJA PLAŠT - PODNICA   | 52           |
| 2.11 PRORAČUN DEBLJINE LIMA PLAŠTA TANKVANE<br>METODOM PROMJENJIVE PROJEKTNE VISINE | 55           |
| 2.12 PORAČUN PRIMARNOG VJETROVNOG UKRUČENJA TANKVANE                                | 65           |
| 2.13 KONTROLA PLAŠTA TANKVANE NA UBOČENJE   | 67           |
| 2.14 PRORAČU TANKVANE NA POTRES   | 79           |
| 2.15 PRORAČUN SPREMNIKA I TANKVANE NA VJETAR  | 81           |
| 2.16 PRORAČUN KOMPENZATORA  | 83           |
| 2.17 OPTEREĆENJA ZA TEMELJE   | 88           |

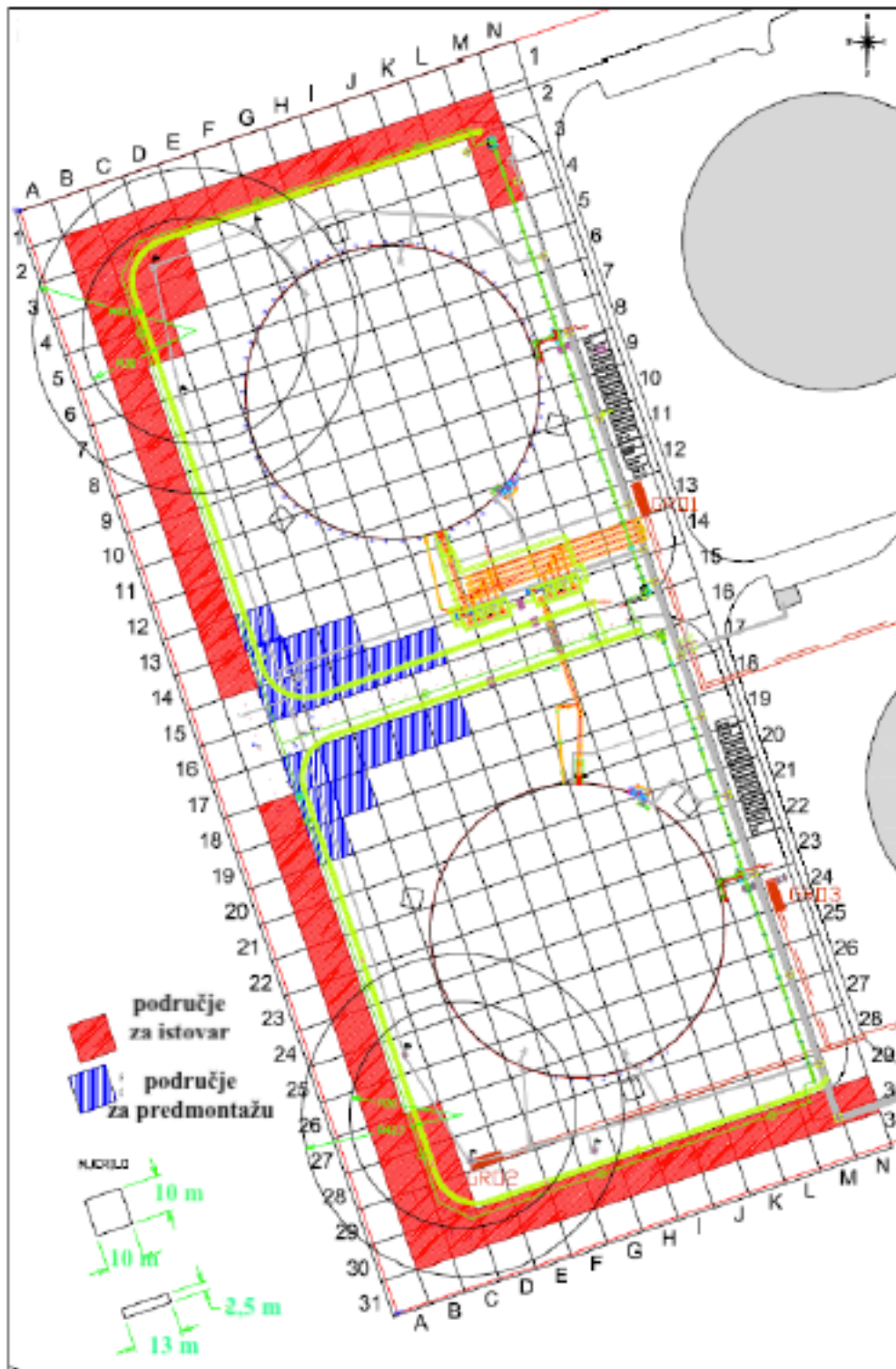
**Slika 20. Sadržaj proračuna spremnika s plutajućim krovom i čeličnom tankvanom [30]**

Nakon što se dobiju sve dimenzije i dopuštene vrijednosti, slijedi izrada dijelova spremnika u radionici koji se onda na mjestu montaže spajaju zavarivanjem. Limovi od kojih se izrađuje

<sup>6</sup> Voj je niz uzdužno spojenih limova. [32]

plašt spremnika se režu na potrebne dimenzije te im se potom predsavijaju krajevi, a limovi vojeva plašta se savijaju. Pošto se obavi savijanje, potrebno je izrezati sve projektirane otvore te pripremiti rubove za zavarivanje. Materijal dolazi u potpunosti pripremljen i kontroliran na mjesto montaže, odnosno gradilište na kojemu prije montaže treba biti obavljena priprema koja uključuje:

- instalaciju razvodnih ploča po gradilištu i spajanje razvodnih ploča na električnu energiju
- postavljanje i stavljanje u upotrebu kontejnera koji služe kao uredi i garderoba
- postavljanje alatnih kontejnera u kojima se moraju nalaziti svi potrebni alati, uređaji i naprave potrebni za izvođenje radova
- točno određivanje pozicije stabilizacije i lokacije za privremeno odlaganje isporučene opreme te lokacije s koje je moguće stalno nadziranje montaže građevinskih dizalica
- izradu temelja za toranjske dizalice.



Slika 21. Tlocrt pripreme gradilišta [30]

Na slici 21. nalazi se tlocrt gradilišta u vrijeme postavljanja dva spremnika jednakih karakteristika. Crvenom bojom je označeno mjesto za istovar, dok plava boja predstavlja mjesta za predmontažu. Na tlocrtu su također prikazane i pozicije toranjskih dizalica. Montaža spremnika je podijeljena u faze:

- **Montaža podzemnih priključaka** – budući da se ovi priključci nalaze ispod zemlje, potrebno ih je montirati u fazi izrade betonskih temelja.
- **Geodetska kontrola temelja spremnika** – ono što je nužno kontrolirati prije montaže je cilindričnost i vertikalnost temelja što se radi pomoću geodetskog izvješća. Dopusštena odstupanja su definirana projektnom dokumentacijom.
- **Montaža i zavarivanje obodnog prstena spremnika i tankvane** – u ovoj fazi se iz središta spremnika ocrtavaju kružnice s vanjskim radijusom obodnog prstena tankvane i vanjskim radijusom obodnog prstena spremnika. Po ocrtanim kružnicama se vrši montaža limova obodnog prstena tankvane i spremnika.
- **Montaža i zavarivanje podnice spremnika i tankvane** – montaža podnice kreće od slaganja središnjeg reda podnice na koji se onda dodaju limovi prema krajevima spremnika. Kako bi se izbjegla mogućnost pojave deformacije limova, koriste se grede i hvataljke za horizontalno nošenje kojima se limovi podnice prenose s mjesta istovara i predmontaže na mjesto montaže. Tijekom zahvaćanja i ispuštanja limova iz hvataljki, potrebno je voditi brigu da ne dođe do oštećenja zaštitnih slojeva. Radovi montaže i zavarivanja podnice tankvane se provode kroz dulje vrijeme, tj. njihova montaža nije uvjet za nastavak radova montaže vojeva spremnika.
- **Montaža i zavarivanje kanala u tankvani** – kanal se isporučuje u nekoliko se dijelova te je predmontiran.
- **Montaža i zavarivanje plašta spremnika i tankvane** – montaža ploča plašta i tankvane započinje po završetku radova montaže i zavarivanja obodnih prstenova prilikom čega je montiran jedan dio prvog voja plašta. Na postavljenu ploču montira se ostatak prvog voja i to tako da se montaža obavlja paralelno na obje strane već postavljene ploče. Ploče se na mjesto montaže unose toranjskim ili pokretnim teleskopskim dizalicama. Tornjaskе dizalice služe za ploče manje mase, dok se one veće mase podižu pokretnom teleskopskom dizalicom. Projektom su unaprijed određene pozicije na kojima se nalaze ploče spremnika budući da se na gradilištu nalaze tri dizalice koje se vide i na slici 21. Na postavljene ploče prvog voja postavljaju se redom ostali vojevi sve do zadnjeg, devetog. Cijelo vrijeme tijekom montaže plašta spremnika i tankvane potrebno je geodetski kontrolirati unutarnji polumjer te vertikalnost.

- **Montaža i zavarivanje plutajućeg krova spremnika** – montaža plutajućeg krova započinje montažom potporne konstrukcije za čiji je početak potrebno zavariti i ispitati sve spojeve podnice spremnika. Na montiranu potpornu konstrukciju se postavljaju dijelovi donje ploče krova te se po završetku postavljaju i zavaruju dijelovi gornje ploče krova. Nakon završetka zavarivanja donje ploče krova provode se ispitivanja kako bi se ustanovilo da li su ispunjeni zahtjevi za kvalitetom te se potom nanosi antikorozivna zaštita. Isti postupak se provodi i za gornju ploču.
- **Montaža ukrućenja plašta spremnika i tankvane** – na plašt spremnika i tankvane montira se po jedno primarno i jedno sekundarno vjetrovno ukrućenje. Primarno ukrućenje plašta tijekom montaže služi kao skela. Primarna ukrućenja je potrebno predmontirati u segmente određenih dužina, a konačna montaža se izvršava po završetku radova montaže i zavarivanja vojeva spremnika i tankvane. Isti postupak vrijedi i za sekundarna ukrućenja no ona ne služe kao skela.
- **Montaža vršne platforme, vodilice krova i pomičnih stepenica** – s montažom ovih elementa započinje se kada se montira zadnji voj spremnika te primarno vjetrovno ukrućenje. Vršna platforma na gradilište dolazi predmontirana te se montira na plašt spremnika i primarno ukrućenje, a od nje počinje montaža vodilice krova.
- **Montaža pomičnih ljestava, stepenica i podesta s ogradama, otvora i priključaka, te ostale pripadajuće opreme spremnika i plutajućeg krova.**
- **Ispitivanje i provođenje hidrostatske probe** – nakon što se montiraju svi elementi spremnika, a prije izvođenja radova antikorozivne zaštite, izvodi se hidrostatska proba kako bi se provjerilo postoji li propuštanje podnice i plašta spremnika i tankvane. Također, probom se provjerava i: izdržljivost svih sastavnih dijelovi spremnika, rad plutajućeg krova te slijeganja tla i krutost temelja. Hidrostatska proba se provodi običnom vodom, a izvodi se po fazama tijekom kojih se objekt promatra i kontrolira. Ukoliko se tijekom probe uoče propuštanja ili slijeganja, potrebno je zaustaviti ispitivanje te u suradnji s investitorom dogovoriti daljnje korake.
- **Montaža cjevovoda** – tek nakon završetka hidrostatske probe i potvrde da spremnik može podnijeti planirano opterećenje tekućim medijem, montiraju se cjevovodi.

#### 3.4. Kontrola i ispitivanje spremnika u radionici, tijekom montaže te u pogonu

Prvi korak kod kontrole kvalitete je geodetska kontrola mjesta na koje se spremnik montira budući da se radi o spremnicima velikih dimenzije, mjesto montaže se može samo



tako izmjeriti i kontrolirati. Prije primopredaje izvođač građevinskih radova je dužan dostaviti geodetsku snimku stanja temelja te položaj i koordinate poligonih točaka pomoću kojih je izvršeno iskolčenje<sup>7</sup>. Nakon preuzimanja gradilišta, geodetske kontrole se vrše nakon izvođenja pojedinih faza montaže. Prvo se kontrolira obodni prsten, a potom plašt spremnika i tankvane kod kojih se provjerava odstupanje radijusa i promjera plašta, odstupanje limova u zavarenim spojevima, vertikalnost i horizontalnost plašta te lokalno odstupanje plašta od zakrivljenosti nakon montaže.

Postupak kontrole kvalitete tijekom radova u radionici, na montaži te prije puštanja u pogon sastoji se od više koraka koji slijede u daljnjem tekstu.

**Kontrola osnovnog i dodatnog materijala** vrši se prije same montaže i zavarivanja. Svi čelični limovi koji se koriste moraju odgovarati onima koji su navedeni u tehničkoj dokumentaciji te prilikom isporuke moraju sadržavati pripadajuće certifikate. Tehničkom dokumentacijom su također određene elektrode koje je potrebno koristiti prilikom zavarivanja.

**Kontrola mjera i oblika** služi utvrđivanje podudarnosti svakog elementa i sklopa projektnom obliku. Tijekom ove kontrole potrebno je uzeti u obzir tolerancije određene tehničkom dokumentacijom i standardom API 650. Tako se u dokumentima i crtežima mogu pronaći dopuštena odstupanja prilikom izrade i montaže spremnika u koje spadaju [30]:

- dimenzije obrađenih limova za izradu plašta
- odstupanje limova u zavarenim spojevima
- odstupanje promjera plašta
- vertikalnost plašta
- deformacije u području horizontalnih zavara
- odstupanja kod plutajućeg krova
- odstupanja dna rezervoara te
- odstupanje na temeljima.

**Kontrola zavara** vrši se prema posebnom planu kontrole koji je definiran za svaki od elemenata spremnika. Kada se kreće s postupcima zavarivanja, nadzorni inženjer ima zadatak kontrolirati da li se sve izvodi prema tehničkoj dokumentaciji. Cijelo vrijeme tijekom izrade i

---

<sup>7</sup> "Iskolčenje je geodetski prijenost tlocrta vanjskog obrisa, odnosno osi građevine koja će se graditi, na teren unutar građevne čestice, odnosno obuhvata zahvata u prostoru koji izvodi ovlašteni inženjer geodezije sukladno posebnom propisu." [33]

ugradnje spremnika, obavljaju se vizualni i dimenzionalni pregledi zavarenih spojeva te ispitivanje penetratima. Također, na isti način je potrebno kontrolirati zavare priključaka i ulaznih otvora koji se nalaze na plaštu spremnika. Plan i postupci kontrole zavarenih spojeva bit će detaljnije opisani u radu.

**Kontrola nepropusnosti** potrebna je kako bi se dobilo uvjerenje da su svi spojevi i zavari dobro odrađeni te da neće doći do curenja medija iz spremnika. Kutni zavar koji se nalazi između dna i plašta ispituju se kutnom vakuumskom kutijom gdje minimalni podtlak iznosi 400 mbar. Plašt spremnika se ispituje hidrostatski, a pojačanja na otvorima i priključcima plašta ispituju se tako da se narine zrak pretlaka 1 bar te se zavar premaže sapunicom s vanjske i unutarnje strane plašta.

**Antikorozivna zaštita** nanosi se nakon što se odrade navedene kontrole, a nakon nanošenja slijedi ispitivanje i kontrola antikorozivnog sloja. Prilikom odabira antikorozivne zaštite, treba voditi brigu o atmosferskim korozivnim uvjetima u kojima se spremnici nalaze. Unutar norme ISO 12944-2:2019<sup>8</sup> definirane su kategorije prema korozivnoj atmosferi. Okolina u kojoj se nalaze spremnici spada u kategoriju "C5-I" koja označava visoko korozivno industrijsko područje. Istom normom se predviđa i dugotrajnost zaštitnog sloja koji u ovom slučaju spada u kategoriju "H" – očekivana trajnost sloja je veća od 15 godina. Prije nanošenja antikorozivne zaštite potrebno je pripremiti površine. Priprema započinje mlazom abraziva, a nakon toga slijedi otprašivanje površina te aplikacija premaza. Zaštita od korozije se provodi nekoliko puta, u radionici i na gradilištu te za vrijeme i nakon završetka strojarских radova. Prilikom nanošenja antikorozivne zaštite mora se voditi briga o okolišu pa je radi toga nužno zaštititi područje pomoću zaštitnih cerada, a otpadni materijal se mora propisno zbrinuti. Ono na što je također potrebno obratiti pažnju su meteorološki uvjeti, tj. radovi nanošenja zaštite ne smiju se provoditi u slučaju vlažnosti zraka veće od 80 % te u slučaju da je temperatura metala niža od 5 °C. U zaštiti spremnika koriste se premazi u epoksi-poliuretanskim sustavima. Ovisno o mjestu gdje se nanosi i potrebnim svojstvima, koristi se više vrsta premaza. Antikorozivna zaštita se nanosi u više slojeva i prilikom završetka nanošenja jednog sloja potrebno je napraviti kontrolu i pregled debljine sloja te prijanjanja premaza. Ako se pregledom ustanovi da sloj zadovoljava te da nije oštećen, može se započeti s nanošenjem idućeg nakon što prođe propisano vrijeme potrebno za sušenje. U slučaju detekcije nepravilnosti nekog od slojeva, površine na kojima se nalaze nepravilnosti se ponovno čiste i premazuju.

---

<sup>8</sup> Norma HRN EN ISO 12944-2:2019 Boje i lakovi – Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja – 2. dio: Razredba okoliša.

**Kontrola spremnika u pogonu** provodi se prema normi API 653<sup>9</sup>. Učestalost kontrole ovisi o više faktora u koje spadaju: [30]

- vrsta uskladištenog medija
- rezultati vizualnih kontrola
- dodatak na koroziju te brzina korozije
- sistem antikorozivne zaštite
- stanje sustava na prijašnjoj kontroli
- kvaliteta materijala i vrsta konstrukcije
- lokacija spremnika (područje niskog ili visokog rizika)
- vrsta sistema za detekciju propuštanja
- česte promjene u pogonu, npr. učestalo punjenje i pražnjenje
- zakonski zahtjevi.

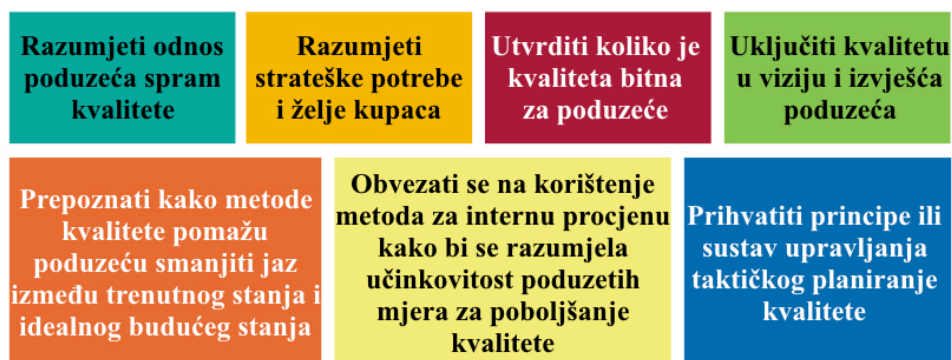
Ono što se rutinski provodi minimalno jednom mjesečno je vizualna kontrola kojom se kontroliraju vanjske površine spremnika te je moguće utvrditi eventualna propuštanja i deformacije. Vizualnom kontrolom se također kontrolira oprema, antikorozivna zaštita te temelji. Dodatno, kako bi se utvrdio stupanj učinkovitosti antikorozivne zaštite te eventualno napredovanje korozije, potrebno je svakih pet godina od puštanja u pogon obaviti ultrazvučno mjerenje debljine lima plašta spremnika s vanjske strane. Planom kontrole određeno je koliko često se određene kontrole moraju provoditi pa se tako neke kontrole poput kontrole mjerača nivoa medija provode jednom mjesečno, a na primjer jednom godišnje se provodi kontrola kliznih ljestvi. Osim toga, obavezna je kontrola ovlaštenog inspektora koja se provodi svakih pet godina.

---

<sup>9</sup> Norma API 653 je američki standard za inspekciju, popravak, zamjenu i rekonstrukciju spremnika.

#### 4. Planovi kontrole kvalitete

Planovi kontrole kvalitete sastavni su dio proizvodnje, a predstavljaju dokumente koji specificiraju standarde kvalitete. Njima su opisani svi proizvodni postupci te koraci koji se moraju provesti kako bi se osiguralo da je krajnji proizvod ispravan i spreman za isporuku. Planovima kvalitete definiraju se ciljevi koji se trebaju postići, tj. određene karakteristike, specifikacije, ujednačenost, estetika, pouzdanost, itd.. Planom kontrole daje se i raspodjela odgovornosti za svaki segment koji je detektiran kao bitan i koji je potrebno kontrolirati, a po završetku kontrole potpisuje ga odgovorna osoba te se tako svaka provedena kontrola dokumentira. Korištenje planova kontrole je odlična metoda za mjerenje i dokazivanje postavljenih ciljeva. Oni također služe otkrivanju dodatnih postupaka koji su nužni za postizanje ciljeva. Planovi kontrole mogu biti promatrani na više razina. Najvišu razinu predstavljaju planovi i ciljevi integrirani u cjelokupni strateški plan poduzeća dok najnižu razinu predstavljaju planovi koji služe za upravljanje određenim segmentima poduzeća.



**Slika 22. Elementi strateškog plana kvalitete [34]**

Moderni sustavi menadžmenta i upravljanja kvalitetom promoviraju korištenje strateškog plana kvalitete koji čiji su elementi prikazani slikom 22. Potrebno je napraviti dubinsku analizu te ustanoviti kolike su zaista potrebe poduzeća za kvalitetom te koji su očekivani ciljevi i na temelju toga napraviti plan kvalitete za cijelo poduzeće. Svaki plan kontrole je jedinstven jer njegov sadržaj ovisi o projektu, procesima i potrebama poduzeća. Na planovima kontrole kvalitete općenito se nalaze: [34]

- informacije i kratki sadržaj o projektu ili procesima s kratkim opisom opsega aktivnosti, potreba te bitnih datuma i rokova;

- organizacijska struktura s informacijama o članovima tima i vanjskih suradnika koji su biti za konkretni projekt;
- odgovornosti i kvalifikacije svakog člana tima odgovornog za određene dužnosti
- raspodjela rada, tj. bitno je da plan kontrole definira tko je zadužen za izvođenje radova, a tko za provjeru izvršenog rada
- standardi koje su dobavljači dužni ispuniti
- lista dobavljača i dobavljalivost sirovina
- parametri koji se kontroliraju
- kriterij prihvaćanja
- postupci kontrole kvalitete koji se provode
- auditi
- korektivne i preventivne mjere koje se poduzimaju
- sve bitne informacije o materijalu.

Kod proizvodnje spremnika za sirovu naftu također je nužno voditi plan kvalitete budući da se proizvodnju i montažu obavljaju druga poduzeća. Plan kontrole služi investitoru kao dokaz da je isporučeni proizvod u skladu s dogovorenim. Osim toga, investitor ima pravo, a u nekim slučajevima i obvezu prisustvovati u kontroli kvalitete. Planovi kontrole kvalitete koriste se prilikom proizvodnje i montaže dijelova spremnika te se za svaki postupak i dio vodi posebni plan. Jedan plan kontrole kvalitete je prikazan na slici 23. U zaglavlju su definirani izvođač, naručitelj i nadzor te je navedeno o kojem projektu i objektu se radi. Budući da se za svaku komponentu radi posebni plan, naveden je i broj tehničkog crteža komponente na koju se plan odnosi. Na dnu svake stranice plana nalazi se potpisna lista koju potpisuje predstavnik tvrtke koja je zadužena za proizvodnju, izvođenje radove i kontrolu, zatim nadzor te osoba ovlaštena od strane investitora. Svojim potpisom na dnu stranice navedeni jamče kako su pregledali dokumentaciju plana kontrole kvalitete te da su upoznati i suglasni sa svim postupcima koji se provode.

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <b>Izvoditelj:</b><br><br>Monting d.o.o.,<br>Svetice 21, 10000 Zagreb | <b>PLAN KONTROLE KVALITETE</b><br>QUALITÄTSPRÜFPLAN / QUALITY CONTROL PLAN |   | <b>Broj / Nr / No:</b><br><br>M-QA-2019-005-PKK-01                                      |
|  | <b>Naručitelj / Kunde / Customer:</b><br>JANAF d.d., Zagreb                |   | <b>Objekt / Benennung / Object:</b><br>Terminal Sisak – Plutajući krov spremnika A-2512 |
| <b>Projekt / Projekt / Project:</b><br>Projekt rezervoara i tankvane A-2512 – br.: 4114-S-025-G00  |  | <b>Šifra projekta / Code Project / Code project:</b><br>280 011 | <b>Ugovor broj / Auftrag-Nr / Order No:</b><br>19-0220-000247 (U-081/19)                |

| SADRŽAJ / INHALT / CONTENT:   |  | Kratice / Abkürzungen / Abbreviation  |   |  |   |
|---|--|---|---|--|---|
| 1. OPĆA DOKUMENTACIJA<br>2. IZVEDBENA DOKUMENTACIJA<br>3. OPREMA ZA IZVOĐENJE RADOVA<br>4. TEHNOLOGIJE<br>5. MATERIJAL I OPREMA<br>6. CJEVARSKO-BRAVARSKI RADOVI NA MONTAŽI<br>7. ZAVARIVAČKI RADOVI<br>8. KONTROLA BEZ RAZARANJA ZAVARENIH SPOJEVA (KBR)<br>9. ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA (AKZ)<br>10. ZAVRŠNE KONTROLE<br>11. HIDROSTATSKO ISPITIVANJE SPREMNIKA<br>12. ZAVRŠETAK RADOVA |  | 1) Vrsta i opseg ispitivanja<br>Prüfverfahren und prüfumfang / Type and quantum of examination<br><br>RT - Radiografiranjem / Durchstrahlungsprüfung / Radiographic<br>UT - Ultrazvukom / Ultraschallprüfung / Ultrasonic<br>PT - Penetrantima / Farbschadungsprüfung / Liquid penetrant<br>MT - Magnetnim česticama / Magnetpulverprüfung / Magnetic particle<br>VK - Vakuum kutijom / Vakuumbox / Vacuum box<br>LT - Ispitivanje na nepropusnost / Leakage test<br>DIM - Kontrola dimenzija / Maß / Dimensional<br>VT - Vizualna kontrola / Visuelle / Visual<br>HT - Mjerenje tvrdoće / Härteprüfung / Hardness test<br>VIZ - Pregled dokumenata / Dokument übersicht / Document review<br>TU - Tehnološki postupak izrade / Technical procedure for manufacturing<br>S - Žigopotpisom / Stamp / Sign<br>T - Kod završnog pregleda / At final inspection<br>RI - Slučajna kontrola / Random inspection<br>AP - Odobrenje dokumenta / Approval of document<br>D - Dokument o ispitivanju / quality document |   | 2) Aktivnosti Proizvođača / Aktivität von Hersteller / Activity of. MONTING d.o.o. (M)<br>3) Aktivnosti Nadzora / Aktivität von Überwachung / Activity of inspector (S)<br>4) Aktivnosti Nadzora / Aktivität von Überwachung / Activity of inspector ZIT d.o.o. (S)<br>5) Aktivnosti Investitora / Aktivität von / Activity of JANAF d.d. (N)<br><br>W – moguće prisustvovanje / Meildepunkt / Witness point<br>H – obavezno prisustvovanje / Haltpunkt / Hold point<br>R – pregled dokumenata / Dokumentation übersicht / Document review<br>X – provođenje (izvršenje) / Operation / Ausführung<br><br>6,7,8,9) Ovjera / Bestätigung / Confirmation<br>- Izvršenje svih navedenih operacija kontrola proizvođača potvrđuje svojim žigom.<br>Ausführung alle Operationen der Kontrollor bestätigt mit seinem Stempel.<br>Performing of all particular operation fabric inspection confirm with his stamp / sign<br>- Prisustvovanje navedenoj aktivnosti potvrđuje se žigom / potpisom.<br>Beglaubigung Anwesenheit der angeführten Aktivität bestätigt mit dem Stempel / Unterzeichnung.<br>Presence to quoted activity is to be confirmed with stamp / sign |   |
| Izdanje<br>Ausgabe/<br>Issue  | Pripremio-Kontrollirao<br>Erstellt von / Prepared by-<br>Kontrola von/Checked by | Nadzor<br>Überwachung / Inspector   | Nadzor<br>Überwachung / Inspector<br>ZIT d.o.o. | Investitor<br>Investor / Investor<br>JANAF d.d.  | Opis izmjene<br>Änderung / Modification |
| 0   | Miroslav Barišić, bacc.ing.  |   | Radenko Jokić, dipl.ing.                        | Robert Cavec, dipl.ing.  |   |

|                          |  |                       |        |
|--------------------------|--|-----------------------|--------|
| Obrazac / Form OB-16/001 | Data / Rev.: 22.10.2019. / Rev. No.: 0 | Strana / Seite / Page | 1   10 |
|--------------------------|--|-----------------------|--------|

Slika 23. Primjer plana kontrole kvalitete za montažu [30]

Na naslovnoj stranici plana definira se vrsta i opseg ispitivanja te njihove kratice koje se koriste u planu, što je prikazano tablicom 3.

Tablica 3. Pregled vrsta i opsega ispitivanja [30]

| Kratice | Značenje                  | Opis postupka  | Područje korištenja  |
|---------|---------------------------|--|--|
| RT      | ispitivanje radiografijom | prolaskom elektromagnetskog rengenaskog i gama zračenja dobiva se slika ili grafički prikaz stanja   | ispitivanje zavara prije toplinske obrade  |
| UT      | ispitivanje ultrazvukom   | prelaskom ultrazvuka preko zavara detektira se neispravnost i debljina zavara na temelju različite brzine prolaska zvuka   | kontrola debljine zavara   |
| PT      | ispitivanje penetratima   | penetrat se nanosi na zavar nakon čega se uklanja višak te se nanosi razvijlač koji povlači penetrat iz pukotina na temelju čega se dobije uvid u kvalitetu zavara | ispitivanje kutnih zavara prije toplinske obrade, ispitivanje korijena zavara nakon brušenja |

|                |                                 |   |   |
|----------------|---------------------------------|---|---|
| <b>MT</b>      | ispitivanje magnetnim česticama | na ispitnu površinu se nanose magnetne čestice te se magnetizira ispitni objekt   | ispitivanje kutnih zavara prije toplinske obrade  |
| <b>VK</b>      | ispitivanje vakuum kutijom      | ispitivanje nepropusnosti zavarenih spojeva promjenom tlaka na ispitnoj površini  | ispitivanje radijalnih sučeonih zavara podnice spremnika i kutnih zavara obodnog prstena i plašta |
| <b>LT</b>      | ispitivanje nepropusnosti       | na ispitnu površinu nanosi se sapunica te se narine tlak i promatra se da li dolazi do pojave mjehurića                 | ispitivanje zavara na otvorima  |
| <b>DIM</b>     | kontrola dimenzija              | dimenzije se kontroliraju pomoću šablona, ravnala i metra, a dopuštena odstupanja su propisana tehničkom dokumentacijom | koristi se za provjeru dimenzija raznih otvora u limovima te prilikom rezanja i savijanja limova  |
| <b>VT</b>      | vizualna kontrola               | osnova nerazorna metoda za ispitivanje zavarenih spojeva sa širokim sektorom primjene                                   | kontroliranje zavara po završetku i prije daljnje obrade  |
| <b>VIZ/REV</b> | pregled dokumenata              | pregled tehničke dokumentacije  | ulazna kontrola dodatnog materijala   |
| <b>S</b>       | potvrda žigom/<br>potpisom      | -   | koristi se za utvrđivanje standarda koji se koriste pri izradi i ispitivanju                      |
| <b>AP</b>      | odobrenje dokumenata            | -   | služi za potvrđivanje kvalitete prethodno obavljenih postupaka                                    |

Na naslovnoj stranici je također definirano da se brojevima od 2 do 5 označavaju aktivnosti proizvođača (2), nadzora (3 i 4) te investitora (5). Za svaku aktivnost kontrole je definirano tko izvršava operacije kontrole te tko treba prisustvovati i na koji način:

- **W** – moguće prisustvovanje, (eng. *Witness point*)
- **H** – obavezno prisustvovanje (eng. *Hold point*)
- **R** – pregled dokumenata (eng. *Document review*)
- **X** – provođenje (eng. *Operation*).

Na slici 24 prikazane su dvije stavke plana kontrole kvalitete. Na vrhu tablice nalazi se opis svake kolone, prvo se definira operacija ili dio operacije te se odredi vrsta i opseg ispitivanja. Za svaku kontrolu posebno su propisani standardi po kojima se izvodi te ispitne podloge.

Nakon toga se bilježe aktivnosti koje za određenu kontrolu trebaju provoditi izvođač, nadzor i naručitelj te se navode eventualna potrebna izvješća za konkretnu kontrolu. Na kraju se nalazi još jedna potpisna lista kojom izvođač, nadzor i investitor ovjeravaju da su obavili propisane aktivnosti.

| R.br.<br>Nr<br>No | Naziv operacije ili dijela<br>Operation oder Teil<br>Operation or component | Vrsta i opseg ispitivanja <sup>1)</sup><br>Prüfart und Prüfumfang<br>Type & quantum of<br>check | Standard, Ispitne podloge<br>Standard, Prüfgrundlage<br>Standard, Code | 2)<br>(M) | 3)<br>(S) | 4)<br>(S) | 5)<br>(N) | Vrsta izvješća<br>Q-Nachweis Art<br>Type of Q record | Ovjera <sup>2)</sup><br>Besätigung<br>Confirmation<br>Monting d.o.o. | Ovjera <sup>3)</sup><br>Besätigung<br>Confirmation | Ovjera <sup>4)</sup><br>Besätigung<br>Confirmation<br>ZIT d.o.o. | Ovjera <sup>5)</sup><br>Besätigung<br>Confirmation<br>Janaf d.d. |
|-------------------|---|---|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|
| 7.9               | Kontrola izvođenja eventualnih popravaka                                    | VIZ 100%<br>AP 100%   | Tehnologija zavarivanja<br>TZ 19/19                                    | X         |           | H         | R         | Dnevnik<br>zavarivanja                               |  |  |  |  |
| 7.10              | Dimenzionalna kontrola  | VIZ 100%<br>DIM 100%  | Izvedbeni projekt<br>4114-S-025-G00<br>(mapa br. 01/13)                | X         |           | W         | R         |  |  |  |  |  |

**Slika 24. Stavke plana kontrole kvalitete [30]**

Na slici 24 prva stavka je "kontrola izvođenja eventualnih popravaka" koja se izvršava vizualnim pregledom te odobrenjem dokumentacije. Definirano je da tu kontrolu provodi izvođač dok je nadzor obavezan prisustvovati, a investitor je dužan pregledati dokumentaciju o izvođenju. Na kraju svu svi dužni svojim potpisom postupak ovjeriti. Druga stavka je dimenzionalna kontrola koja se također provodi i vizualno prema tehničkim crtežima iz izvedbenog projekta. Ovu stavku isto provodi izvođač no nije obavezno prisustvo nadzora već može prisustvovati u slučaju da smatra da za time postoji potreba. Izvođač je i u ovom slučaju dužan pregledati dokumentaciju o izvođenju kontrole te ponovno sve strane svojim potpisom ovjeravaju suglasnost s odrađenom kontrolom. Ovaj postupak provodi se za sve elementi spremnika te je za svaki od njih detaljno opisan svaki korak kontrole. U radu će detaljnije biti obrađen plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plašta spremnika i posuda za zaštitu od prolijevanja s pripadajućim priključcima i otvorima te plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima.

#### **4.1. Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plašta spremnika i posude za zaštitu od prolijevanja s pripadajućim priključcima i otvorima**

Kao što je navedeno prije u tekstu, za postupke izrade i montaže spremnika propisana su dopuštena odstupanja prema standardu API 650. Prilikom kontroliranja proizvodnje i montaže, cijelo vrijeme se prate upute iz tehničke dokumentacije i navedenog standarda. U nastavku će biti razrađen plan kontrole kvalitete za montažu i radioničku izradu, tj. zavarivanje plašta spremnika i tankvane. Sve korake provodi izvođač, a za svaku stavku se navode posebno aktivnosti nadzora i investitora.



**Tablica 4. Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plašta spremnika i posude za zaštitu od prolijevanja s pripadajućim priključcima i otvorima**

| Opis postupka kontrole   |   | Aktivnosti izvođača | Aktivnosti nadzora | Aktivnosti investitora |
|--|---|---------------------|--------------------|------------------------|
| <b>1. Kontrola prije početka radioničke izrade plašta spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b><br>Prije početka izrade i kontrole, potrebno je utvrditi da li izvođač ispunjava sve potrebne uvjete za planirane radove te da li su radnici osposobljeni za tu vrstu rada. Izvođač prije svega mora utvrditi plan kontrole kvalitete te dokazati da posjeduje potrebne certifikate. |   |                     |                    |                        |
| 1.1.   | Pregled dokumentacije koju izvođač radova daje na uvid nadzoru i investitoru koju čine: <ul style="list-style-type: none"> <li>• certifikati o sposobnosti pogona za izvođenje zavarivačkih radova</li> <li>• upute za zavarivanje</li> <li>• certifikati postupaka zavarivanja koji se koriste u proizvodnji</li> <li>• certifikati kojima se dokazuje stručnost zavarivača i operatera</li> <li>• uvjerenje operatera koji provodi nerazorna ispitivanja</li> <li>• plan zavarivanja</li> <li>• tehnološke upute za bavarske radove i toplinsku obradu</li> </ul> | X                   | R                  | R                      |
| 1.2.   | Ulazna kontrola osnovnog materijala u koji spadaju: limovi, prirubnice, otkivci, cijevi za otvore u plaštu te profili   | X                   | W                  | R                      |
| 1.3.   | Dimenzionalna i vizualna kontrola dodatnog i osnovnog materijala kojima se utvrđuju: <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifikacijske oznake materijala</li> <li>• potrebna količina i dimenzije,</li> <li>• usklađenost s certifikatom</li> <li>• stanje površine</li> </ul>  | X                   | W                  | R                      |
| <b>2. Kontrola u tijeku radioničke izrade plašta spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b>   |   |                     |                    |                        |

|             |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|
| <b>2.1.</b> | <b>Kontrola limova plašta spremnika i tankvane s ulaznim otvorima i priključcima.</b>   |   |   |   |
| 2.1.1.      | Vizualna i dimenzionalna kontrola te obilježavanje i označavanje limova   | X | W | W |
| 2.1.2.      | Vizualna i dimenzionalna kontrola limova nakon rezanja prema projektiranim dimenzijama te priprema rubova za zavarivanje  | X | W | W |
| 2.1.3.      | Dimenzionalna kontrola obilježenih pozicija na kojima se izrezuju otvori za priključke  | X | W | W |
| 2.1.4.      | Dimenzionalna kontrola predsavijanja i savijanja limova pomoću šablona i ravnala  | X | W | W |
| <b>2.2.</b> | <b>Kontrola otvora i priključaka spremnika i tankvane</b><br>Na plašt spremnika spaja se veliki broj otvora i priključaka, neki od njih su: ulazni otvor spremnika i ulazni otvor tankvane, priključak na miješalicu, razne sklopke, priključak za drenažu plutajućeg krova, otvor za ispust s dna spremnika, itd.. Uglavnom su proizvodni postupci, a onda i postupci kontrole kvalitete, slični za sve priključke i otvore. |   |   |   |
| 2.2.1.      | Vizualni pregled te bilježenje i označavanje materijala   | X | W | W |
| 2.2.2.      | Vizualna i dimenzionalna kontrola provedenih postupaka savijanja i predsavijanja  | X | W | W |
| 2.2.3.      | Ultrazvučna kontrola širine zone zavarivanja koja mora biti 2,5 puta veća od debljine lima  | X | W | W |
| 2.2.4.      | Vizualna kontrola korijena zavara nakon zavarivanja   | X | W | W |
| 2.2.5.      | Nerazorno ispitivanje zavara penetratima  | X | W | W |
| 2.2.6.      | Nerazorno ispitivanje sučeonih i kutnih zavara prije toplinske obrade, ispitivanje se provodi radiografijom, magnetnim česticama ili penetratima  | X | W | W |
| 2.2.7.      | Vizualna kontrola površine zavara, rubova, i ostalih područja s površinskim nesavršenostima   | X | W | H |
| 2.2.8.      | Dimenzionalna kontrola otvora i priključaka   | X | W | H |
| <b>2.3.</b> | <b>Ugradnja ulaznih otvora i priključaka na/u limove plašta spremnika i tankvane</b>  |   |   |   |
| 2.3.1.      | Vizualna kontrola postavljenih ojačanja   | X | W | W |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 2.3.2.  | Dimenzionalna kontrola otvora prije zavarivanja  | X | W | W |
| 2.3.3.  | Vizualna kontrola otvora i priključaka nakon zavarivanja, a prije toplinske obrade   | X | W | W |
| 2.3.4.  | Nerazorno ispitivanje zavara penetratima ili magnetnim česticama   | X | W | W |
| 2.3.5.  | Dimenzionalna kontrola zakrivljenosti limova plašta  | X | W | W |
| 2.3.6.  | Dimenzionalna kontrola ravnosti limova plašta  | X | W | H |
| 2.3.7.  | Vizualna kontrola zavara nakon toplinske obrade, odžarivanja   | X | W | W |
| 2.3.8.  | Nerazorno ispitivanje zavara nakon toplinske obrade, ispitivanje se provodi penetratima ili magnetnim česticama  | X | W | W |
| 2.3.9.  | Kontrola nepropusnosti zavara na ojačanjima koja se kontrolira zrakom i sapunicom i to tako da se na kontrolnu površinu nanese sapunica te se potom narine tlak veći od 300 mbar. Ispitivanje se mora provoditi više od 30 sekunda.  | X | W | W |
| 2.3.10.   | Završna kontrola dimenzija   | X | W | H |
| <b>2.4.</b>   | <b>Kontrola limova plašta spremnika i tankvane bez priključaka</b>   |   |   |   |
| 2.4.1.  | Vizualna kontrola materijala   | X | W | W |
| 2.4.2.  | Kontrola dimenzija limova nakon rezanja  | X | W | W |
| 2.4.3.  | Vizualna i dimenzionalna kontrola limova nakon predsavijanja i savijanja krajeva   | X | W | W |
| <b>3. Završna kontrola radioničke izrade plašta spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b>       |  |   |   |   |
| 3.1.  | Vizualna kontrola i pregled tehničke dokumentacije   | X | W | W |
| 3.2.  | Vizualna kontrola pakiranja proizvoda, oznaka te pripremljenosti za otpremu  | X | W | W |
| 3.3.  | Pregled kompletnosti i valjanosti dokumentacije o kvaliteti  | X | W | H |
| 3.4.  | Potpisivanje zapisnika o preuzimanju   | X | W | H |
| <b>4. Provjera kvalifikacija za radove montaže plašta spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b> |  |   |   |   |
| 4.1.  | Pregled dokumentacije koju izvođač radova daje na uvid nadzoru i investitoru koju čine: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rješenje o imenovanju odgovornih osoba za radove na gradilištu</li> <li>• uvjerenje o sposobnosti izvođača za izvođenje zavarivačkih</li> </ul> | X | R | R |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• uvjerenje o sposobnosti operatera koji provodi nerazorna ispitivanja</li> <li>• tehnološki postupak montaže i zavarivanja</li> <li>• atesti zavarivača i operatera zavarivanja</li> <li>• postupak zavarivanja</li> <li>• specifikacije dodatnog materijala za zavarivanje</li> </ul> |   |   |   |
| <b>5. Kontrola pripreme za montažu limova spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b> |  |   |   |   |
|   | Geodetska kontrola temelja spremnika i tankvane koja uključuju kontrolu:   |   |   |   |
| 5.1.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• odstupanja po obodu</li> <li>• odstupanja gornje površine temelja – mjerenje ulegnuća poda temelja mjernom letvom</li> </ul>  | X | W | W |
| 5.2.  | Vizualna kontrola opreme i materijala  | X | W | W |
| 5.3.  | Vizualna kontrola eventualnih oštećenja pozicija tijekom pakiranja i transporta  | X | W | W |
| 5.4.  | Kontrola količina dopremljenih pozicija  | X | W | W |
| 5.5.  | Vizualna kontrola oznaka dijelova  | X | W | W |
| 5.6.  | Dimenzionalna kontrola dopremljenih dijelova i pozicija  | X | W | W |
| <b>6. Kontrola montaže limova spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b>             |  |   |   |   |
| <b>6.1.</b>   | <b>Kontrola montaže obodnog prstena</b>  |   |   |   |
| 6.1.1.  | Dimenzionalna kontrola iscrtane kružnice dimenzija vanjskog radijusa obodnog prstena   | X | W | W |
| 6.1.2.  | Dimenzionalna kontrola pozicija glavnih osi spremnika (0°-180°, 90°-270°)  | X | W | W |
| 6.1.3.  | Geodetska kontrola radijusa i visine obodnog prstena nakon postavljanja limova na mjesta montaže, prije zavarivanja  | X | W | W |
| 6.1.4.  | Kontrola zavarenih spojeva limova obodnog prstena  | X | W | W |
| 6.1.5.  | Geodetska kontrola radijusa i visine obodnog prstena nakon zavarivanja   | X | W | W |
| 6.1.6.  | Vizualna kontrola zavarenih spojeva  | X | W | W |

|             |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|
| 6.1.7.      | Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva radiografijom   | X | W | W |
| 6.1.8.      | Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva penetratima ili magnetnim česticama   | X | W | W |
| <b>6.2.</b> | <b>Kontrola montaže podnice spremnika</b>   |   |   |   |
| 6.2.1.      | Kontrola materijala   | X | W | W |
| 6.2.2.      | Kontrola sljedivosti prema izvedbenom projekt   | X | W | W |
| 6.2.3.      | Nerazorna ispitivanja zavara nakon provedenih postupaka zavarivanja   | X | W | W |
| 6.2.4.      | Vizualna kontrola svih zavara   | X | W | W |
| 6.2.5.      | Nerazorno ispitivanje kutnih i preklopnih te sučeonih zavara podnice spremnika, ispitivanje se provodi vakuumskom kutijom ili magnetnim česticama te penetratima  | X | W | W |
| 6.2.6.      | Nerazorno ispitivanje spoja ulaznog cjevovoda i podnice penetratima   | X | W | W |
| 6.2.7.      | Nerazorno ispitivanje kutnih zavara na spoju podnice spremnika i obodnog prstena vakuum kutijom   | X | W | W |
| <b>6.3.</b> | <b>Kontrola montaže vojeva plašta spremnika te sekundarnog ukrućenja</b><br>Plašt se sastoji od 9 vojeva te se svaki od njih posebno montira i kontrolira.  |   |   |   |
| 6.3.1.      | Kontrola dokumentacije tehnologije montaže  | X | W | W |
| 6.3.2.      | Kontrola materijala i sljedivosti   | X | W | W |
| 6.3.3.      | Dimenzionalna kontrola odstupanja prvog voja plašta na ravnoj podnici prije zavarivanja. Ova kontrola se izvodi samo za prvi voj.   | X | W | W |
| 6.3.4.      | Dimenzionalna kontrola odstupanja u spoju kod postavljanja limova za vertikalne spojeve prije zavarivanja – mjeri se s unutrašnje strane spremnika te se uspoređuje dopuštenim smicanje limova. Ova kontrola se izvodi na svih devet vojeva plašta. | X | W | W |
| 6.3.5.      | Dimenzionalna kontrola odstupanja spoju kod postavljanja limova za horizontalne spojeve prije zavarivanja – mjeri se s unutrašnje strane spremnika u odnosu na gornji lim. Ova kontrola se izvodi na svih devet vojeva plašta.                      | X | W | W |
| 6.3.6.      | Geodetska kontrola odstupanja polumjera plašta spremnika prije  | X | W | W |

|         |  |   |   |   |
|---------|--|---|---|---|
|         | zavarivanja.   |   |   |   |
| 6.3.7.  | Geodetska kontrola odstupanja od vertikalnosti u odnosu na dno spremnika prije zavarivanja. Kontrola se vrši nakon završetka svakog pojedinog voja na svakih 10 m što otprilike odgovara 15° | X | W | W |
| 6.3.8.  | Geodetska kontrola orijentacije otvora i priključaka na plaštu prije zavarivanja   | X | W | W |
| 6.3.9.  | Dimenzionalna kontrola odstupanja od polumjera plašta nakon zavarivanja  | X | W | W |
| 6.3.10. | Dimenzionalna kontrola odstupanja od polumjera plašta spremnika nakon zavarivanja nakon završetka svakog pojedinog voja na najmanje 8 mjesta   | X | W | W |
| 6.3.11. | Dimenzionalna kontrola odstupanja od centra. Mjere se 3 promjera koja su međusobno razmaknuta 120°   | X | W | W |
| 6.3.12. | Dimenzionalna kontrola lokalnog odstupanja limova plašta u vertikalnom smjeru – mjeri se ravnalom duljine 1 m  | X | W | W |
| 6.3.13. | Dimenzionalna kontrola lokalnog odstupanja limova plašta u horizontalnom smjeru – mjeri se šablonom duljine 1 m koja ima polumjer jednak polumjeru plašta                                    | X | W | W |
| 6.3.14. | Dimenzionalna kontrola lokalnog odstupanja oblika zavarenih spojeva plašta u horizontalnom smjeru – mjeri se ravnalom duljine 1 m koja ima izrez za zavar                                    | X | W | W |
| 6.3.15. | Dimenzionalna kontrola lokalnog odstupanja oblika zavarenih spojeva plašta u vertikalnom smjeru – mjeri se šablonom duljine 1 m koja ima izrez za zavar                                      | X | W | W |
| 6.3.16. | Geodetska kontrola odstupanja od vertikalnosti nakon zavarivanja   | X | W | W |
| 6.3.17. | Geodetska kontrola visinskog odstupanja horizontalne nakon zavarivanja. Kontrola se vrši nakon završetka svakog pojedinog voja na svakih 10 m, tj. otprilike svakih 15°                      | X | W | W |
| 6.3.18. | Vizualna kontrola svih zavara voja plašta  | X | W | W |
| 6.3.19. | Nerazorno ispitivanje vertikalnih i horizontalnih zavara ultrazvukom   | X | W | W |
| 6.3.20. | Nerazorno ispitivanje kutnog zavara na spoju obodnog prstena i plašta penetratima, vakuum kutijom ili magnetnim česticama za prvi  | X | W | W |

|             |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|
|             | voj te kontrola križnih mjesta (T-spojeva) između dva voja ultrazvukom za sve ostale vojeve   |   |   |   |
| 6.3.21.     | Nerazorno ispitivanje privremenih zavara nakon uklanjanja zavara penetratima ili magnetnim česticama  | X | W | W |
| 6.3.22.     | Vizualna kontrola montaže sekundarnog ukrućenja nakon kontrole i montaže 6. voja plašta spremnika   | X | W | W |
| 6.3.23.     | Nerazorno ispitivanje zavara sekundarnog vjetrovnog ukrućenja penetratima ili magnetnim česticama   | X | W | W |
| <b>6.4.</b> | <b>Kontrola montaže primarnog ukrućenja spremnika</b>   |   |   |   |
| 6.4.1.      | Vizualna kontrola zavara  | X | W | W |
| 6.4.2.      | Nerazorno ispitivanje spoja primarnog ukrućenja s plaštom spremnika penetratima ili magnetnim česticama   | X | W | W |
|             | *Napomena: Budući da se tankvana sastoji od istih dijelova kao i sam spremnik postupci montaže i kontrole tijekom montaže su identični. Jedina razlika je u broju vojeva, plašt tankvane sastoji se od ukupno 8 vojeva, a plašt spremnika 9. Sukladno tome provode se i iste metode ispitivanja te isti redoslijed stoga će koraci kontrole montaže tankvane biti samo navedeni kako slijede. |   |   |   |
| <b>6.5.</b> | <b>Kontrola montaže obodnog prstena tankvane</b>  |   |   |   |
| <b>6.6.</b> | <b>Kontrola montaže podnice tankvane</b>  |   |   |   |
| <b>6.7.</b> | <b>Kontrola vojeva plašta tankvane te sekundarnog ukrućenja</b>   |   |   |   |
| <b>6.8.</b> | <b>Kontrola primarnog ukrućenja spremnika</b>   |   |   |   |
| <b>6.9.</b> | <b>Kontrola montaže penjalica, stepeništa, vršne platforme, konzole cjevovoda, kliznih ljestvi te prelaznog mosta</b>   |   |   |   |
| 6.9.1       | Vizualna kontrola zavara dodatka na plašt spremnika   | X | W | W |
| 6.9.2.      | Nerazorno ispitivanje zavara dodatka na plašt spremnika penetratima ili magnetnim česticama   | X | W | W |
| <b>7.</b>   | <b>Završna kontrola montaže limova plašta spremnika i tankvane s pripadajućim priključcima i otvorima</b><br>Prilikom završne kontrole montaže limova plašta spremnika i tankvane provodi se hidrostatsko ispitivanje u dvije faze prema standardu API 650 i  |   |   |   |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| izvedbenom projektu dok se kontrola elevacije repera <sup>10</sup> provodi za vrijeme punjenja spremnika i to kad se napuni 1/2 , 3/4 i cijeli spremnik. |   |   |   |   |
| 7.1.   | Kontrola potpunosti izvedenih radova prije hidrostatske probe usporedbom crteža i stvarnog stanja te provjerom dokumentacije izrade i montaže   | X | R | R |
| 7.2.   | Geodetska kontrola nivoa podnice  | X | W | W |
| 7.3.   | Geodetska kontrola elevacije 24 repera koji su postavljeni na plašt   | X | W | W |
| 7.4.   | <b>Istovremeno punjenje spremnika i tankvane</b><br>Bitna je priprema prije samog ispitivanja koja uključuje prespajanje cjevovoda i to tako da se tankvana puni preko spremnika te da je u drugoj fazi ispitivanja moguće prepumpavanje iz tankvane u spremnik. Prilikom izvođenja ispitivanja, razina vode u tankvani ne smije biti viša od razine vode u spremniku. Broj dana "x" se određuje u dogovoru s projektantom temelja te na osnovu geodetskog elaborata. |   |   |   |
| 7.4.1.   | Punjenje spremnika i tankvane u isto vrijeme do 1/3 visine tankvane te držanje spremnika pod tim opterećenjem "x" dana. Tijekom tog perioda potrebno je vršiti očitavanja slijeganja dna spremnika.<br>*Ispitivanje se nastavlja ako tijekom punjenja ne dođe do pojave nejednolikog slijeganja, a jednoliko slijeganje je u dopuštenim granicama.  | X | H | H |
| 7.4.2.   | Punjenje do 2/3 visine tankvane te se pod tim opterećenjem sustav ponovno drži "x" dana. Tijekom tog perioda se također vrše očitavanja slijeganja dna spremnika.<br>*Ispitivanje se nastavlja ako tijekom punjenja ne dođe do pojave nejednolikog slijeganja, a jednoliko slijeganje je u dopuštenim granicama.  | X | H | H |
| 7.4.3.   | Punjenje do visine od 200 mm ispod vrha tankvane te se pod tim opterećenjem drži "x" dana   | X | H | H |
| 7.5.   | <b>Punjenje spremnika do vrha</b>   |   |   |   |

<sup>10</sup> Reper je termin koji se koristi u geodeziji za označavanje neke posebno izražene ili obilježene referentne točke s obzirom na koju se provodi mjerenje neke veličine. [36]



|        |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|
|        | U drugoj fazi se voda iz tankvane prepumpava u spremnik kako bi se napunio do vrha te se spremnik pod tim opterećenjem drži "x" dana. |   |   |   |
| 7.5.1. | Kontrola slijeganja   | X | H | H |
| 7.5.2. | Kontrola nepropusnosti plašta i dna spremnika   | X | H | H |

Ako tijekom hidrostatske probe na neke mjestu na plaštu dođe do propuštanja, ta mjesta se popravljaju ali tako da tijekom popravka nivo vode mora biti barem 0,3 m ispod mjesta propuštanja. U slučaju pojave propuštanja dna, spremnik se odmah prazni i popravljiva. Rupice i poroznost spojeva na dnu spremnika moguće je popraviti dodatnim zavarom preko područja na kojemu se greška pojavila, dok se ostale greške i pukotine na spojevima dna spremnika saniraju tako da se greške prvo odstrane mehaničkim istjecanjem ili toplinskim rezanjem te se ta mjesta ponovno zavare. Sve greške, pukotine ili poroznosti koje se uoče na plaštu spremnika te na spoju plašta i podnice, popravljaju se tako da se greške prvo odstrane mehaničkim istjecanjem ili žlijebljenjem te se potom mjesto greške ponovno zavari.

#### 4.2. Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima

Kontrola montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova je jednostavnija od kontrole plašta spremnika budući da se krov sastoji od manje dijelova. I za ove postupke kontrole relevantan je standard API 650.

**Tablica 5. Plan kontrole kvalitete montaže i zavarenih spojeva plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima**

| Opis postupka kontrole   | Aktivnosti izvođača | Aktivnosti nadzora | Aktivnosti investitora |
|--|---------------------|--------------------|------------------------|
| <p><b>1. Kontrola prije početka radioničke izrade plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima</b></p> <p>Prije početka izrade i kontrole, potrebno je utvrditi da li izvođač ispunjava sve potrebne uvjete za planirane radove te da li su radnici osposobljeni za tu vrstu rada. Izvođač prije svega mora utvrditi plan kontrole kvalitete te dokazati da posjeduje potrebne certifikate.</p> |                     |                    |                        |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 1.1.  | <p>Pregled dokumentacije koju izvođač radova daje na uvid nadzoru i investitoru koju čine:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• certifikati o sposobnosti pogona za izvođenje zavarivačkih radova</li> <li>• upute za zavarivanje</li> <li>• certifikati postupaka zavarivanja koji se koriste u proizvodnji</li> <li>• certifikati kojima se dokazuje stručnost zavarivača i operatera</li> <li>• uvjerenje operatera koji provodi nerazorna ispitivanja</li> <li>• plan zavarivanja</li> </ul> <p>tehnološke upute za bavarske radove i toplinsku obradu</p> | X | R | R |
| 1.2.  | <p>Ulazna kontrola osnovnog materijala u koji spadaju: limovi, pribornice, otkivci, cijevi za otvore u plaštu te profili</p>   | X | W | R |
| 1.3.  | <p>Dimenzionalna i vizualna kontrola dodatnog i osnovnog materijala kojima se utvrđuju:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifikacijske oznake materijala</li> <li>• potrebna količina i dimenzije,</li> <li>• usklađenost s certifikatom</li> <li>• stanje površine</li> </ul>  | X | W | R |
| <p><b>2. Kontrola tijekom radioničke izrade plutajućeg krova s priključcima i otvorima</b></p> <p>Na plutajućem krovu nalazi se nekoliko priključaka i oslonaca, te su za sve otvore i oslonce postupci kontrole jednaki.</p> |  |   |   |   |
| 2.1.  | <p>Obilježavanje te vizualna kontrola limova gornje i donje ploče plutajućeg krova</p>   | X | W | W |
| 2.2.  | <p>Kontrola dimenzija nakon rezanja limova</p>   | X | W | W |
| 2.3.  | <p>Vizualna kontrola i bilježenje materijala za izradu priključaka i otvora</p>  | X | W | W |
| 2.4.  | <p>Vizualna i dimenzionalna kontrola nakon rezanja dijelova i pripreme za zavarene spojeve</p>   | X | W | W |
| 2.5.  | <p>Dimenzionalna kontrola pozicija koje se predsavijaju i savijaju</p>   | X | W | W |
| 2.6.  | <p>Vizualna kontrola korijena sučeonih zavara</p>  | X | W | W |
| 2.7.  | <p>Nerazorno ispitivanje korijena sučeonih zavara penetratima</p>  | X | W | W |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 2.8.  | Ispitivanje nepropusnosti sučeonih zavara   | X | W | W |
| 2.9.  | Vizualna kontrola kutnih zavara   | X | W | W |
| 2.10.   | Vizualna kontrola površine svih zavara, rubova te ostalih područja s površinskim nesavršenostima  | X | W | W |
| 2.11.   | Dimenzionalna kontrola priključaka i oslonaca   | X | W | W |
| <b>3. Završna kontrola radioničke izrade plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima</b>    |   |   |   |   |
| 3.1.  | Kontrola dokumentacije radioničke izrade plutajućeg krova s priključcima i otvorima uključuje: <ul style="list-style-type: none"> <li>kontrolu dokumentacije</li> <li>kontrolu oznaka, pakiranja i pripremljenosti za otpremu.</li> </ul>   | X | W | R |
| 3.2.  | Kontrola zapisnika o otpremi  | X | W | H |
| <b>4. Kontrola prije početka radova montaže plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima</b> |   |   |   |   |
| 4.1.  | Pregled dokumentacije koju izvođač radova daje na uvid nadzoru i investitoru koju čine: <ul style="list-style-type: none"> <li>rješenje o imenovanju odgovornih osoba za radove na gradilištu</li> <li>uvjerenje o sposobnosti izvođača za izvođenje zavarivačkih</li> <li>uvjerenje o sposobnosti operatera koji provodi nerazorna ispitivanja</li> <li>tehnološki postupak montaže i zavarivanja</li> <li>atesti zavarivača i operatera zavarivanja</li> <li>postupak zavarivanja</li> </ul> specifikacije dodatnog materijala za zavarivanje | X | H | R |
| 4.2.  | Kontrola dokumentacije i vizualna kontrola materijala i opreme  | X | H | R |
| <b>5. Kontrola montaže plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima</b>                      |   |   |   |   |
| 5.1.  | <b>Kontrola cjevarsko-bravarskih radova na montaži</b>  |   |   |   |
| 5.1.1.  | Vizualna kontrola dopremljenog materijala   | X | W | W |
| 5.1.2.  | Dimenzionalna kontrola dijelova   | X | W | W |
| 5.1.3.  | Vizualna kontrola ugrađenih pozicija  | X | W | W |

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| 5.1.4.   | Geodetska kontrola položaja plutajućeg krova u odnosu na plašt spremnika   | X | W | W |
| <b>5.2.</b>  | <b>Kontrola zavarivačkih radova</b>  |   |   |   |
| 5.2.1.   | Vizualna kontrola rubova i smicanja prije početka zavarivanja  | X | W | W |
| 5.2.2.   | Vizualna kontrola svih zavarenih spojeva na plutajućem krovu   | X | H | W |
| 5.2.3.   | Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva na gornjoj i donjoj ploči krova vakuum kutijom   | X | H | W |
| 5.2.4.   | Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva komora i prstenova krova penetratima   | X | H | W |
| 5.2.5.   | Nerazorno ispitivanje prodora oslonaca kroz gornju i donju ploču krova, ispitivanje se provodi penetratima   | X | H | W |
| <b>6. Završne kontrole montaže plutajućeg krova s pripadajućim priključcima i otvorima</b> |  |   |   |   |
| 6.1.   | Završna vizualna kontrola plutajućeg krova   | X | W | W |
| 6.2.   | Pregled dokumentacije: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kontrola izvršenih ispitivanja</li> <li>• kontrola kompletnosti radova</li> <li>• provjera dokumentacije o dokazu kvalitete</li> </ul> | X | R | R |

## 5. Postupak dokazivanja kvalitete

Postupak dokazivanja kvalitete predstavlja skup dokumenata koji nastaju tijekom nekog proizvodnog ili uslužnog procesa, a daju potvrdu da su izvedeni radovi ili dane usluge u skladu s projektiranim i očekivanim. Ovaj postupak se provlači kroz cijeli sustav upravljanja i kontrole kvalitete te se tijekom njega prikuplja sva potrebna dokumentacija koja služi za dokazivanje kvalitete. Osim investitoru i nadzoru, ova dokumentacija služi i državnim nadležnim tijelima koja obavljaju tehnički pregled, što će biti objašnjeno kasnije.

Prije svega dokaz o kvaliteti je poslovanje prema nekoj od međunarodnih norma za upravljanje kvalitetom te certifikacija poduzeća za određenu normu. Kao što je već navedeno u radu, poduzeće Jadranski naftovod d.d. posjeduje certifikate nekoliko međunarodnih norma i standarda (ISO 9001, ISO 29001, ISO 50001, ISO 14001 te OHSAS 18001) koji korisnicima i kupcima služe kao dokaz pravilnog upravljanja. Istu stvar, prije samog početka rada, moraju dokazati podizvođači kojima poduzeće povjerava izvođenje poslova izrade, nadzora i montaže. Tako se pojedina poduzeća ističu među konkurencijom.

Za vrijeme izvođenja pojedine vrste radova potrebno je tijekom cijelog procesa voditi brigu o ispravnom dokumentiranju postupaka u svrhu dokazivanja kvalitete. Tijekom svih postupaka izrade spremnika za skladištenje nafte prikuplja se velika količina dokumentacije kojom je moguće dokazati kvalitetu proizvoda i usluge, a ti dokumenti su:

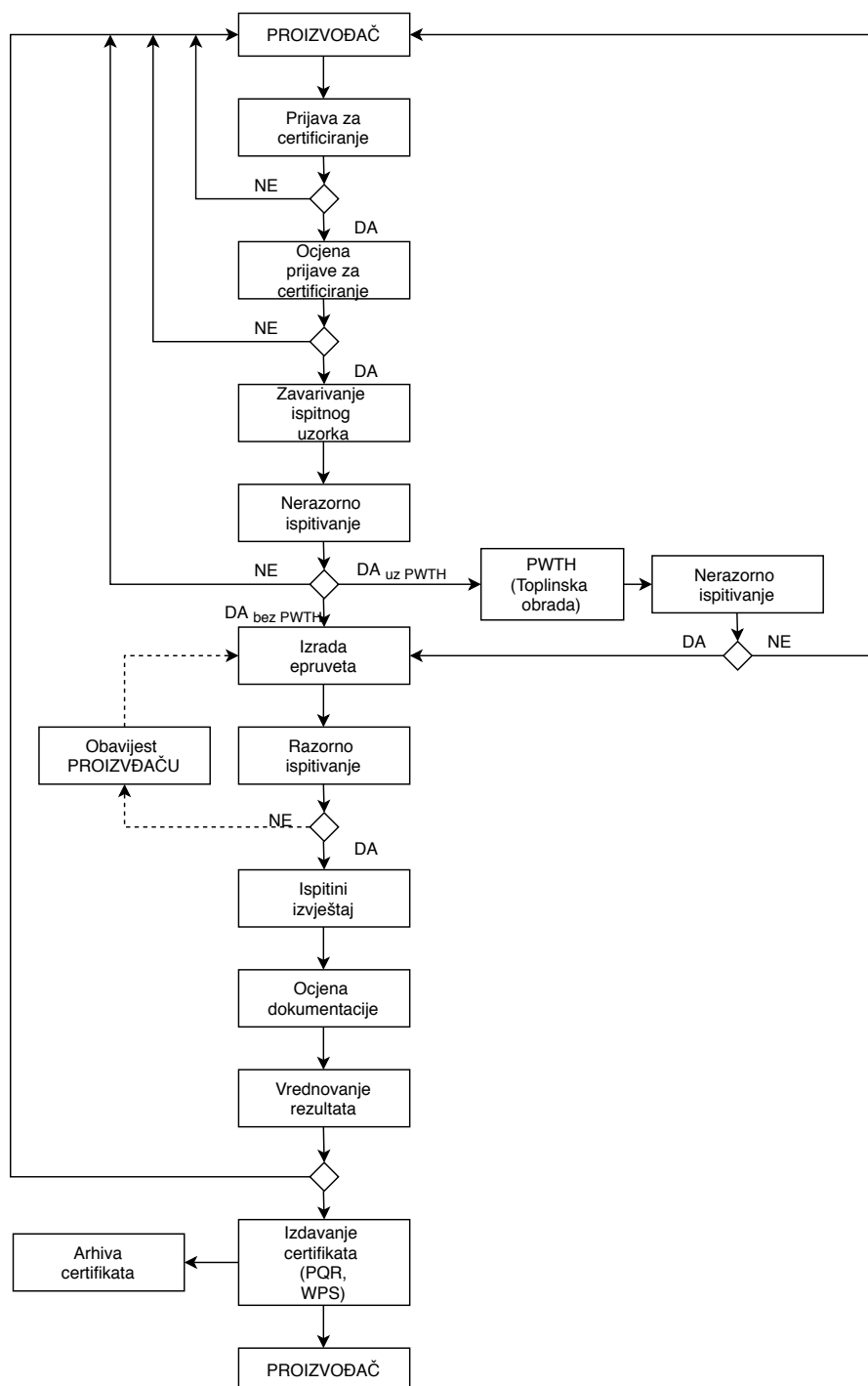
- certifikat o sposobnosti izvođenja zavarivačkih postupaka prema normi HRN EN 3438-2
- upute za zavarivanje (eng. *Welding Procedures Specification – WPS*)
- certifikat postupka zavarivanja (eng. *Procedure Qualification Record – PQR*)
- tehnološku uputu za bravarske radove
- listu i certifikate zavarivača
- listu ugrađenog materijala
- izjave o svojstvima za osnovni materijal
- listu dodatnog materijala za zavarivanje
- certifikate dodatnog materijala za zavarivanje
- izvještaj o dimenzionalnoj kontroli

- uvjerenje o provjeri peći za toplinsku obradu
- izvješće o provedenoj toplinskoj obradi
- postupke nerazornih ispitivanja
- izvješće o provedenom nerazornom ispitivanju
- uvjerenja operatera za nerazorna ispitivanja
- dnevnik zavarivanja
- plan kontrole
- građevinski dnevnik.

U nastavku će biti opisan postupak dokazivanja kvalitete plašta spremnika.

Budući da je glavna tehnologija pri izgradnji spremnika zavarivanje, potreban je certifikat o sposobnosti izvođenja zavarivačkih postupaka prema normi HRN EN 3834-2 koja definira zahtjeve za zavarivanje metala. Posjedovanje certifikata ove norme dokaz je da je izvođač posjeduje sve potrebno znanje i iskustvo za provođenje postupaka zavarivanja. Proces certifikacije obavlja služba za certificiranje proizvoda. Sami proces certifikacije je prikazan dijagramom toka na slici 25, a započinje prijavom proizvođača, tj. organizacije koja se želi certificirati, te ocjenom prijave. Ukoliko se prijava ocijeni kao ispravna, slijedi ispitivanje tijekom kojeg izvođač vrši zavarivanje ispitnog uzorka te se paralelno zapisuju i mjere svi bitni parametri zavarivanja. Po završetku zavarivanja provode se nerazorna i razorna ispitivanja zavarenog spoja. U nerazorna ispitivanja spadaju: vizualno ispitivanje, ispitivanje magnetnim česticama, ispitivanje penetratima, ultrazvučno te radiografsko ispitivanje. Ako se nakon provedenih ispitivanja zadovolje uvjeti za kvalitetom zavarenog spoja, slijedi toplinska obrada ukoliko za njom postoji potreba. Sljedeći korak je izrada ispitnih epruveta koje služe za razorna ispitivanja u koja spadaju: poprečno vlačno ispitivanje, ispitivanje savijanjem, ispitivanje udarnog rada loma, makroskopsko i mikroskopsko ispitivanje zavara te ispitivanje tvrdoće. Nakon provedenih razornih ispitivanja, izrađuje se izvještaj o ispitivanju unutar kojeg se uspoređuje stanje zavarenog spoja te kriterij prihvatljivosti, a na temelju tog izvještaja provodi vrednovanje za provjeru sukladnosti rezultata s kriterijima prihvatljivosti. U slučaju da je tijekom ispitivanja došlo do pojave nesukladnosti, one se moraju dodatno pojasniti. Također je moguće napraviti popravne radnje kojima se izrađuju nove epruvete te se ponavlja samo ono ispitivanje prilikom kojega je došlo do pojave nesukladnosti. U slučaju da ponovno dođe do pojave nesukladnosti ili je već prvom pojavom eliminirana mogućnost popravnih radnji, proizvođač mora ponovno ponoviti cijeli postupak ako i dalje želi

posjedovati certifikat. Ako se vrednovanjem pokaže da se sukladnost podudara s kriterijem prihvatljivosti, daje se prijedlog za izradu certifikata kojeg odobrava služba za certificiranje proizvoda. Proizvođač koji je uspješno prošao proces certificacije osim certifikata i izvještaja koji nastaju tijekom postupka certificacije dobiva i upute za zavarivanje (WPS) te certifikat postupka zavarivanja (WPQR). [37]



Slika 25. Dijagram toka za certificiranje zavarivačkih postupaka [37]

Uputama za zavarivanje daju se specifikacije zavarivačkih postupaka te se zavarivaču daju upute kako izraditi kvalitetan proizvod koji ispunjava zahtjeve kvalitete. Ovim dokumentom definiraju se svi parametri zavara što uključuje: zavarivački postupak, glavni i pomoćni materijal, potreban napon te jačina struje. Uz upute za zavarivanje izdaje se i certifikat postupka zavarivanja kojime se utvrđuje da je zavar izrađen prema zahtijevanim parametrima te da ispunjava sve zahtjeve.

Izvješće o dimenzionalnoj kontroli se sastoji od skice predmeta mjerenja na kojemu su obilježene pozicije koje je potrebno kontrolirati te od tablice u koju se unose vrijednosti mjerenja i odstupanja od projektiranih vrijednosti kao što je prikazano na slici 26. Na jednom izvješću se navode podaci o kontroli za sve predmete istih dimenzija.

| Konstruktivna Radionica             |      | Priprema                                     |          | Procesna Oprema                                     |   | A FAKOM |                | Program za obezbjeđenje kvaliteta |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |
|-------------------------------------|------|--|----------|---|---|---------|----------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|---------|---|----|--------------------------|----|-----|
| Shop Floor <input type="checkbox"/> |      | Preparation depart. <input type="checkbox"/> |          | Process depart. <input checked="" type="checkbox"/> |   |         |                | Quality Assurance System          |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |
| S1308                               |      |  |          |   |   |         |                |                                   |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |
|                                     |      |  |          |   |   |         |                |                                   |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |
| Deb. Lim                            | Poz  | Sarza  | Br.lim   | A<br>L = 2140                                       |   |         | B<br>L = 11500 |                                   | D1<br>L = 11697 | D2<br>L = 11697 | D1-D2<br>Razlika | Ravnost |   |    | Odstupanje od<br>sablonu |    |     |
|                                     |      |  |          | IV  | V | VI      | I              | II                                |                 |                 |                  | IV      | V | VI | I                        | II | III |
| 38                                  | 2/1  | 478076                                       | 59179-01 | 1   | 0 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 1       |   | 2  | 6                        |    | 8   |
| 38                                  | 2/2  | 478076                                       | 59163-01 | 0   | 0 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11697           | +2               | 2       |   | 1  | 8                        |    | 9   |
| 38                                  | 2/3  | 478076                                       | 59162-01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 1       |   | 1  | 9                        |    | 8   |
| 38                                  | 2/4  | 478076                                       | 59185-01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 2       |   | 2  | 8                        |    | 9   |
| 38                                  | 2/5  | 478076                                       | 59391-01 | 0   | 0 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11697           | +2               | 1       |   | 1  | 7                        |    | 8   |
| 38                                  | 2/6  | 478076                                       | 59181/01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11697           | +2               | 1       |   | 1  | 8                        |    | 8   |
| 38                                  | 2/7  | 477648                                       | 59538-01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 1       |   | 1  | 9                        |    | 9   |
| 38                                  | 2/8  | 477315                                       | 59392-01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 2       |   | 1  | 8                        |    | 9   |
| 38                                  | 2/9  | 476060                                       | 59183-01 | 0   | 0 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11697           | +2               | 1       |   | 1  | 8                        |    | 8   |
| 38                                  | 2/10 | 478076                                       | 59180-01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 1       |   | 2  | 7                        |    | 9   |
| 38                                  | 2/11 | 478076                                       | 59160-01 | 1   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11696           | +3               | 1       |   | 1  | 8                        |    | 8   |
| 38                                  | 2/12 | 478076                                       | 59171-01 | 0   | 1 | 1       | 1              | 1                                 | 11699           | 11697           | +2               | 2       |   | 1  | 8                        |    | 9   |
| Normna Lista:                       |      |  |          | Broj Crteza:  |   |         |                | Objekat:                          |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |
| Shop Order:                         |      |  |          | Drawing No:4130-D-EKN-1513-S01-15-004               |   |         |                | Job:                              |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |
| Kontroler:                          |      |  |          |   |   |         |                |                                   |                 |                 |                  |         |   |    |                          |    |     |

Slika 26. Izvješće o dimenzionalnoj kontroli

Izvješće o provedenom nerazornom ispitivanju izvodi certificirani operater. Na izvješću je potrebno navesti o kojem tipu ispitivanja se radi te koji su parametri korišteni prilikom ispitivanja. Tako se na primjer prilikom ispitivanja propusnosti vakuumom i sapunicom navodi na koji način se testiranje provodi, koji je maksimalni dopušteni tlak te koliko ispitivanje treba trajati.

Izvješće o provedenoj toplinskoj obradi se radi samo u slučaju da se dokumentacijom zahtijeva toplinska obrada prije i/ili nakon postupka zavarivanja. Shodno tome, navodi se koji je postupak proveden, predgrijavanje ili odžarivanje, te podaci o temperaturi obrade, brzini zagrijavanja, vremenu obrade te brzini hlađenja. U prilogu izvješća o provedenoj toplinskoj



obradi dolazi i skiciran dijagram koji grafički prikazuje promjenu temperature materijala u vremenu.

Potrebno je posjedovati listu i certifikate zavarivača te uvjerenja za operatere nerazornih ispitivanja. Ovim dokumentima se potvrđuje da sve radove i ispitivanja izvodi osoblje koje je uspješno prošlo adekvatnu obuku. Jedan certifikat osoblja za nerazorna ispitivanja prikazan je na slici 27. Certifikat je izdan od strane Hrvatskog centra za nerazorna ispitivanja, a njime je pristupnik certificiran za izvođenje postupaka ispitivanja propusnosti uz napomenu da vrijedi samo za ispitivanje propusnosti padom tlaka, tj. promatranjem dolazi li na površini zavara koja je premazana sapunicom do pojave mjehurića prilikom pada tlaka. Na isti način se dokazuju kompetencije operatera nerazornih ispitivanja za sve ostale vrste ispitivanja.



**HRVATSKI CENTAR ZA NERAZORNA ISPITIVANJA - Centar za certifikaciju**  
 CROATIAN CENTRE FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING - Certification body  
 HR-10000 ZAGREB, Ivana Lučića 1 ■ HRVATSKA / CROATIA

## CERTIFIKAT CERTIFICATE

Broj certifikata: **E15 C12 17-LT2R 0485**  
 Certificate No.:

Valjanost certifikata do: **15.12.2019.**  
 Validity of Certificate up to:

Ime i prezime: [REDACTED]  
 Name and Surname:

Osobni identifikacijski broj: [REDACTED]  
 Unique Personal Identification Number:

Mjesto i datum rođenja: [REDACTED]  
 Place and Date of Birth:

potvrđuje se kompetentnost certificirane osobe u skladu sa zahtjevima norme HRN EN ISO 9712:2012 za.  
 confirms the competence of certified person in accordance with the requirements of standard HRN EN ISO 9712:2012 for:

Metodu nerazornog ispitivanja: **ISPITIVANJE PROPUSNOSTI**      **LT**      Stupanj: **2**  
 Non-Destructive testing method: **LEAK TESTING**      Level:

| A | B | C | D | E | PED | c | f | wp | t | w |
|---|---|---|---|---|-----|---|---|----|---|---|
| - | X | - | - | - | X   | - | - | -  | - | X |

Ograničenja / Napomene: **vrijedi samo za tehniku pada tlaka (ispitivanje mjehurićima)**  
 Limitations / Notes: **valid only for pressure drop technique (bubble technique)**

Uvjeti za certifikaciju stečeni su temeljem: Certification requirements have been fulfilled upon  
15.12.2017. (re)kvalifikacijskog ispita (datum) -- obnove valjanosti (datum)  
 (re)qualification exam (date) renewal (date)

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| A | Proizvodnja / Manufacturing   | B | Ispitivanje opreme, uključujući i proizvodnju<br>Pre and in-service testing of equipment, which includes manufacturing |
| C | Zaštita / Repair/ maintenance | D | Zrakoplovstvo / Aerospace  |
| E | Brodogradnja / Shipbuilding   |   |  |

**PED** Kompetencija za ispitivanje trajnih spojeva na tlačnoj opremi (u skladu sa zahtjevima PED 2014/68/EU i važeće nacionalne regulative)  
 Competence person is competent for examination of permanent parts on pressure equipment (in accordance with PED 2014/68/EU and valid national regulations)

|   |   |   |                                  |    |                                     |
|---|---|---|----------------------------------|----|-------------------------------------|
| c | odljevi / castings  | f | otkivi / forgings                | wp | vučeni proizvodi / wrought products |
| t | cijevi (bešavni, zavareni, uključujući ravne proizvode za izradu zavarenih cijevi)<br>tubes and pipes (seamless, welded, including flat products for manufacturing of welded pipes) | w | zavareni spojevi / welded joints |    |                                     |

Potpis certificirane osobe: Potpis osobe odgovorne za certifikaciju:  
 Signature of Certificate Holder: Signature of Authorized Person for Certification:

Mjesto i datum izdavanja: Zagreb, 20.12.2017.  
 Place and Date of Issue:



Valjanost certifikata moguće je provjeriti na [www.cen.hr](http://www.cen.hr)      Vaility check of this certificate is possible on [www.cen.hr](http://www.cen.hr)      #3  
 CEN-C12-17100

**Slika 27. Certifikat osoblja za nerazorna ispitivanja**

Obavezno je i posjedovati podatke o osnovnom i dodatnom materijalu kako bi se prema tome mogli prilagoditi zavarivački postupci te kontrola istih. Certifikate i specifikacije osnovnog materijala od kojega se spremnik gradi daje poduzeće koje materijal proizvodi. Kako je već prije u radu navedeno plašta spremnika izrađen je od konstrukcijskog čelika oznake S355J2+N. Na slikama 28 i 29 prikazana je jedna izjava o svojstvima materijala kojom tijelo za ocjenu sukladnosti utvrđuje sukladnost materijala čije su karakteristike i mehanička svojstva prikazana na slici 29.



## Izjava o svojstvima (Prema EU CPR 305/2011, Prilog III)

**DoP Br. 102-CPR-01/07/2013**

Čelik u kvaliteti: S235J2 +N - EN10025-2:2004 (1.0117)  
Vrsta proizvoda: Toplo valjane čelične ploče

Područje primjene: zavarene strukture, vijci i zakovci

Logo proizvođača: ŽSK

Proizvođač

**MAKSTIL A.D.**  
Član Duferco Grupe  
XVI Makedonska Brigada 18  
1000 Skopje, Republika Makedonija

Tel.+389 2 328 7130  
Fax.+389 2 328 7032

Sustav ocjenjivanja: 2+

Tijelo za ocjenu sukladnosti  
Nr.0036

Potvrda odobrenja 0036-CPR-M-02-2006

**TÜV SÜD Industrie Service GmbH**  
**TÜV-CERT-Zertifizierungsstelle für Bauprodukte**  
TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Abteilung Werkstoff- und Schweißtechnik  
Westendstrasse 199, 80686 München

Strana 1. DoP Br. 102-CPR-01/07/2013

MAKSTIL A.D. XVI Makedonska Brigada 18, 1000 Skopje, Republic of Macedonia  
COMMERCIAL DEPARTMENT: Tel.: +389 2 3287-024, 3287-905, 3287-030 Fax.: +389 2 3175-995, e-mail: info@makstil.com.mk  
QUALITY DEPARTMENT: Tel.: +389 2 3287-125, 3287-130 Fax.: +389 2 3287-032 e-mail: igor.bogevski@makstil.com.mk  
www.makstil.com

**Slika 28. Izjava o svojstvima materijala - prva stranica**



**Proglašena svojstva:**

| Bitno obilježje                         |                         |     | Učinak   |           | Usklađena tehnička specifikacija |
|---|-------------------------|-----|--|-----------|----------------------------------|
| Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika | Debljina                |     | EN 10029 klasa A, B, C, D                        |           |                                  |
|   | Ravnost                 |     | EN 10029 klasa N, S                              |           |                                  |
| Zatezna čvrstoća                        | Nominalna debljina (mm) |     | Vrijednosti                                      |           |                                  |
|   | ≥                       | ≤   | min (MPa)  | max (MPa) |                                  |
|   | 5                       | 16  | 235  |           |                                  |
|   | 16                      | 40  | 225  |           |                                  |
|   | 40                      | 63  | 215  |           |                                  |
|   | 63                      | 80  | 215  |           |                                  |
| Vlačna čvrstoća                         | Nominalna debljina (mm) |     | Vrijednosti                                      |           |                                  |
|   | ≥                       | ≤   | min (%)  | max (%)   |                                  |
|   | 5                       | 100 | 360  | 510       |                                  |
| Izduženje                               | Nominalna debljina (mm) |     | Vrijednosti                                      |           |                                  |
|   | ≥                       | ≤   | min (%)  |           |                                  |
|   | 5                       | 40  | 24   |           |                                  |
|   | 40                      | 63  | 23   |           |                                  |
| Žilavost                                | Nominalna debljina (mm) |     | Vrijednosti                                      |           |                                  |
|   | >                       | ≤   | min (J)  | >         |                                  |
|   |                         | 100 | 27 at -20°C                                      |           |                                  |
| Zavarljivost CEV                        | Nominalna debljina (mm) |     | Vrijednosti                                      |           |                                  |
|   | ≥                       | ≤   | max (%)  |           |                                  |
|   | 5                       | 40  | 0,35   |           |                                  |
| Trajnost                                | Nominalna debljina (mm) |     | Vrijednosti                                      |           |                                  |
|   | ≥                       | ≤   | max (%)  |           |                                  |
|   | 5                       | 40  | C:0,17<br>Si:<br>Mn:1,40<br>P:0,025<br>S:0,025   | Cu: 0,55  |                                  |
|   | 40                      | 100 | C:0,17<br>Si:<br>Mn:1,40<br>P: 0,025<br>S: 0,025 | Cu: 0,55  |                                  |

EN 10025-1:2004  
EN 10025-2:2004

Svojstva proizvoda su u skladu sa deklariranim svojstvima u ovom dokumentu. Ova izjava o svojstvima izdaje se pod isključivom odgovornošću gore spomenutog proizvođača.

Direktor Kvalitete

Strana 2. DoP Br.102-CPR-01/07/2013

MAKSTIL A.D. XVI Makedonska Brigada 18, 1000 Skopje, Republic of Macedonia  
 COMMERCIAL DEPARTMENT: Tel:++389 2 3287-024, 3287-002, 3287-030 Fax:++389 2 3175-983. e-mail: info@makstil.com.mk  
 QUALITY DEPARTMENT: Tel:++389 2 3287-125, 3287-130 Fax:++389 2 3287-032 e-mail: igor.bogeski@makstil.com.mk  
 www.makstil.com

**Slika 29. Izjava o svojstvima materijala - druga stranica**

Tijekom cijelog postupka vodi se dnevnik zavarivanja te građevinski dnevnik. U dnevnik zavarivanja se unose podaci za svaki izvedeni zavarivački postupak, a u to spadaju: vrsta postupka, vrsta zavara, osoba koja je provodila postupak te sva zapažanja i napomene zavarivača. Unutar građevinskog dnevnika se vode informacije o provedenim građevinskim radovima, izradi i montaži spremnika te o provedenim zavarivačkim radovima te radovima

antikorozivne zaštite. Također se vodi dokumentacija plana kontrole kvalitete koja je opisana u prethodnom poglavlju.

Po završetku izrade spremnika slijedi tehnički pregled kojeg provode nadzorni inspekcijski inženjeri Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja. Tehnički pregled se provodi prema planu inspekcijskih nadzora, a cilj mu je utvrditi zakonitost, činjenično stanje te kvalitetu građenja spremnika. Sam pregled započinje usmenom raspravom te uvidom tehničku dokumentaciju. Kako bi se dobili uvid u stanje izvedenih radova, članovi nadzora terenski obilaze objekt te ga fotografiraju za potrebe fotodokumentacije. Prilikom tehničkog pregleda osim nadzornih inženjera Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja sudjeluju i glavni nadzorni inženjer gradilišta, glavni inženjer gradilišta te svi voditelji i inženjeri na svim ostalim vrstama radova. Nadzorna inspekcija provjerava dokumentaciju te obavlja uvid u građevinski dnevnik te na temelju svega navedenog utvrđuje postoje li povrede propisa na temelju kojih bi glavni građevinski inspektor bio obvezan prema službenoj dužnosti pokrenuti upravni postupak i narediti odgovarajuće mjere prema odredbama Zakona o građevinskoj inspekciji.

## 6. Zaključak

Sustav upravljanja kvalitetom je složeni skup pravila, prijedloga te uputa čija integracija u poslovanje može organizacijama donijeti mnoštvo benefita, a glavni alat za provedbu takvog sustava je norma ISO 9001:2015 te norma ISO 29001:2010 koja je posebno usmjerena na upravljanje kvalitetom u industriji nafte, plina i petrokemije.

Ovakvim sustavom upravljanja postiže se veća konzistentnost među aktivnostima što rezultira kvalitetnijim i sigurnijim proizvodima i uslugama te manjim troškovima. Glavna karakteristika sustava upravljanja kvalitetom je procesni pristup kojemu je cilj podijeliti poslovanje na procese te uočiti povezanost i uzročnu posljedičnu vezu između tih procesa. Bitno je da se procesi kontinuirano prate, mjere i analiziraju kako bi se mogli uočiti nedostaci te kako bi se na njih djelovalo u pravo vrijeme, a sve s ciljem postizanja boljih rezultata, boljeg radnog okruženja te većeg zadovoljstva korisnika i kupaca.

U drugom dijelu rada opisan je sustav upravljanja kvalitetom u poduzeću Jadranski naftovod d.d. u kojemu se aktivno provode norme ISO 9001:2015 te ISO 29001:2010. Budući da je temeljna djelatnost poduzeća transport i skladištenje nafte i naftnih derivata, velika pozornost pridaje se upravljanju rizicima kako bi se u što većoj mjeri predvidjele i spriječile greške koje mogu imati katastrofalne posljedice. Postupak kontrole i praćenja kvalitete unutar poduzeća detaljnije je objašnjen radom. Obradeni su planovi kontrole kvalitete za pojedine dijelove spremnika čime se pokazalo da veliki dio procesa proizvodnje i montaže spremnika otpada na kontrolu kvalitete. Nakon obrađene velike količine podataka, daje se prijedlog upotrebe dijagrama toka za provođenje koraka kontrole kvalitete. Budući da je za kontrolu kvalitete potreban angažman velikog broja ljudi te je potrebno provesti veliki broj postupaka, dijagramom toka dobio bi se grafički prikaz slijeda potrebnih koraka kojime bi se povećala brzina izvođenja postupaka kontrole te omogućilo još bolje i jednostavnije dokumentiranje.

Sustav upravljanja kvalitetom donosi mnoge prednosti poduzeća ukoliko se ispravno i kontinuirano provodi. Prije svega, povećanjem kvalitete proizvoda ili usluge povećava se i zadovoljstvo kupaca i korisnika. Upravljanjem kvalitetom prate se i mjere pojedine značajke kako bi se osigurala konzistentnost među proizvodima i uslugama. Ovakav način upravljanja ne utječe samo na sektor kvalitete i proizvodnje, već na cijelo poduzeće budući da se promovira povezanost unutar i između sektora, a djelatnici se potiču na veći angažman čime se smanjuje neučinkovitost rada.

## LITERATURA

- [1] ISO Survey dostupno na: <https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=20719433&objAction=browse&viewType=1>
- [2] Nacionalno Vijeće za Konkurentnost: IMD godišnjak svjetske konkurentnosti 2020: Konkurentnost bez promjena, (2020.). Dostupno na: <http://konkurentnost.hr/imd-godisnjak-svjetske-konkurentnosti-2020-konkurentnost-bez-promjena/>
- [3] Chandrupatla, Tirupathi R.: *Quality and reliability in engineering*. New York: Cambridge University Press, 2009.
- [4] Nanda, V.: *Quality Management Handbook for Product Development Companies*. Boca Raton: CRC Press, 2005.
- [5] Norma EN ISO 9000:2015 *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*
- [6] Kvaliteta, Svijet kvalitete, 2012. Dostupno na: <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta> (pristup: rujan 2020.)
- [7] *Quality management principles*, ISO. Dostupno na: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100080.pdf> (pristup: rujan 2020.)
- [8] <https://asq.org/quality-resources/control-chart> (pristup: studeni 2020.)
- [9] <http://www.sixsigmatrainingfree.com/check-sheet.html> (pristup: studeni 2020.)
- [10] <https://www.hzn.hr/default.aspx?id=89> (pristup: rujan 2020.)
- [11] <https://www.iso.org/developing-standards.html> (pristup: listopad 2020.)
- [12] HRN EN ISO 9001:2015, Svijet kvalitete, 2016. Dostupno na: <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/norme-za-sustave/iso-9001> (pristup: listopad 2020.)
- [13] Norma EN ISO 9001:2015 *Quality management system – Requirements*
- [14] Mourougan S., Sethuraman K.: Understanding and Implementing Quality Management System. *Journal of Business and Management*, svibanj 2017., str. 41-51. Dostupno na: <https://pdfs.semanticscholar.org/1c84/0a1176bc5df456e6c83e350cd1103deb7866.pdf> (pristup: listopad 2020.)
- [15] Gaži-Pavelić K.: "PCDA: ISO 9001:2008 principi i zahtjevi u praksi" u *13. Hrvatska konferencija o kvaliteti*, Brijuni, 2013. Dostupno na:

- [16] The process approach in ISO 9001:2015. Dostupno na: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso9001-2015-process-appr.pdf> (pristup: listopad 2020.)
- [17] Norma EN ISO 9001:2020 *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Sector-specific quality management systems – Requirements for product and service supply organizations*
- [18] <https://janaf.hr> (pristup: rujan 2020.)
- [19] <https://www.total-croatia-news.com/business/35053-janaf> (pristup: rujan 2020.)
- [20] Poslovník integriranog sustava, Jadranski naftovod d.d., Zagreb, 2017.
- [21] Katalog zajedničkih postupaka, Jadranski naftovod d.d., Zagreb, 2017.
- [22] Model za izradu procjene rizika od katastrofa za područje jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, Hrvatska udruga kriznog menadžmenta. Dostupno na: <http://hukm.hr/wp-content/uploads/2016/07/procjena-rizika.pdf> (pristup: listopad 2020.)
- [23] S. Kralj, Š. Andrić: Osnove zavarivačkih i srodnih postupaka, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1992.
- [24] <https://www.arhitekti.hr/> (pristup: rujan 2020.)
- [25] I. Menđušić Diplomski rad: Elektrolučno zavarivanje, Sveučilišta J. J. Strossmayera, Odjel za fiziku, Osijek, 2011.
- [26] Kožuh. Z.: Predavanja iz kolegija Tehnologije II, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb
- [27] Kranjčević N.: Elementi strojeva, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2012.
- [28] [https://www.sfsb.hr/kth/zavar/tii/vr\\_spo.pdf](https://www.sfsb.hr/kth/zavar/tii/vr_spo.pdf) (pristup: studeni 2020.)
- [29] Gulan I.: Protupožarna tehnološka preventiva, Biblioteka Nading, Zagreb, 1997.
- [30] Jadranski naftovod d.d.
- [31] API STANDARD 650 *Welded Tanks for Oil Storage*, 2012. Dostupno na: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/api.650.2007.pdf> (pristup: studeni 2020.)
- [32] Portal struna <http://struna.ihjj.hr/naziv/voj/19028/> (pristup: studeni 2020.)
- [33] Narodne novine (1999.) Zakon o gradnji: Opće odredbe. Zagreb: Narodne novine d.d. Dostupno na: <http://www.propisi.hr/print.php?id=12761> (studeni 2020.)
- [34] American Society for Quality [ASQ]: *What is Quality Plan?* Dostupno na: <https://asq.org/quality-resources/quality-plans> (pristup: studeni 2020.)
- [35] Markučić D.: Metode nerazornih ispitivanja, Fakultet strojarstva i brodogradnje. Dostupno na: [https://www.fsb.unizg.hr/ndt/download/teh3\\_2003-04pred.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/ndt/download/teh3_2003-04pred.pdf) (pristup: studeni 2020.)

- [36] Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020.  
Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=52488> (pristup: studeni 2020.)
- [37] Certifikacijska shema atestacije postupka zavarivanja. Dostupno na: <https://www.koncar-institut.hr/wp-content/uploads/2018/11/Certifikacijska-shema-atestacije-postupka-zavarivanja.pdf> (pristup: studeni 2020.)
- [38] Horvat M., Bilić M., Kondić V.: Primjena REL zavarivanja u izradi čeličnih konstrukcija. Tehnički glasnik 7, 2(2013), str. 132-137



## **PRILOZI**

I. CD-R disc