

**MATERIJAL ZA PREDAVANJA IZ PREDMETA**

**OBEZBEĐENJE I  
KONTROLA KVALITETA  
ZAVARENIH SPOJEVA**

*handout – v.1.4*

*Kontrola kvaliteta zavarenih spojeva -  
uvodna razmatranja, značaj i ciljevi kontrole.  
Obezbeđenje kvaliteta zavarenih konstrukcija.*

*Praktična nastava:  
Rekapitulacija – osnovne vrste, elementi i  
oblici zavarenih spojeva.*

*Prof. Miloš Đukić*

**Beograd, 2017**

## 1. Pojam i značaj kvaliteta zavarenih konstrukcija

Tehnološki postupci zavarivanja se široko upotrebljavaju za izradu brojnih konstrukcija u mašinstvu. Zastupljenost zavarenih konstrukcija u različitim granama industrije je velika i praćena je stalnim unapređenjem postojećih i razvojem novih tehnologija zavarivanja.

Široka primena i kontinualni razvoj u oblasti zavarivanja istakao je u prvi plan značaj inženjera zaduženih za sprovođenje rastuće potrebe za obezbeđenjem i kontrolom kvaliteta zavarenih spojeva. Pored toga, savremeni tehno-ekonomski pristup u proizvodnji i potreba za stalnim snižavanjem troškova izrade zavarenih konstrukcija, nosi sa sobom tendenciju snižavanja stepena sigurnosti i korišćenje mnogo ekonomičnijih i manje konzervativnih pristupa u projektovanju zavarenih konstrukcija, što dodatno stavlja u prvi plan značaj kontrole kvaliteta u svim fazama. Međutim, učestali problemi sa zavarenim spojevima u gotovo svim industrijskim granama, kako tokom procesa izrade, tako i tokom eksploatacije (usled havarija i otkaza na zavarenim spojevima), i dalje su prisutni.

Kompanije koje naručuju izradu zavarenih konstrukcija (korisnici) prepoznale su značaj sistematskog obezbeđivanja kvaliteta koji je postao najčešće sastavni deo ugovornih obaveza.

Osnovni razlozi za insistiranje korisnika na dostavljanju garancija od strane proizvođača, vezanih za obezbeđivanje kvaliteta izvedenih zavarenih konstrukcija, sadrže u sebi najpre ekonomske motive i ogledaju se kroz sledeće činjenice:

- Ispitivanja zavarenih spojeva metodama sa i bez razaranja ne sprečavaju pojavu grešaka u zavarenim spojevima već samo mogu, ali i ne moraju, da spreče da se "defektan" zavareni spoj pusti u eksploataciju.
- Ispitivanja i kontrola kvaliteta ne mogu nadomestiti nepostojeći kvalitet zavarenog spoja koji mora biti "ugrađen" tokom projektovanja i izrade samog spoja.
- Troškovi izrade nekvalitetnog zavarenog spoja znatno su viši od izrade kvalitetnog, pri čemu reparacija fabrički izvedenih zavarenih spojeva nakon izrade, a posebno tokom eksploatacije, enormno povećava troškove i može ozbiljno ugroziti pouzdanost eksploatacije zavarenih konstrukcija.
- Troškovi otkaza tokom eksploatacije i neplaniranih zastoja u proizvodnji usled oštećenja i havarija na zavarenim konstrukcijama su veliki.
- Havarije na pojedinim zavarenim konstrukcijama mogu ozbiljno ugroziti sigurnost osoblja i izazvati zagađenje životne okoline.
- Reparacija oštećenih ili havarisanih zavarenih konstrukcija iziskuje dugo vreme.
- Reparaciju pojedinih oštećenih zavarenih konstrukcija, u zavisnosti od tipa konstrukcije i stepena oštećenja, nije moguće izvesti, već se mora naručiti, izraditi i ugraditi nova oprema.

Jasno je da zbog same prirode i složenosti postupka zavarivanja naručilac posla i budući korisnik zavarene konstrukcije moraju da obezbede striktnu kontrolu kvaliteta putem sprovođenja odgovarajućih mera i ispitivanja, kako pre prijema opreme, tako i tokom izrade i eksploatacije. Glavnu odgovornost za obezbeđenje kvaliteta zavarenih konstrukcija snosi proizvođač koji izrađuje zavarenu konstrukciju, a ne korisnik. Potvrda za ovu tvrdnju su rezultati analiza oštećenja i havarija na zavarenim konstrukcijama kod nas i u svetu koji su pokazali da najčešće razlozi za havariju nisu bili nepropisna eksploatacija, već jedan od sledećih **uzročnika - propusta u obezbeđenju i kontroli kvaliteta**, za koje je uglavnom odgovoran proizvođač:

- Ugovoreni zahtevi za kvalitetom (neodgovarajući, nejasni, nisu ispoštovani).
- Propusti u konstruisanju (konceptija, proračun i oblikovanje detalja).
- Materijal (neodgovarajući izbor i kvalitet materijala, greške materijala).
- Tehnologije zavarivanja i kontrola tokom zavarivanja (izbor tehnologije i parametara, izbor operacija, redosled, režimi, međufazna i završna kontrola).
- Sredstva rada (neispravni uređaji, alati, merni instrumenti...).
- Faktor čovek (propusti konstruktora, zavarivača, nadzora u kontroli kvaliteta...).
- Nepovoljni radni uslovi (temperatura, vetar, vlaga, prašina, osvetljenje).

Glavni podsticaj proizvođačima zavarenih konstrukcija da smanje obim grešaka i povećaju kvalitet zavarenih spojeva je snižavanje sopstvenih troškova proizvodnje, kao i očuvanje konkurentnosti i profesionalnog ugleda koji kada se jednom naruši vrlo ga je teško povratiti ("**dobar glas se čuje daleko, loš još dalje**"). Pored toga, što dostizanjem visokog kvaliteta proizvođač zadovoljava potrebe korisnika, on istovremeno obezbeđuje i da se ispoštuju dogovoreni rokovi za izradu zaverene konstrukcije, te na taj način izbegava dodatne troškove usled eventualnog prekoračenja rokova.

Da bi se uspešno sagledala vrlo složena problematika obezbeđenja kvaliteta zavarenih konstrukcija, neophodno je najpre razjasniti šta se podrazumeva pod pojmom kvalitetnog zavarenog spoja.

U standardima koji se odnose na zavarivanje, u domaćoj ali i svetskoj literaturi, postoji veliki broj različitih definicija pojma greške zavarenog spoja. U poglavlju koje se odnosi na greške zavarenih spojeva biće detaljno izvršena njihova analiza, i dat prikaz različitih tipova klasifikacije.

### *1.1. Greške zavarenih spojeva, pojam kvaliteta zavarenog spoja*

Prema standardu **SRPS EN ISO 6520-1** koji se odnosi na "Klasifikaciju geometrijskih nepravilnosti zavarenih spojeva" razlikujemo dva pojma: nepravilnost zavarenog spoja i grešku zavarenog spoja.

Pod pojmom **nepravilnog (nesavršenog) zavarenog spoja** podrazumeva se bilo koji vid odstupanja od idealnog zavarenog spoja.

S druge strane, pojam **greška zavarenog spoja** podrazumeva da zavareni spoj ima neprihvatljiv stepen nepravilnosti.

Pošto je izrada idealnog zavarenog spoja u praksi gotovo nemoguća, izvestan stepen različitih tipova i vrsta nepravilnosti se može i mora tolerisati, a da bi se nepravilnost okarakterisala kao greška zavarenog spoja, stepen nepravilnosti mora da bude dovoljno veliki, odnosno neprihvatljiv.

U praksi se najčešće radi pojednostavljenja upotrebljava samo pojam greške zavarenog spoja, pri čemu se greške, u zavisnosti od stepena nepravilnosti koji je određen graničnim dopuštenim vrednostima – kriterijumima prihvatljivosti, definisanim standardima, dele na: **prihvatljive i neprihvatljive greške**.

Ovde se po prvi put uvodi pojam **kriterijuma prihvatljivosti grešaka zavarenog spoja i granične dopuštene veličine greške**, o čemu će više reči biti u poglavlju koje se odnosi na kriterijume prihvatljivosti grešaka zavarenih spojeva i prateće standarde: **SRPS EN ISO 5817** (čelici) i **SRPS EN ISO 10042** (Al i legure) - "Kriterijumi prihvatljivosti grešaka zavarenih spojeva".

Jasno je da prisustvo grešaka uslovljava **kvalitet zavarenog spoja**, međutim, odsustvo nedozvoljenih (neprihvatljivih) grešaka u zavarenom spoju ne znači istovremeno i da je u potpunosti zadovoljen kvalitet zavarenog spoja sa aspekta njegove pouzdane eksploatacije tokom celoukupnog projektom predviđenog radnog veka zaverene konstrukcije.

Jedna od popularnih uopštenih definicija za **kvalitetan proizvod** je da je to onaj proizvod koji zadovoljava specificirane zahteve kvaliteta. Postoje različite definicije pojma kvaliteta.

**Definicije kvaliteta** koje se odnose samo na kvalitet gotovog proizvoda su mnogobrojne:

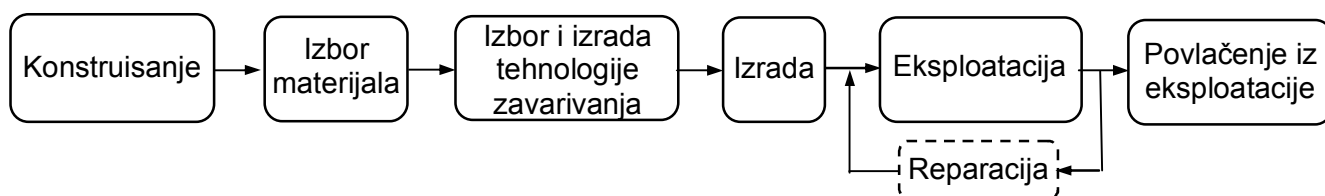
- standard koji kupac očekuje;
- upoznavanje sa kupčevim potrebama prvi i svaki put;
- snabdevanje kupaca proizvodima i uslugama koji dosledno ispunjavaju sve njihove potrebe i očekivanja;
- obavljanje prave stvari ispravno prvi put uvek težeći ka poboljšanju i uvek zadovoljavajući kupce;
- pogodnost za namenu ili korišćenje.

Međutim, navedene definicije kvaliteta proizvoda su ograničeno primenljive kod zavarenih konstrukcija, i to samo u slučaju da su zahtevi kvaliteta u potpunosti i ispravno specificirani pre izvođenja samog procesa zavarivanja. Ako se ima u vidu složenost zavarenih konstrukcija i najčešće veliki broj različitih zavarenih spojeva izvedenih različitim tehnologijama, kao i različiti materijali koji se koriste, kod pojedinih zavarenih konstrukcija, postaje jasno da pojednostavljene definicije kvaliteta, nisu primenljive kod zavarenih konstrukcija.

Feigenbaum po prvi put zastupa **koncept globalnog sistema kvaliteta**. Po ovom konceptu kontrola i planiranje kvaliteta se obavlja kroz sve faze životnog ciklusa proizvoda, od projektovanja, proizvodnje, marketinga do prodaje proizvoda i eksploatacije. Ovaj autor definiše kvalitet na sledeći način:

- kvalitet je celovit sklop karakteristika proizvoda ili usluga u projektovanju, proizvodnji marketingu i održavanju preko kojih će proizvod ili usluga pri korišćenju ispuniti očekivanja kupaca.

Pojam obezbeđenja i kontrole kvaliteta zavarenog spoja i sprečavanja nastajanja neprihvatljivih grešaka nerazdvojivo je povezan sa celokupnim **životnim ciklusom zavarene konstrukcije**, počev od projektovanja, pa sve do trenutka povlačenja iz eksploatacije, slika 1. Obezbeđenje kvaliteta se pre svega sprovodi od faze konstruisanja do faze izrade, dok se kontrola kvaliteta mora sprovoditi u svim fazama životnog ciklusa zavarenih konstrukcija. Kvalitet bilo kog proizvoda, pa i zavarenog spoja, kao što je već istaknuto, nikada se u potpunosti ne može ispitati, već on mora biti "ugrađen" u proizvod pre početka eksploatacije.



Slika 1. Životni ciklus zavarene konstrukcije

**Hronološka klasifikacija grešaka zavarenih spojeva**, uključuje sve tipove grešaka koji mogu da se jave na zavarenim konstrukcijama tokom njihovog celokupnog radnog veka od faze projektovanja, preko konstruisanja do eksploatacije, slika 2.

Prema hronološkoj klasifikaciji greške se dele na:

- konstrukcione greške,
- tehnološke greške,
- greške izrade,
- eksploatacione greške i
- greške reparacije.



Slika 2. Hronološka klasifikacija grešaka zavarenih spojeva

Sa aspekta korisnika zavarene konstrukcije zadovoljenje projektom specificiranih zahteva kvaliteta (definisanih standardom **SRPS EN ISO 3834/1-6** - "Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju topljenjem metalnih materijala" ili nekim drugim standardom), pri izradi zavarene konstrukcije, je najčešće potreban, ali ne i dovoljan uslov za obezbeđenje pouzdane eksploatacije tokom celokupnog projektom predviđenog radnog veka.

Imajući u vidu ovu činjenicu, i uvažavajući pre svega potrebe korisnika zavarene konstrukcije, definicija **kvalitetnog zavarenog spoja** je da je to bilo koji spoj koji u potpunosti obavlja svoju funkciju tokom celokupnog radnog veka.

Obezbeđenje kvaliteta zavarene konstrukcije i sprečavanje pojave grešaka na zavarenim spojevima koje su posledica procesa izrade, kao i grešaka koje nastaju tokom eksploatacije zahteva uvođenje sistema kvaliteta i upravljanje sistemom kvaliteta tokom celoukupnog životnog ciklusa zavarene konstrukcije.

**Obezbeđenje kvaliteta** predstavlja skup planiranih i sistemski sprovedenih aktivnosti u cilju obezbeđenja dovoljnog poverenja da će proizvod zadovoljiti specificirane zahteve za kvalitetom. Pojam obezbeđenja kvaliteta zavarenih spojeva se pre svega vezuje, kao što je već istaknuto, za prve četiri faze životnog ciklusa zavarene konstrukcije: konstruisanje, izbor materijala, definisanje tehnologije zavarivanja i izradu.

**Kontrola kvaliteta** predstavlja konkretne tehnike i aktivnosti koje se koriste u cilju ispunjenja specificiranih zahteva za kvalitetom. Kontrola kvaliteta se suštinski sprovodi tokom celoukupnog životnog ciklusa zavarene konstrukcije, pri čemu se nakon puštanja u eksploataciju u najvećoj meri akcenat stavlja na ispitivanja metodama sa i bez razaranja koja predstavljaju samo jednu od aktivnosti održavanja i kontrole kvaliteta. O metodama i tipovima kontrole kvaliteta više reči će biti u poglavlju koje se odnosi na kontrolu kvaliteta zavarenih spojeva.

Važno je istaći da visoko kvalitetna izrada zavarenog spoja ne može sprečiti pojavu grešaka koje su rezultat propusta u: konstruisanju, izboru osnovnog i dodatnog materijala (uključujući i njegov polazni kvalitet) i izboru tehnologije zavarivanja. Kao rezultat, ove greške se mogu pojaviti odmah nakon izrade zavarenih spojeva, kada ih je najčešće moguće detektovati ispitivanjima tokom završne kontrole, ili se mogu javiti kao znatno opasnije eksploatacione "skrivenne" greške, neposredno nakon puštanja u rad ili tokom eksploatacije zavarene konstrukcije kao "zakasnele" greške. Takođe, nepropisna eksploatacija uslovljava pojavu eksploatacionih grešaka na zavarenim spojevima koje mogu ugroziti pouzdanu eksploataciju, znatno pre isteka projektom predviđenog radnog veka zavarene konstrukcije.

Planirano i sistematizovano obezbeđenje i kontrolu kvaliteta neophodno je sprovesti od faze projektovanja, preko izbora materijala i tehnologije zavarivanja do izrade zavarene konstrukcije. Koordinacija u zavarivanju i nadzor, kako od strane proizvođača, tako i od strane korisnika, ima za cilj da osigura specificirani kvalitet svih zavarenih spojeva nakon izrade same konstrukcije.

Tokom eksploatacije takođe je neophodno, kao meru održavanja, izvoditi kontrolu kvaliteta putem periodičnog ispitivanja zavarenih spojeva sa ciljem:

- utvrđivanja stanja materijala, stepena mikrostrukturne degradacije i prisustva grešaka i oštećenja,
- planiranja i blagovremenog sprovođenja reparacija,
- sprečavanja pojave oštećenja i otkaza i
- obezbeđenja pouzdane eksploatacije tokom celoukupnog radnog veka zavarene konstrukcije.

Uvođenje savremenih koncepata održavanja zasnovanih na stanju opreme (koncepti održavanja usmerenog ka pouzdanosti i održavanja usmerenog ka riziku) obezbeđuje tehnološki optimizovano periodično ispitivanje stanja zavarene konstrukcije, smanjenje ukupnih troškova održavanja i visok nivo pouzdanosti u radu.

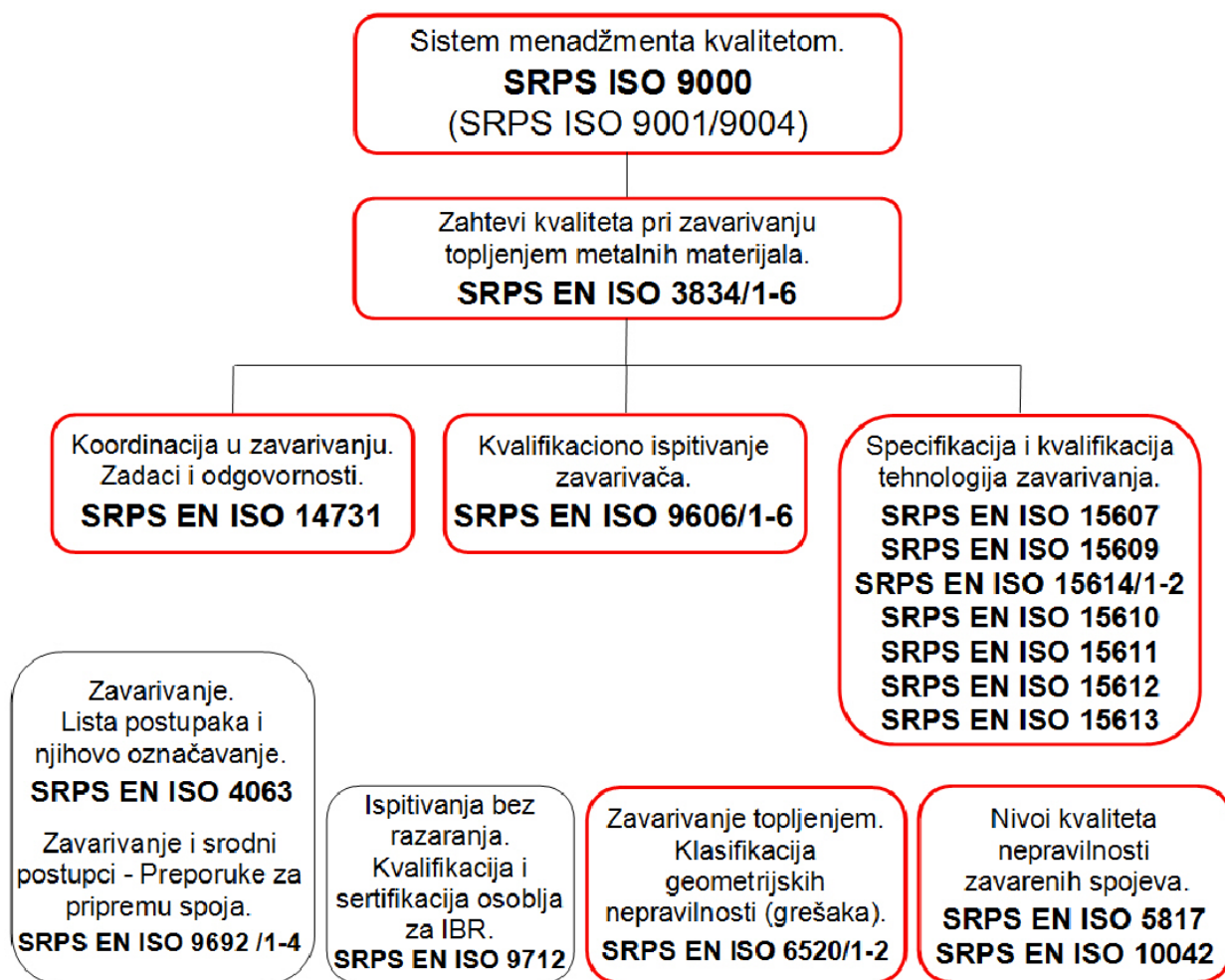
Kao zaključak može se istaći da uspešno upravljanje kvalitetom zavarenih konstrukcija tokom celog životnog ciklusa zahteva:

- Poštovanje standardom definisane regulative koja se odnosi na obezbeđivanje i kontrolu kvaliteta zavarenih konstrukcija tokom projektovanja, izrade i eksploatacije (reparacije).
- Tesnu saradnju između proizvođača i korisnika, posebno tokom konstruisanja i izrade zavarene konstrukcije.
- Primenu savremenih tehnika ispitivanja i mera održavanja tokom eksploatacije u cilju uspešnog praćenja i ispitivanja stanja, eksploatacione upotrebljivosti i preostalog radnog veka zavarenih konstrukcija (saradnja sa stručnjacima ekspertima iz odgovarajućih oblasti: metalurgije, korozije, ponašanja materijala u eksploataciji, procene preostalog radnog veka i strukturnog integriteta i dr.).

## 2. Obezbeđenje kvaliteta zavarenih konstrukcija

**Zahtevi kvaliteta** koji se odnose za zavarene konstrukcije definisani su nizom obavezujućih direktiva i standarda propisanih od strane međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) koja predstavlja svetsku federaciju nacionalnih institucija za standardizaciju (članica ISO). Pojedini standardi vezani za zavarivanje koji se primenjuju su iz kategorije evropskih standarda (EN). Domaći standardi iz ove oblasti su identični sa međunarodnim i evropskim standardima i u svojoj oznaci na početku imaju simbole nacionalnog standarda (**JUS**, u novije vreme od 1. januara 2006 – **SCS**, odnosno najnoviji **SRPS** – srpski standard).

Na slici 3 dat je prikaz osnovnih standarda koji regulišu **zahteve obezbeđenja kvaliteta** zavarenih konstrukcija. Takođe, posebni zahtevi kvaliteta mogu biti specificirani prilikom ugovaranja posla od strane naručioca (korisnika) zavarene konstrukcije.



Slika 3. Osnovni standardi koji se odnose na obezbeđenje kvaliteta zavarenih konstrukcija

Neprekidno poboljšanje kvaliteta organizacije koja izrađuje zavarene konstrukcije, procesa/proizvoda/usluge i osoblja i smanjivanje troškova poslovanja predstavljaju dva osnovna uslova opstanka svake organizacije u ambijentu tržišne privrede i izražene konkurencije.

**Konkurentska sposobnost** se uglavnom meri preko kvaliteta proizvoda/usluge, cene i roka isporuke. Merenje ukupnih troškova i troškova kvaliteta pokazuje da poboljšanjem kvaliteta, usled smanjenja troškova nekvaliteta (škarta, gubitaka, dorada, loše organizacije posla, itd.) i troškova kontrolisanja, ukupni troškovi proizvodnje opadaju a cena samog proizvoda se smanjuje.

Rašireno je verovanje da se za postizanje specificiranog-zahtevanog kvaliteta mora mnogo proveravati, kontrolisati i meriti. Navedeni problem usko je povezan sa izborom **strategije kvaliteta organizacije**. Strategije kvaliteta mogu biti strategija detekcije i strategija prevencije.

**Strategija detekcije** proizvoda podrazumeva kontrolu gotovog proizvoda pre nego što stigne do kupca. U tom slučaju, na osnovu rezultata sprovedenih ispitivanja, proizvodi se sortiraju na ispravne i neispravne, što povećava cenu proizvoda jer kontrola kvaliteta poskupljuje proizvod.

**Strategija prevencije** podrazumeva da se pre projektovanja proizvoda i procesa, od stvaranja ideje za uvođenjem novog proizvoda, definiše početni kvalitet svih ulaznih i izlaznih elemenata procesa proizvodnje i putanja kretanja nivoa kvaliteta procesa, što dovodi do izvrsnih poslovnih rezultata visoke konkurentnosti i "poslovnog savršenstva" organizacije.

U opšteprihvaćenim definicijama standarda istaknut je značaj i cilj standardizacije. Definicija standardizacije prema međunarodnoj organizacija za standardizaciju (ISO) glasi: *"Standardizacija je proces utvrđivanja i primene određenih pravila sa ciljem sređivanja i regulisanja aktivnosti u datoj oblasti, u korist i uz učešće svih zainteresovanih strana, a naročito radi ostvarenja sveopšte i optimalne uštede, uzimajući u obzir funkcionalnu namenu i zahteve tehničke bezbednosti"*.

### *2.1. Osnovni principi upravljanja (menadžmenta) kvalitetom*

Osnovni tipovi standarda prema predmetu standardizacije, do uvođenja ISO standarda, uglavnom su se odnosili na standardizaciju kvaliteta ulaznih resursa i gotovih proizvoda. Međutim, narasli problemi na relaciji proizvođač-korisnik istakli su potrebu za međunarodnom saradnjom u definisanju standarda u oblasti uređenja sistema kvaliteta, kako bi se postiglo uzajamno priznavanje sistema osiguranja kvaliteta. Tako se, pored testiranja ulaznih resursa i samog proizvoda, ispituje i ocenjuje sposobnost proizvođača da proizvede propisani proizvod.

Standardi familije ISO 9000 predviđeni su kao pomoć organizacijama svih vrsta i veličina da primenjuju i sprovode efektivne sisteme menadžmenta kvalitetom i olakšavaju uzajamno razumevanje u nacionalnoj i međunarodnoj trgovini. Familija SRPS ISO 9000 standarda sastoje se iz tri standarda i to:

- **SRPS ISO 9000 - Sistem menadžmenta kvalitetom - Osnove i rečnik:** opisuje osnovne pojmove koji se odnose na kvalitet i utvrđuje terminologiju sistema menadžmenta kvalitetom (SMK).
- **SRPS ISO 9001 - Sistemi menadžmenta kvalitetom - Zahtevi:** opisuje kvalitet u projektovanju/razvoju, proizvodnji, ugradnji i servisiranju i specificira zahteve koji se odnose na sisteme menadžmenta kvalitetom, koji se koriste tamo gde je potrebno da se prikaže sposobnost organizacije da isporučuje (proizvodi) proizvode koji zadovoljavaju korisnike.
- **SRPS ISO 9004 - Sistemi menadžmenta kvalitetom - Rukovođenje sa ciljem ostvarivanja održivog uspeha organizacije:** pruža uputstvo za podršku organizacijama za postizanje održivog uspeha u kompleksnom, zahtevnom i promenljivom okruženju. Ovaj standard daje uputstvo koje se odnosi na efektivnost i na efikasnost sistema menadžmenta kvalitetom i ima za cilj unapređenje performansi organizacije i poboljšavanje zadovoljenja korisnika i ostalih zainteresovanih strana.

Pri vođenju organizacije, u cilju poboljšanja performansi, najviše rukovodstvo može da koristi **osam osnovnih principa menadžmenta kvalitetom** i to:

- **Usmeravanje na korisnike:** organizacije zavise od svojih korisnika, one treba da razumeju aktuelne i buduće potrebe, da ispune zahteve i da pruže više od onoga što korisnici očekuju.
- **Liderstvo:** lideri uspostavljaju jedinstvo ciljeva i vođenja organizacije, stvaraju i održavaju interno okruženje u kojem osoblje može u potpunosti da učestvuje u ostvarivanju ciljeva organizacije.
- **Uključivanje osoblja:** osoblje na svim nivoima čini suštinski deo jedne organizacije i njihovo puno uključivanje omogućava da se iskoriste njihove sposobnosti za ostvarivanje dobrobiti organizacije.
- **Procesni pristup:** željeni rezultat se može efikasnije postići ako se menadžment odgovarajućim aktivnostima i resursima ostvaruje kao proces.
- **Sistemski pristup menadžmentu:** Identifikovanje i razumevanje nekog sistema međusobno povezanih procesa i menadžmenta tim sistemom doprinosi efektivnosti i efikasnosti organizacije u ostvarivanju njenih ciljeva.
- **Stalna poboljšanja:** stalna poboljšanja ukupnih performansi organizacije predstavljaju stalni cilj.
- **Odlučivanje na osnovu činjenica:** efektivne odluke zasnivaju se na analizi podataka i informacija.
- **Uzajamno korisni odnosi sa isporučiocima:** organizacija i njeni isporučioци su nezavisni, pa uzajamno korisni odnosi povećavaju sposobnost i jednih i drugih da stvaraju vrednosti.

## 2.2. Principi sistema upravljanja (menadžmenta) kvalitetom

Kvalitet je u suštini globalni transformacioni proces u kome je broj zemalja, broj preduzeća i broj subjekata javnog i privrednog života, koji započinju procese unapređenja sistema kvaliteta, u stalnom porastu. Ovaj proces se u većini zemalja razvija pod velikom pažnjom i sponzorstvom države i u suštini donosi novi odnos prema okolini, kupcima a naročito prema radu.

Familija standarda ISO 9000 podstiče usvajanje procesnog pristupa koji dovodi do povećanja efektivnosti i efikasnosti sistema kvaliteta i povećanja satisfakcije svih zainteresovanih strana.

**Sistem Menadžmenta Kvalitetom (SMK)** je transformacioni proces i mnoga preduzeća i države u njemu vide šansu da se poveća konkurentnost i uključe se u svetske integracione procese. Sistem menadžmenta kvalitetom (QMS – Quality Management System) mora biti održavan i efikasan, a za to je potrebno da bude dokumentovan, što znači da procesi, resursi, bitne aktivnosti i njihovi rezultati moraju biti unapred definisani, praćeni i opisani i/ili zapisani. Dokumentacija je piramidalna i čine je:

- a) dokumentovane izjave o politici kvaliteta i ciljevima kvaliteta;
- b) poslovnik o kvalitetu;
- c) dokumentovane procedure koje se zahtevaju standardom;
- d) dokumenti potrebni organizaciji da bi osigurala efektivno planiranje i izvođenje svojih procesa, kao i upravljanje tim procesima, i
- e) zapisi o kvalitetu koji se zahtevaju standardom.

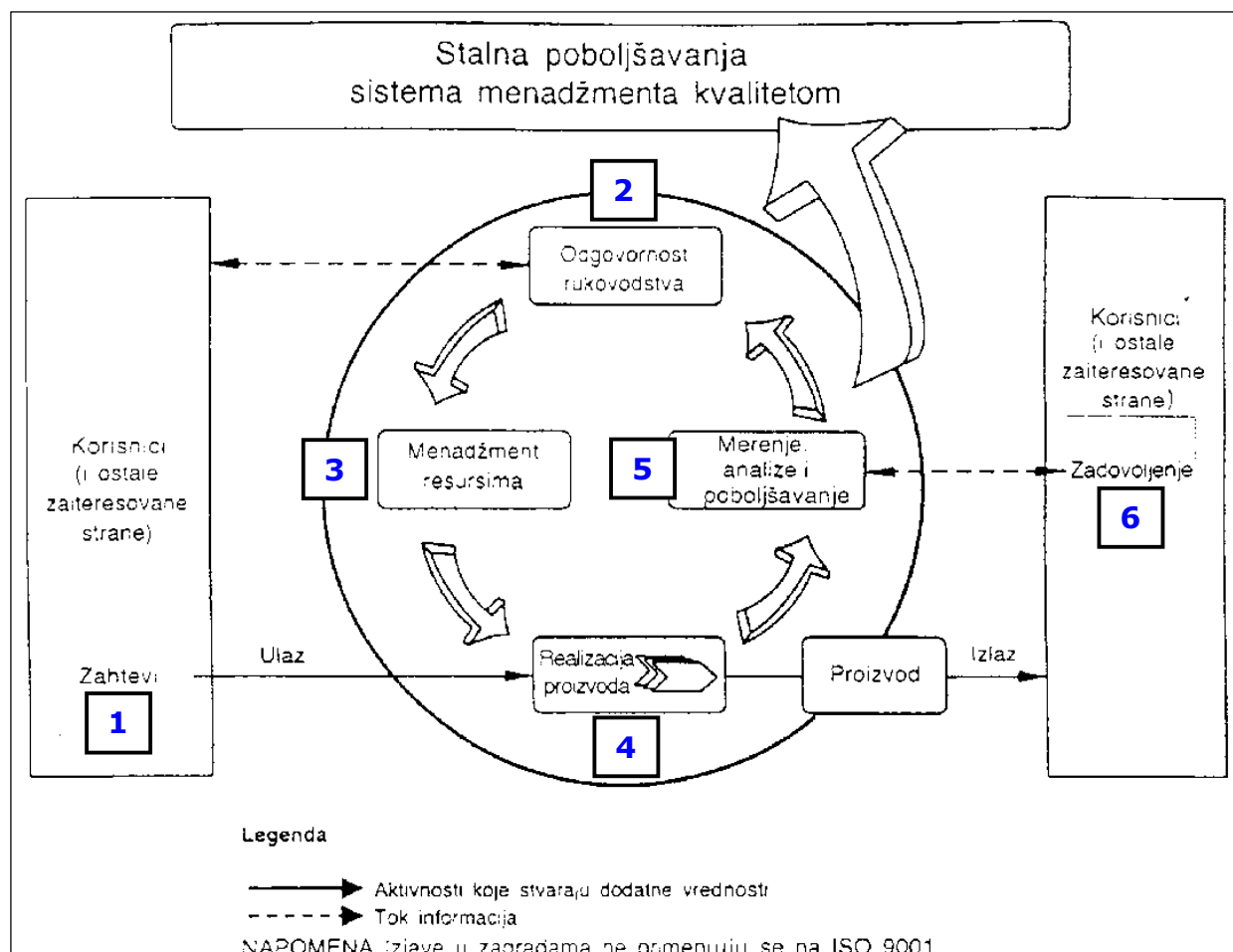
Zahtevi za SMK definisani su standardom SRPS ISO 9001. Usvajanje sistema menadžmenta kvalitetom treba da bude strateška odluka organizacije. Opšti zahtevi familije ISO 9000 standarda odnose se na obavezu organizacije da mora da uspostavi, dokumentuje, primenjuje i održava SMK i da stalno poboljšava njegovu efektivnost i efikasnost, na način da:

- identifikuje procese neophodne za funkcionisanje SMK i da ih primenjuje u celoj organizaciji,
- odredi redosled i međusobno delovanje svih procesa,
- osigura resurse neophodne za podršku sistemu/procesima,
- prati sistem/procese/proizvode, meri i analizira njihove performanse i



- primenjuje mere potrebne za ostvarivanje planiranih rezultata i poboljšanje karakteristika sistema/procesa/proizvoda i zaposlenog osoblja.

Projektovanje i realizacija SMK u organizaciji zavise od raznih potreba, zadatih ciljeva, proizvoda koji se isporučuju, procesa koji se koriste i veličine i strukture same organizacije. Međunarodni standard SRPS ISO 9001 nema za cilj da nametne uniformnost u strukturi sistema menadžmenta kvalitetom niti uniformnost dokumentacije.



Slika 4. Model sistema menadžmenta kvalitetom (SMK) zasnovanog na procesima

**Model SMK zasnovan na procesima**, opisan u familiji standarda SRPS ISO 9000, ilustrovan je na slici 4. Prikazan model ne daje procese na nivou detalja. SMK zasnovan na procesima, koji ima za cilj izradu kvalitetnog proizvoda, polazeći od zahteva za stalnim poboljšanjem, bazira se na četiri osnovna procesa:

- utvrđivanju odgovornosti rukovodstva,
- menadžmentu resursima,
- realizaciji proizvoda i definisanju procesa i
- merenju, analizi i stalnom poboljšanju procesa.

Sistem menadžmenta kvalitetom podrazumeva angažovanje svih zaposlenih a, shodno pravilu da ovlašćenja i odgovornosti moraju biti proporcionalni, odgovornost za (ne)uspešnost SMK je na vrhovnom rukovodstvu. Ono kreira i poslovnu politiku i politiku kvaliteta, definiše ciljeve kvaliteta, obezbeđuje resurse za njihovo sprovođenje i kontroliše njihovo ispunjenje.

U okviru procesa **odgovornost rukovodstva**, rukovodstvo definiše odgovornost i ovlašćenja i imenuje člana ovlašćenog i odgovornog za održavanje SMK, i u skladu sa svim navedenim preispituje u određenim intervalima da li sistem menadžmenta postoji, da li se primenjuje, da li odgovara postojećoj dokumentaciji, da li je efektivan i koliko je efikasan.

**Menadžment resursima** uključuje upravljanje resursima kao što su: ljudski resursi, infrastruktura i radna sredina jer oni znatno utiču na ostvareni kvalitet, a o njima se u slabije razvijenim društvima gotovo i ne misli. Kad je reč o ljudskim resursima, zahteva se da osoblje bude osposobljeno za namenjen posao, da ima adekvatno obrazovanje, znanje, obuku i praksu. Menadžment resursima podrazumeva i definisanje, obezbeđenje i održavanje infrastrukture što može biti: radni prostor sa pripadajućom opremom, procesna oprema (hardver i softver), usluge podrške i sve ono što je potrebno za postizanje usaglašenosti sa zahtevima za proizvod (svakako i materijal). Radna sredina i udobnost zaposlenih je bitan element za obezbeđenje kvaliteta.

**Realizacija proizvoda** je cilj i svrha rada organizacije, stoga je ovo ključni zahtev (proces) SMK. Procese potrebne za realizaciju proizvoda organizacija mora unapred da brižljivo planira i razvija u skladu sa ostalim procesima SMK, pri čemu mora da utvrdi: zahteve za proizvod, resurse i dokumente, zahtevana praćenja, merenja, kontrolisanja, ispitivanja, zahtevane verifikacije, validacije i potrebne zapise.

**Merenja, analize i poboljšanja** su veoma zavisni od vrste delatnosti. Oprema za merenje, vrste i učestalost merenja, način praćenja, vrste analiza, kontrolisanja, ispitivanja, ocene usaglašenosti, uključujući i potrebe za ispravkama i ponovnim merenjima i usaglašavanjima, toliko su različiti za različite delatnosti da je nemoguće opisati ih jednim standardom. Ono što se može propisati jeste da je obavezno unapred planirati i definisati koja su merenja, analize, kontrolisanja, ispitivanja i usaglašavanja potrebni, sprovesti ih u definisanim fazama i intervalima i imati zapise o svim aktivnostima zajedno sa rezultatima. Takođe, obavezno je da oprema bude održavana i da neusaglašenost proizvoda bude otklonjena primenom tzv. korektivnih mera.

Korisnici imaju značajnu ulogu u obezbeđivanju ulaznih elemenata, **zahteva korisnika**, neophodnih za realizaciju proizvoda i organizaciju procesa u okviru SMK proizvođača. Tok informacija se uspostavlja između proizvođača i korisnika. Veoma je važno da se ostvari dobra komunikacija sa korisnikom u vreme ugovaranja i realizacije proizvoda.

U zahteve za proizvod spadaju zahtevi koje je specificirao sam korisnik ili kupac, zahtevi koje nije specificirao kupac ali se podrazumevaju, jer su neophodni za nameravanu upotrebu, zahtevi koje nameću tehnički standardi i normativi i svi dodatni zahtevi. Svi zahtevi moraju da se identifikuju, utvrde i preispitaju pre nego što se pristupi proizvodnji, zbog toga što se mora unapred znati da li organizacija može da realizuje traženi proizvod. Zahtevi moraju biti dokumentovani, a ako dođe do izmene zahteva moraju se izmeniti svi dokumenti koji su u vezi sa tom izmenom. Ovo je karakterističan slučaj kod mašinskih i građevinskih objekata gde investitor može u toku gradnje da menja mnoge zahteve u pogledu kvaliteta, karakteristika pa čak i namenu objekta.

Takođe, praćenje **zadovoljenja korisnika** zahteva vrednovanje informacija koje se odnose na zapažanja korisnika proizvoda o tome do koje mere su ispunjene njihove potrebe i očekivanja. Organizacija koja proizvodi mora da sakuplja i analizira informacije o zapažanju korisnika, o tome u kojoj je meri ispunila njegove zahteve. Proizvođač, u zavisnosti od svojih potreba, treba da utvrdi metode za dobijanje podataka i informacija. Izvori informacija i merila zadovoljstva korisnika su: reklamacije/žalbe, podaci dobijeni direktnom ili indirektnom komunikacijom sa kupcima/korisnicima usluge, ankete, izveštaji o realizaciji, izveštaji različitih medija, knjiga utisaka i sl.

**Potreba za stalnim poboljšanjem SMK** ukazuje na činjenicu da model zasnovan na procesima nije statičan i da se mora usavršavati. Organizacija koja proizvodi mora kontinuirano, iterativnim postupcima da poboljšava efektivnost i efikasnost SMK, korišćenjem politike kvaliteta, definisanjem i stalnim preispitivanjem ciljeva kvaliteta i svih ostalih ciljeva poslovanja, korišćenjem rezultata eksternih i internih provera, analize podataka i informacija, definisanjem korektivnih i preventivnih mera i preispitivanjem svega navedenog od strane rukovodstva.

Konkretno kritične mere i aktivnosti, koje se odnose na zahteve/zadovoljenje korisnika i na pojedine procese (odgovornosti rukovodstva, menadžment resursima, realizacija proizvoda i merenja, analiza i poboljšanja), prilikom sprovođenja SMK zasnovanog na procesnom principu, primenjenog tokom izrade jedne tipične zavarene konstrukcije, prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1: Mere i aktivnosti SMK zasnovanog na procesima pri izradi zavarene konstrukcije

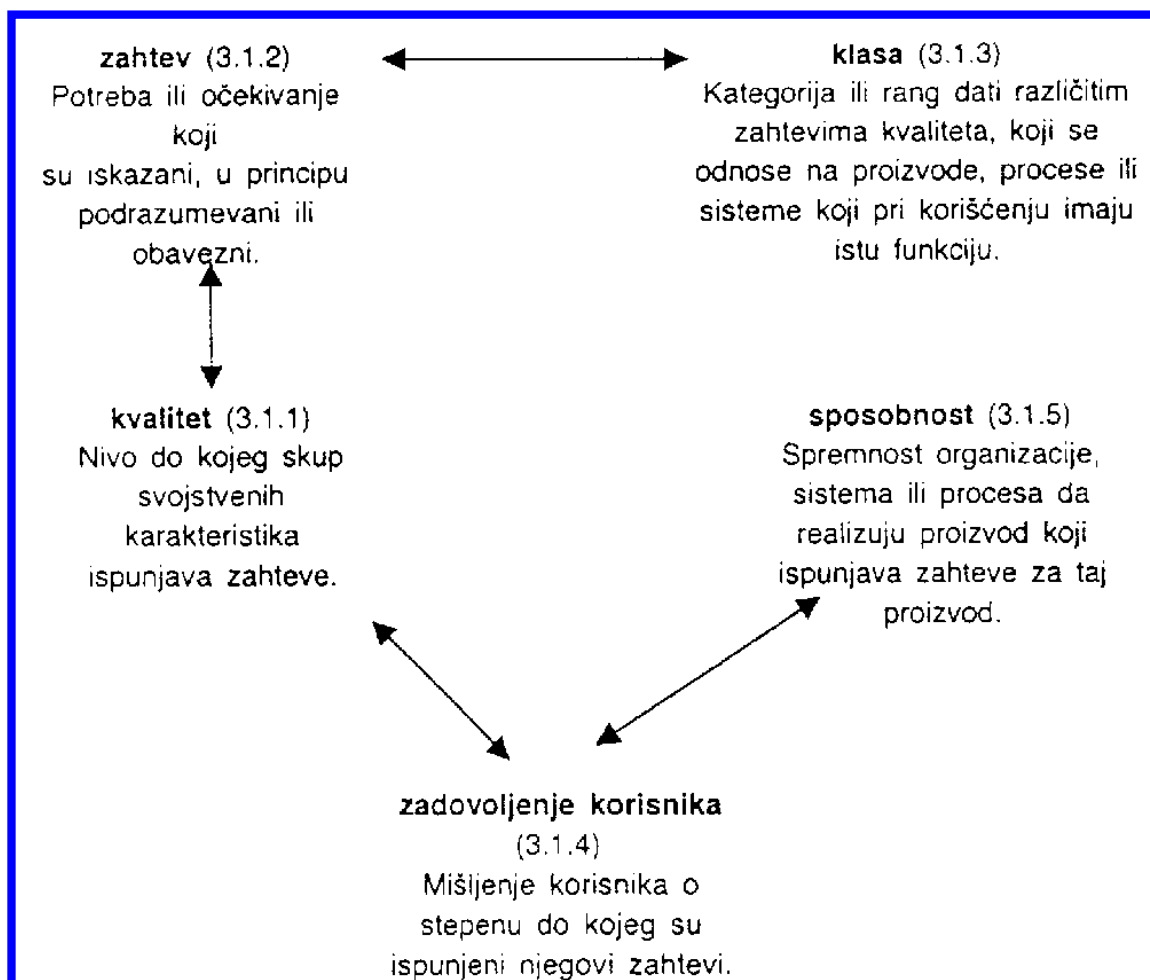
Zahtevi i procesi SMK		Kritične mere i aktivnosti
1	Zahtevi korisnika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Specifikacije korisnika.</li> <li>• Obavezujući standardi u proizvodnji.</li> <li>• Regulatorni zahtevi i standardi.</li> <li>• Inženjerski crteži.</li> <li>• Materijali.</li> <li>• Ugovorni zahtevi.</li> </ul>
2	Odgovornosti rukovodstva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Određivanje stručnog osoblja za koordinaciju pri zavarivanju.</li> <li>• Praćenje i kontrola procesa menadžmenta kvalitetom u izradi zavarenih spojeva.</li> <li>• Primena aktivnosti u cilju rešavanja problema i unapređenja procesa menadžmenta kvalitetom.</li> </ul>
3	Menadžment resursima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinacija u zavarivanju i izbor odgovarajuće tehnologije zavarivanja.</li> <li>• Kvalifikacija tehnologija zavarivanja.</li> <li>• Trening i obuka zavarivača (uverenja o stručnoj osposobljenosti zavarivača).</li> <li>• Obezbeđenje zavarivačke opreme, prateće opreme i potrošnih materijala za zavarivanje.</li> <li>• Planiranje i sprovođenje pripremni aktivnosti pre početka procesa zavarivanja.</li> </ul>
4	Realizacija proizvoda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrola procesa zavarivanja.</li> <li>• Međufazna i završna ispitivanja i inspekcija.</li> <li>• Popravka i reparaturno zavarivanje.</li> <li>• Sprovođenje naknadne termičke obrade i ostalih neohodnih aktivnosti.</li> <li>• Finalizacija procesa proizvodnje.</li> </ul>
5	Merenja, analize i poboljšanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ispitivanje zavarenih spojeva metodama bez razaranja.</li> <li>• Korekcija neusaglašenosti i propusta u zavarivanju.</li> <li>• Analiza grešaka zavarenih spojeva i definisanje predloga korektivnih mera.</li> <li>• Unapređenje procesa zavarivanja i njegove efikasnosti.</li> <li>• Provera ispunjena zahteva prema ISO 3834.</li> </ul>
6	Zadovoljenje korisnika	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izrada zavarene konstrukcije koja zadovoljava potrebe korisnika.</li> </ul>

### 2.3. Termini i definicije koji se odnose na sisteme menadžmenta kvalitetom

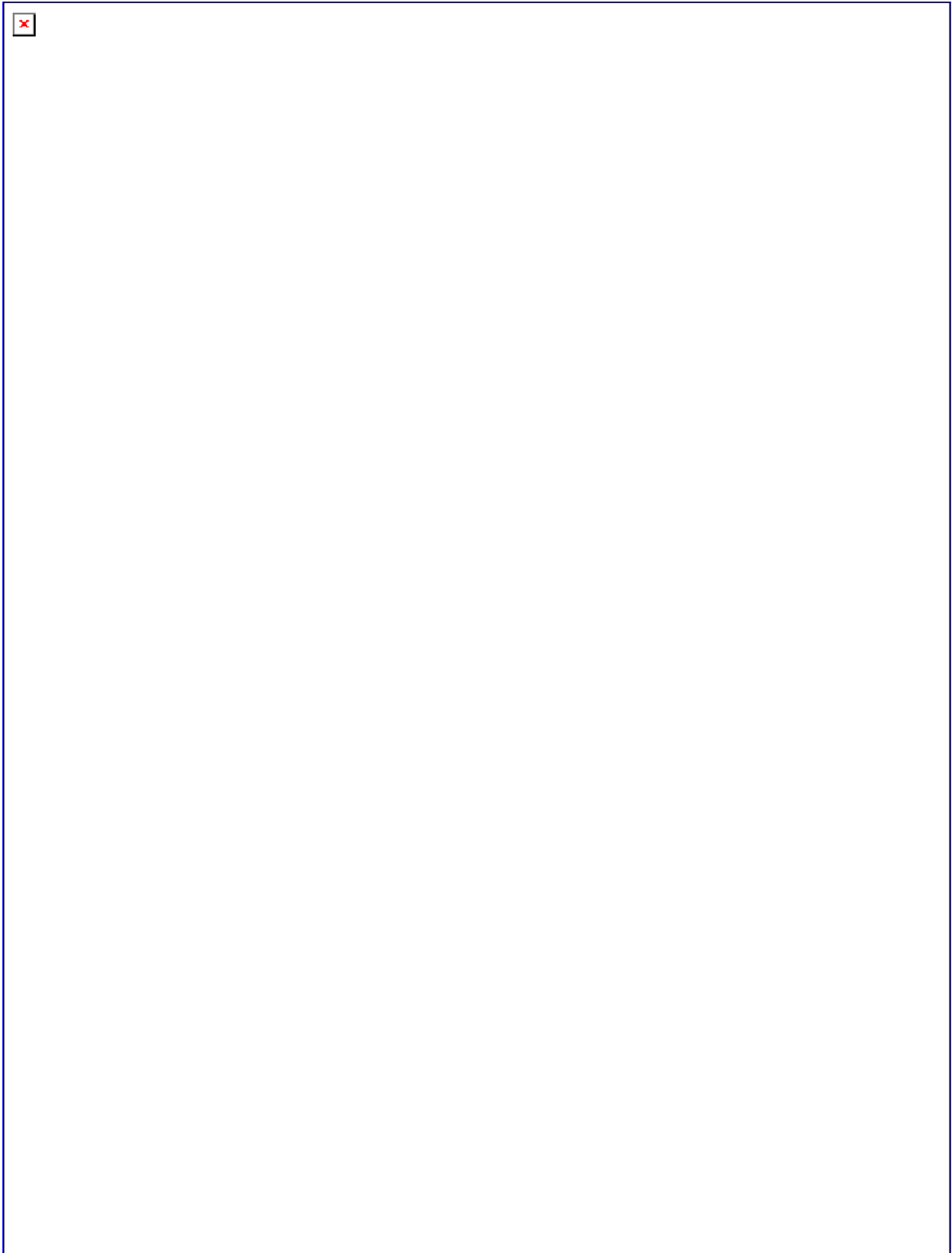
U standardu SRPS ISO 9000 dati su termini i definicije za sistem menadžmenta kvalitetom (SMK). Termini sa definicijama su složeni po grupama, s tim što postoje grupe koje se odnose na:

- Kvalitet, sl. 5
- Menadžment, sl. 6
- Organizaciju, sl. 7
- Proces i proizvod, sl. 8
- Karakteristike, sl. 9
- Usaglašenost, sl. 10
- Dokumentaciju, sl. 11
- Ispitivanje, sl. 12
- Proveru, sl. 13
- Obezbeđenje kvaliteta mernih procesa, sl. 14

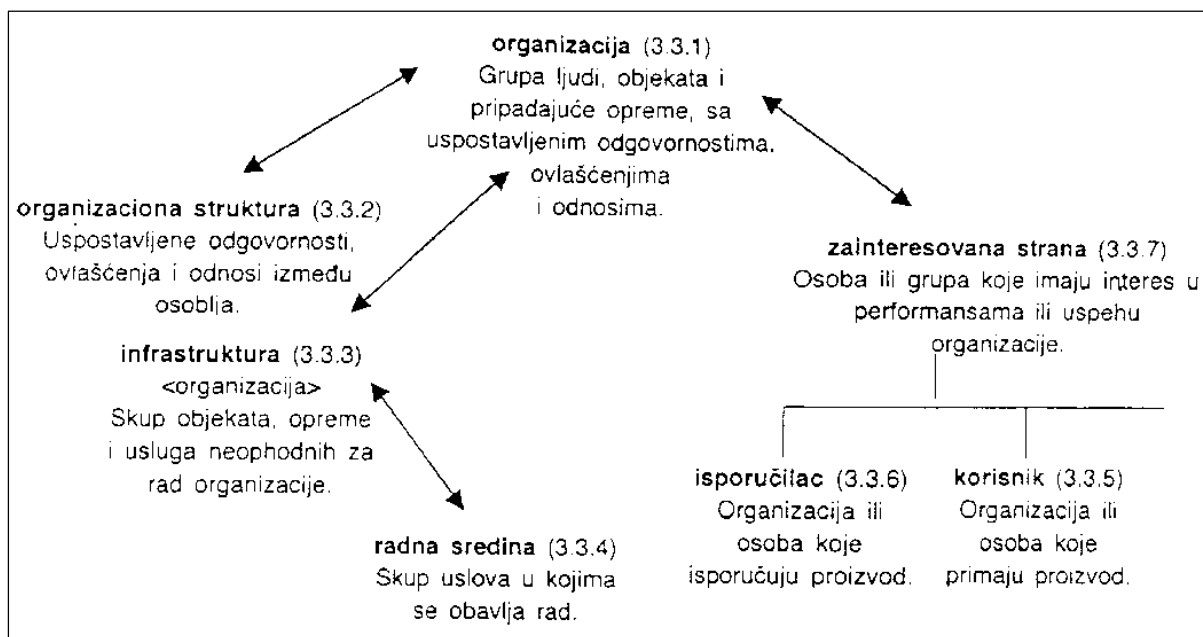
Na slikama 5-14. su prikazani dijagrami sa definicijom pojmova za pojedine grupe.



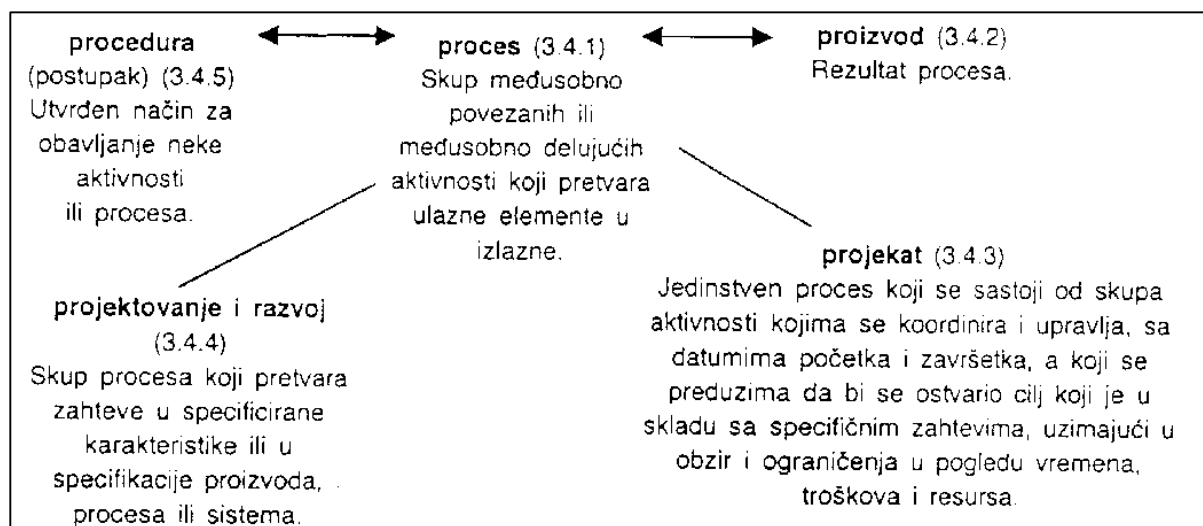
Slika 5. Pojmovi koji se odnose na kvalitet



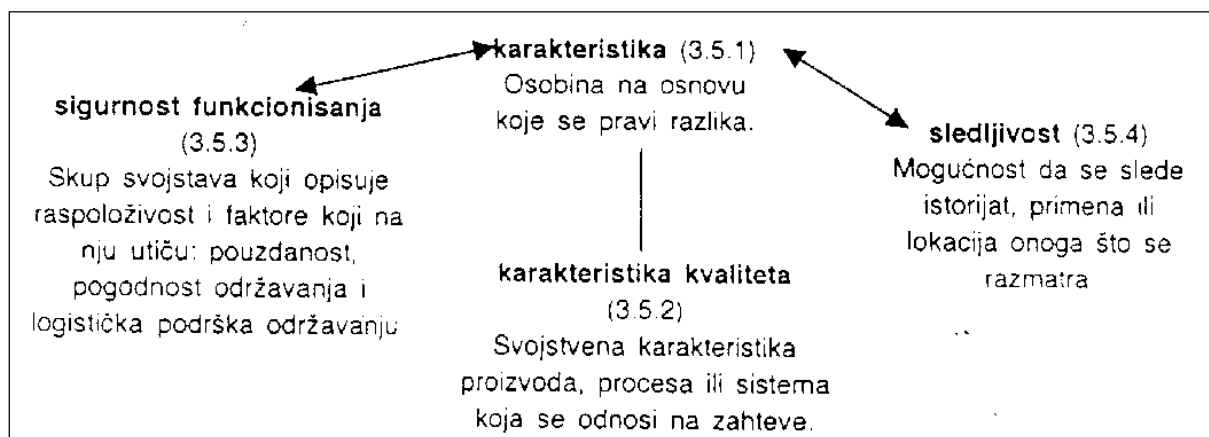
Slika 6. Pojmovi koji se odnose na menadžment



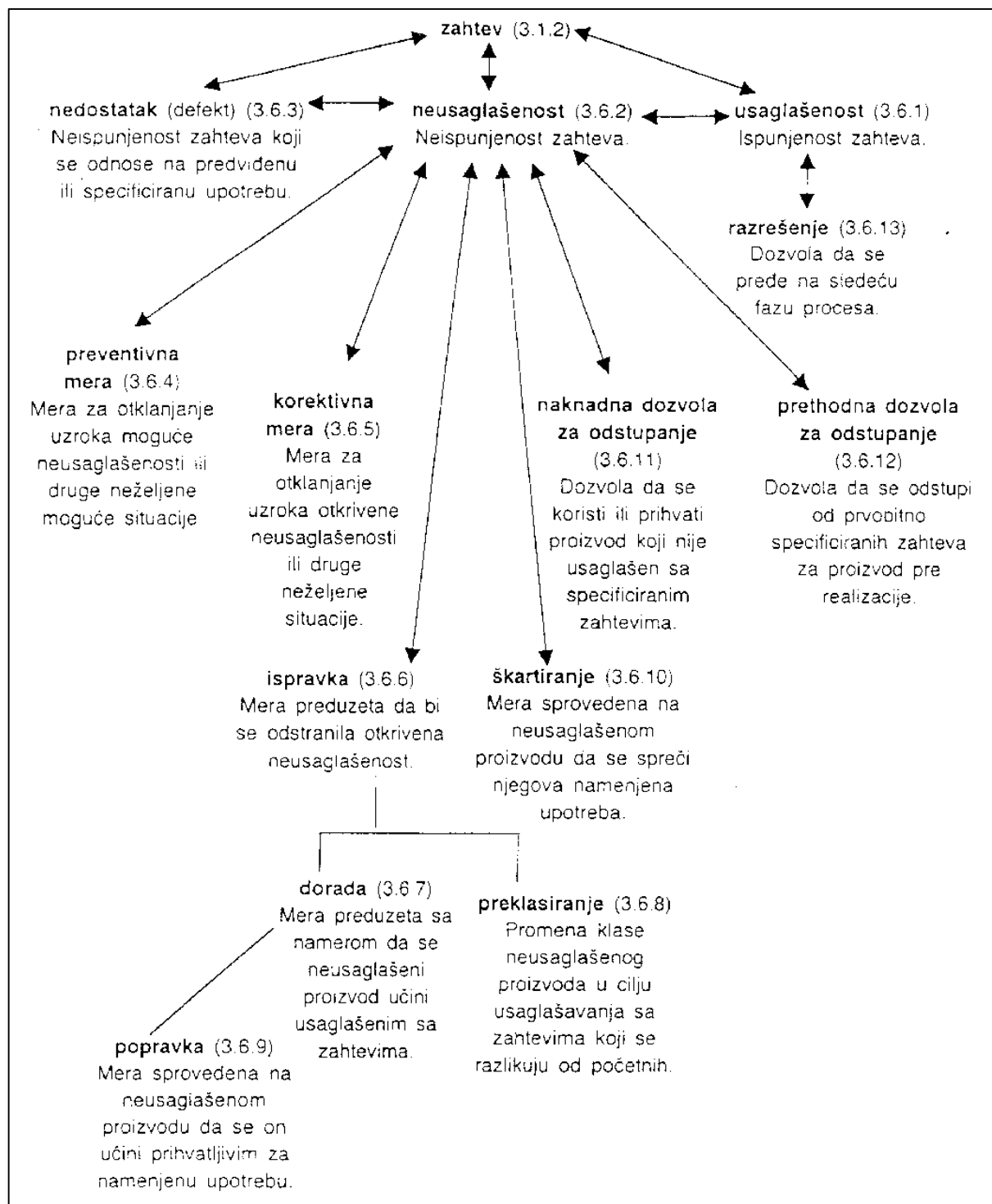
Slika 7. Pojmovi koji se odnose na organizaciju



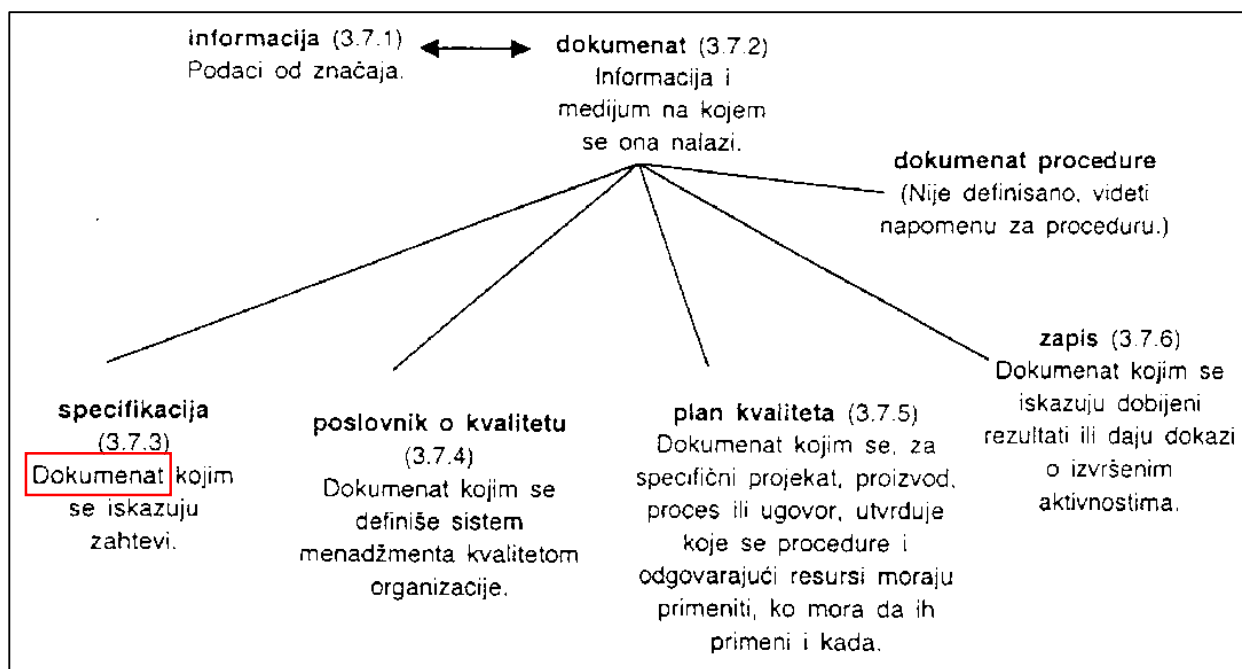
Slika 8. Pojmovi koji se odnose na proces i proizvod



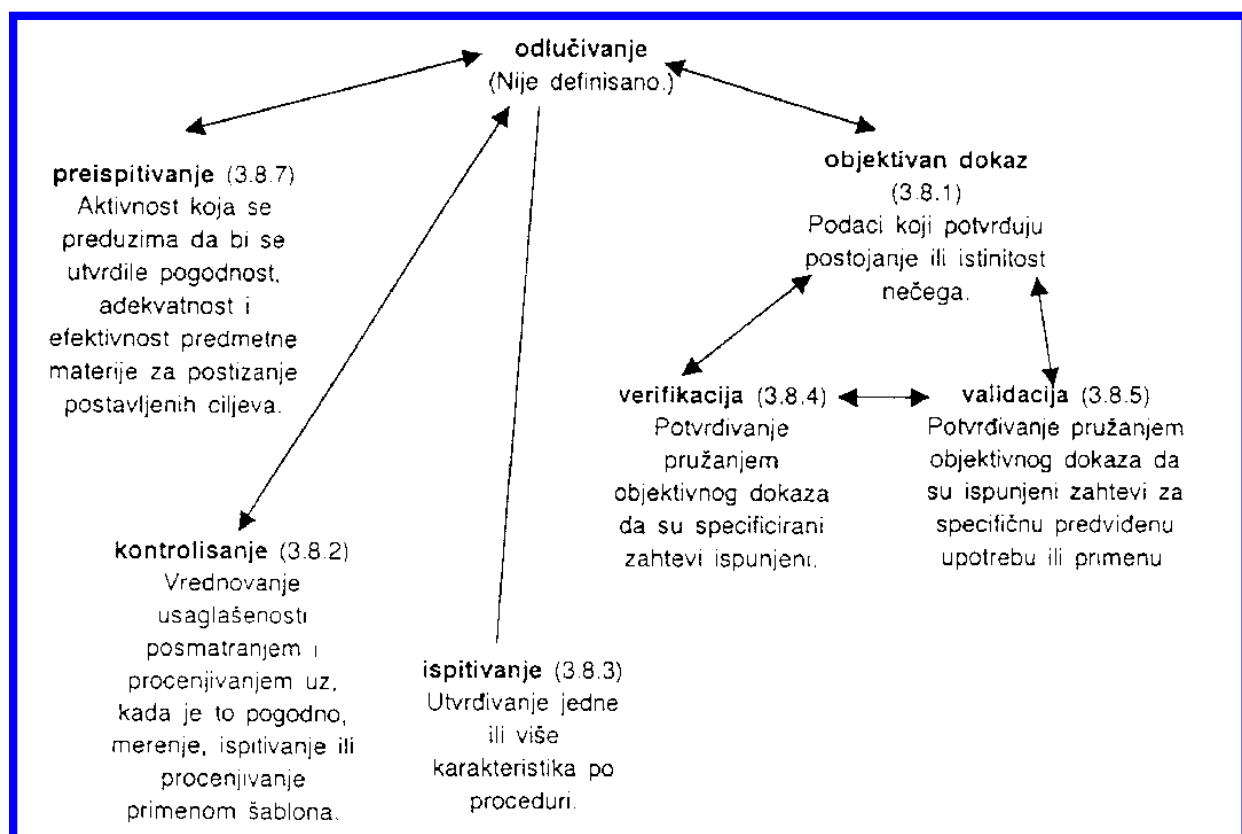
Slika 9. Pojmovi koji se odnose na karakteristike



Slika 10. Pojmovi koji se odnose na usaglašenost

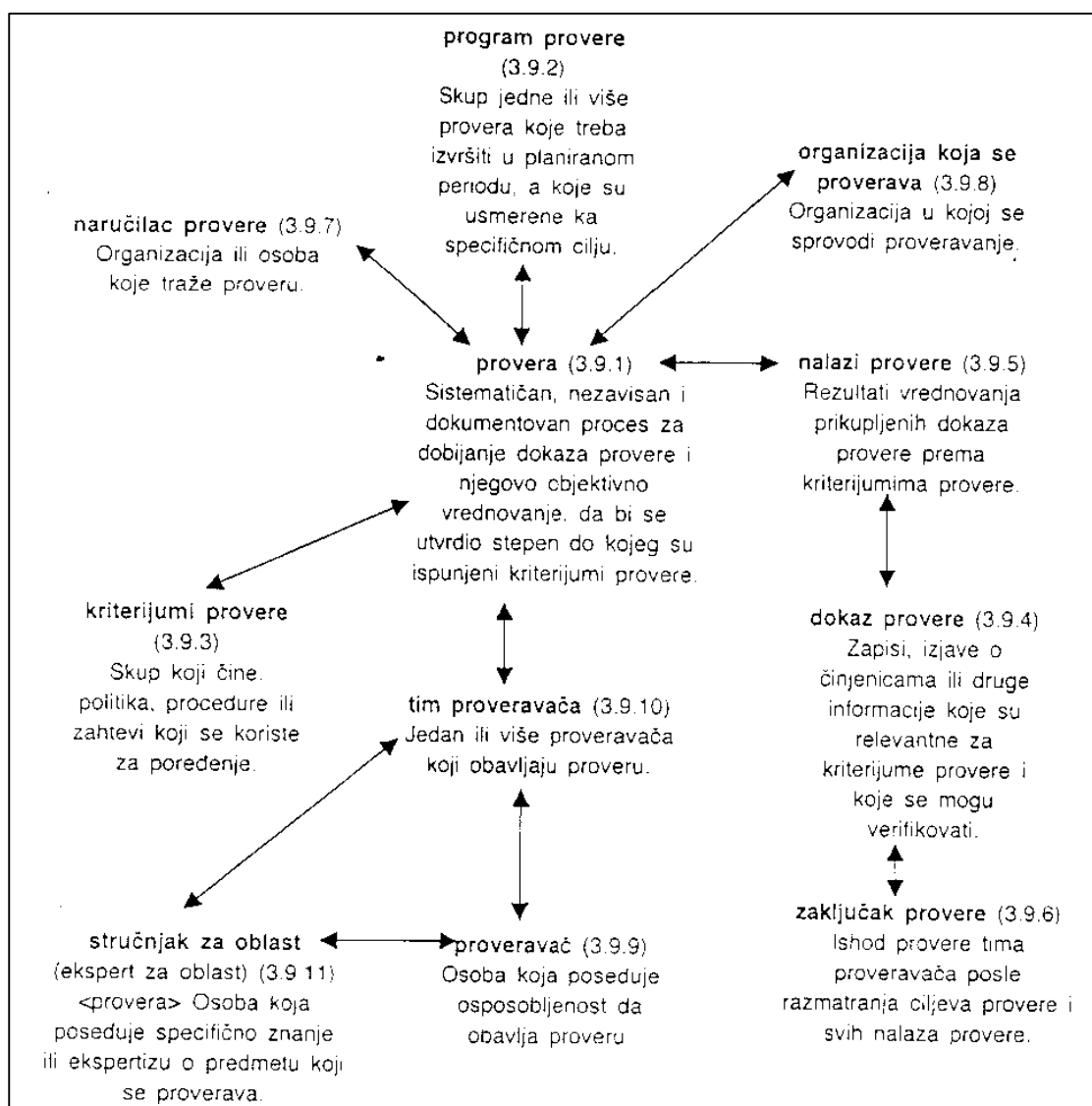


Slika 11. Pojmovi koji se odnose na dokumentaciju

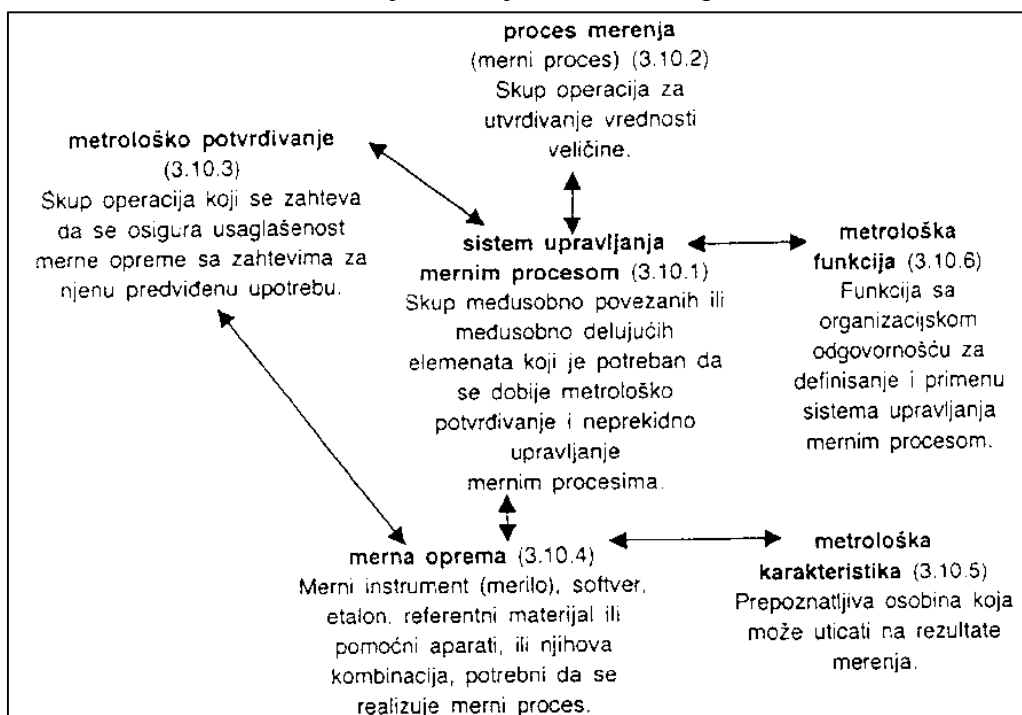


Slika 12. Pojmovi koji se odnose na ispitivanje





Slika 13. Pojmovi koji se odnose na proveru



Slika 14. Pojmovi koji se odnose na obezbeđenje kvaliteta mernih procesa

#### 2.4. Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju topljenjem metalnih materijala

Pocesi zavarivanja se široko upotrebljavaju za proizvodnju brojnih konstrukcija u industriji, a u nekim preduzećima zavarivanje je ključni vid proizvodnje. Zavarene konstrukcije su mnogobrojne i uključuju sudove pod pritiskom, cevovode, kranove, mostove kao i različitu opremu za domaćinstvo i poljoprivredu itd.

***Unutar serije standarda ISO 9000 za sisteme kvaliteta, zavarivanje treba tretirati kao "specijalni postupak", zbog toga što se zavareni spojevi ne mogu ispitati kako to standardi o kvalitetu zahtevaju i obaviti njihova kompletna verifikacija (objektivni dokaz da su specificirani zahtevi kvaliteta ispunjeni).*** Kod zavarenih konstrukcija neophodno je osigurati kontrolu od faze projektovanja, preko izbora materijala, proizvodnje i predviđenih ispitivanja. Koordinacija u zavarivanju i nadzor treba uključiti tako da se osigura očekivani specificirani kvalitet. Radi osiguranja efektivne proizvodnje zavarenih proizvoda rukovodstvo mora da predvidi izvore mogućih poteškoća, kao i da uvede odgovarajuće procedure kvaliteta.

Danas se za zavarene konstrukcije postavljaju sve veći zahtevi u smislu kvaliteta izrade i ekonomičnosti. Ove zahteve mogu ispuniti samo preduzeća koja mogu zadovoljiti zahteve prema standardu **SRPS EN ISO 3834/1-6** - "Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju topljenjem metalnih materijala". Preduzeća ili pogoni koji obezbeđuju uslove prema standardu 3834 mogu dobiti sertifikat o sposobnosti za izradu konstrukcija zavarivanjem.

Jedan od najbitnijih faktora koji se traži od preduzeća, da bi se zadovoljili zahtevi standarda SRPS EN ISO 3834, su stručni, specijalistički kadrovi za zavarivanje, i to svih nivoa od inženjera do zavarivača. U cilju usklađivanja zahteva i normi iz područja zavarivanja osnovana je Evropska zavarivačka federacija (od 1974. god. ECCW – European Council for Cooperation in Welding, a od 1992. god. EWF – European Federation for Welding, Joining and Cutting). Od osnivanja EWF-a pa do danas, vrlo se intenzivno radi na izradi smernica za osposobljavanje stručnjaka (inženjera, srednje stručnog kadra, zavarivača i inspektora za zavarivanje).

Smernice za osposobljavanje inženjera za zavarivanje načinjene su na osnovu norme SRPS EN ISO 3834 u kojoj su sadržani zadaci i odgovornost koordinatora za zavarivanje. Poznavanje zadataka i odgovornosti su osnovni elementi osiguranja kvaliteta zavarenih konstrukcija.

Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju topljenjem metalnih materijala definisani su standardima:

- SRPS EN ISO 3834 – 1, Deo 1: Uputstva za izbor i upotrebu
- SRPS EN ISO 3834 – 2, Deo 2: Opšti (sveukupni) zahtevi kvaliteta
- SRPS EN ISO 3834 – 3, Deo 3: Standardni zahtevi kvaliteta
- SRPS EN ISO 3834 – 4, Deo 4: Osnovni (elementarni) zahtevi kvaliteta
- SRPS EN ISO 3834 – 5, Deo 5: Dokumenti sa kojima je neophodno usaglasiti tvrdnju o usaglašenosti zahteva kvaliteta ISO 3834-2, ISO 3834-3 ili ISO 3834-4
- SRPS CEN ISO/TR 3834 – 6, Deo 6: Uputstva za implementaciju ISO 3834

Uputstva utvrđena u navedenim standardima imaju za cilj da opišu različite zahteve kvaliteta koji su primenljivi kod proizvoda koji koriste zavarivanje kao osnovni proces u proizvodnji bilo kog tipa zavarene konstrukcije. Uputstva utvrđuju razne pristupe zahtevima kvaliteta u proizvodnji zavarivanjem, bilo u fabričkoj hali ili na terenu. Koriste se za utvrđivanje sposobnosti proizvođača da proizvodi zavarene konstrukcije utvrđenog kvaliteta, a mogu se koristiti i kao osnova za procenu sistema kvaliteta proizvođača pri zavarivanju.

Uputstva iz ovog standarda su namenjena da budu vodič za pripremu stručnih ili ugovornih zahteva, a rukovodstvu proizvođača omogućavaju da utvrde zahteve kvaliteta.

Osnovni ciljevi uputstava iz standarda SRPS EN ISO 3834 – 1 su:

- Interpretacija zahteva iz serije standarda ISO 9000, kao uputstvo za specifikaciju i uvođenje dela sistema kvaliteta koji se odnosi na kontrolu kvaliteta zavarivanja kao "specijalnog postupka".
- Obezbeđivanje uputstava za utvrđivanje specifikacija i zahteva kvaliteta pri zavarivanju, u delu koji nije obuhvaćen sistemom kvaliteta ISO 9001 i ISO 9002.
- Procena zahteva kvaliteta pri zavarivanju.

Tipična primena zahteva iz standarda odnosi se na sledeće slučajeve:

- *Ugovaranje posla*: specificiranje zahteva pri zavarivanju koji se odnose na sistem kvaliteta.
- *Proizvođači*: utvrđivanje i održavanje zahteva kvaliteta pri zavarivanju.
- *Kupci i proizvođači*: pri oceni zahteva kvaliteta pri zavarivanju.

U standardima serije 3834 postoje **tri nivoa zahteva kvaliteta**: opšti (najoštiji), standardni i osnovni (najblaži). Uputstvo, preporuke i kriterijumi za izbor nivoa zahteva kvaliteta dati su u standardu SRPS CEN ISO/TR 3834 – 6. Osnovni kriterijumi za izbor nivoa zahteva kvaliteta su:

- Step en kritičnosti zavarene konstrukcije.
- Složenost zavarene konstrukcije.
- Obim zavarivačkih radova i broj zavarenih spojeva na zavarenoj konstrukciji.
- Broj različitih materijala koji se koriste za izgradnju zavarene konstrukcije.
- Step en očekivanja nastajanja metalurških problema.
- Step en očekivanja uticaja mogućih grešaka izrade na ponašanje zavarene konstrukcije u eksploataciji.

Dva osnovna **kriterijuma koji definišu izbor nivoa zahteva kvaliteta**, i upućuju na izbor najoštijeg zahteva kvaliteta (opšteg), su step en kritičnosti zavarene konstrukcije, pre svega sa aspekta sigurnosti, kao i veličina dinamičkog opterećenja, kojima je izložena zavarena konstrukcija tokom eksploatacije. Može se zaključiti da kod visokoodgovornih zavarenih konstrukcija, izloženih povišenom dinamičkom opterećenju, se primenjuje najoštiji – opšti zahtev kvaliteta, dok je kod manje odgovornih zavarenih konstrukcija, izloženih statičkom opterećenju, dovoljno usvojiti i znatno blaži – standardni ili osnovni zahtev kvaliteta.

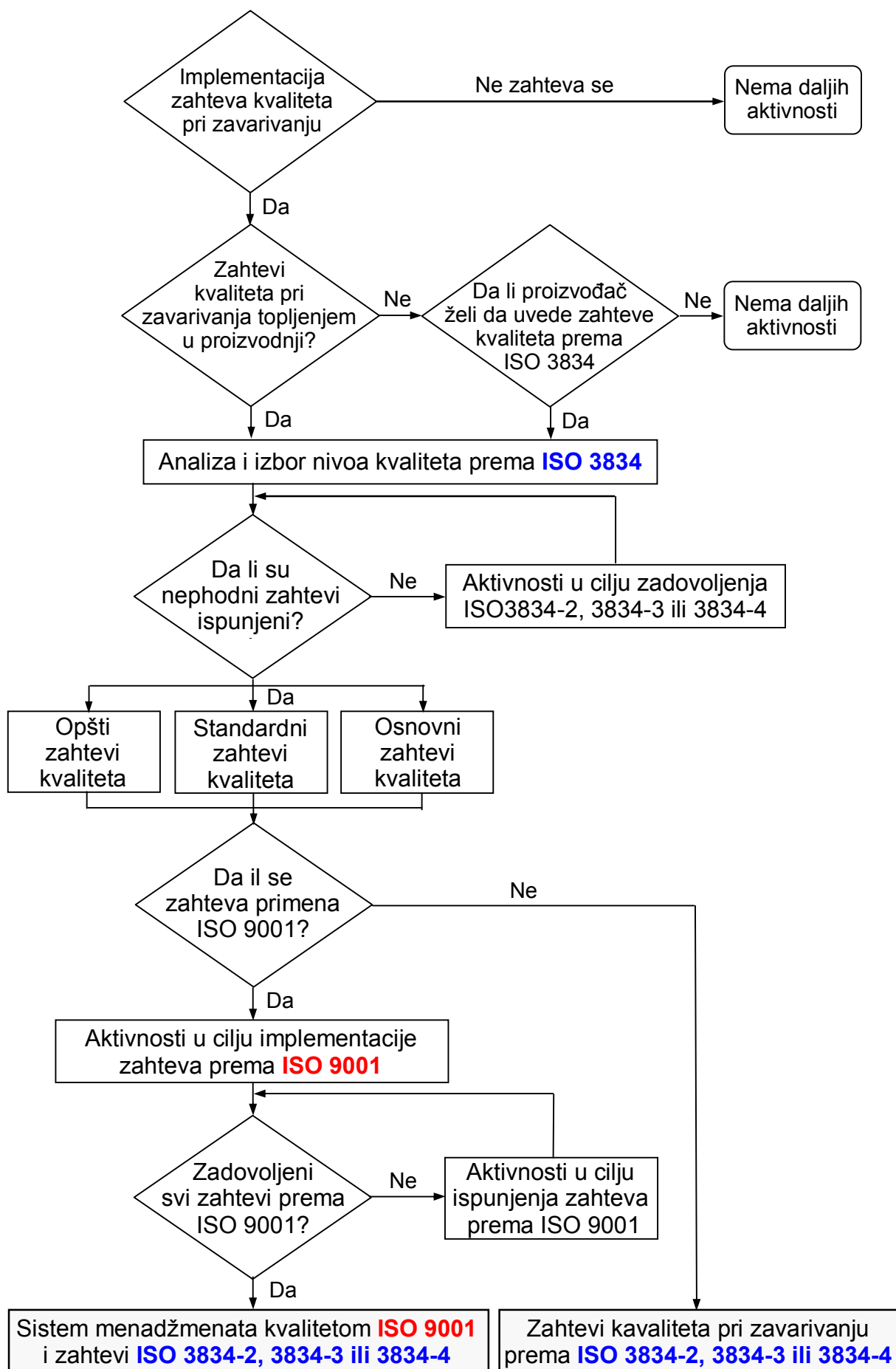
Takođe, ukoliko se primenjuju inovativna konstrukciona rešenja prilikom projektovanja zavarenih konstrukcije, nedovoljno proverena u praksi, ili se koriste najsavremenije tehnologije zavarivanja, preporuka je da se u tom slučaju svakako koristi najoštiji – opšti zahtev kvaliteta.

**Opšti (sveukupni) zahtevi kvaliteta**, koji su, kako je istaknuto, najstrožiji, definisani su standardom SRPS EN ISO 3834 – 2 i mogu se prihvatiti u celosti ili proizvođač može selektivno odbaciti neke zahteve ako nisu primenljivi na datu zavarenu konstrukciju..

Gotovo je nemoguće napraviti univerzalne preporuke o primeni pojedinog nivoa zahteva kvaliteta (opšti, standardni, osnovni) kod različitih zavarenih konstrukcija. Razloge treba tražiti u velikoj razlici u kompleksnosti pojedinih zavarenih konstrukcija sa aspekta složenosti konstrukcije, korišćenih materijala i tehnologija zavarivanja.

Izbor optimalnog nivoa zahteva kvaliteta nekada je unapred uslovljen specifičnostima pojedinih visokoodgovornih zavarenih konstrukcija, ali najčešće iziskuje brižljivu inženjersku analizu. Nivo zahteva kvaliteta može se usaglasiti kao ugovorna obaveza u pregovorima između proizvođača i budućeg korisnika zavarene konstrukcije.

Na slici 15 prikazan je dijagram toka aktivnosti prilikom izbora zahteva kvaliteta pri zavarivanju.



Slika 15. Dijagram toka aktivnosti prilikom izbora zahteva kvaliteta pri zavarivanju

Standardom **SRPS EN ISO 3834 – 2** su specificirane sledeće osnovne kategorije zahteva:

### **1. Analiza ugovora ili projekta**

Proizvođač mora da izvrši analizu zahteva iz ugovora kao i dobijene projektne podatke od kupca ili sopstvene podatke predviđene za izradu konstrukcije.

Analiza je neophodna da bi se obezbedile sve potrebne informacije za proces proizvodnje, pre početka radova.

Proizvođač mora da potvrdi svoje mogućnosti u pogledu zadovoljenja svih zahteva iz ugovora i da obezbedi adekvatno planiranje svih aktivnosti koje se odnose na kvalitet.

- Zahtevi vezani za ugovor moraju obuhvatiti:
  - a) standarde koji će se primenjivati, zajedno sa svim dodatim zahtevima;
  - b) specifikaciju tehnologije zavarivanja, procedure ispitivanja bez razaranja i proceduru termičke obrade;
  - c) postupke koje treba koristiti za kvalifikaciju tehnologije zavarivanja,
  - d) proveru stručne osposobljenosti zavarivača;
  - e) termičku obradu posle zavarivanja;
  - f) kontrolu i ispitivanje;
  - g) izbor i identifikaciju za materijale, zavarivače i zavarene spojeve;
  - h) način kontrole kvaliteta, uključujući i nezavisni inspekcijski organ;
  - i) druge zahteve pri zavarivanju, npr. sadržaj vodonika...;
  - j) uslove okoline pri zavarivanju na terenu;
  - k) podugovaranje;
  - i) postupak u slučaju neusaglašenosti.
- Zahtevi vezani za konstrukciju moraju obuhvatiti:
  - a) položaj, pristupačnost i redosled izvođenja zavarivanja;
  - b) stanje površine i profil šava;
  - c) specifikaciju osnovnih materijala;
  - d) primenu podloški;
  - e) naznaku koji zavareni spojevi treba da budu izvedeni u radionici a koji na terenu;
  - f) mere i detalje pripreme spoja i kompletnog spoja;
  - g) upotrebu specijanih metoda;
  - h) kvalitet i nivo prihvatljivosti za zavarene spojeve;
  - i) druge specijalne zahteve, npr. čekićanje, termička obrada...

### **2. Podugovaranje**

Kada proizvođač treba da koristi usluge podizvođača (npr. zavarivanje, kontrola, ispitivanje bez razaranja, termička obrada), sve bitne detalje i zahteve proizvođač mora preneti na podizvođača. Podizvođač mora da obezbedi zapise i dokumentaciju o svom radu, prema zahtevima proizvođača. Svaki podizvođač mora da radi po nalogu i zahtevu proizvođača i u potpunosti mora da ispuni zahteve ovog dela standarda SRPS EN ISO 3834.

### **3. Osoblje za zavarivanje**

Proizvođač mora da raspolaže sa dovoljnim brojem i kompetentnim osobljem za planiranje, izvođenje, nadzor i ispitivanje zavarivačke proizvodnje prema utvrđenim zahtevima.

- Svi zavarivači moraju imati važeća uverenja o stručnoj osposobljenosti prema SRPS EN 287.
- Proizvođač mora imati na raspolaganju odgovarajuće osoblje za koordinaciju pri zavarivanju prema SRPS EN 719.
- Osoblje za ispitivanje bez razaranja mora imati uverenje o stručnoj oposobljenosti u skladu sa SRPS EN 473 ili JUS ISO 9712.

#### 4. **Oprema**

Proizvođač mora da raspolaže sa odgovarajućom opremom koja je prema standardu klasifikovana kao proizvodna i ispitna oprema. Proizvođač mora da održava listu osnovne opreme koja se koristi za zavarivačku proizvodnju. Lista mora da sadrži identifikaciju glavne opreme, neophodne za ocenu kapaciteta i mogućnosti radionice. Proizvođač mora da ima utvrđene planove za održavanje opreme. Plan mora da obezbedi proveru onih elemenata na opremi kojima se kontrolišu promenljive pobrojane u odgovarajućoj specifikaciji tehnologije zavarivanja.

#### 5. **Zavarivačke aktivnosti**

Proizvođač mora da ima odgovarajuće **planove proizvodnje** što uključuje:

- specifikaciju redosleda operacija potrebnih da konstrukcija bude proizvedena;
- identifikaciju pojedinačnih postupaka koji se zahtevaju za proizvodnju konstrukcije;
- pozivanje na primenljive specifikacije tehnologije zavarivanja i srodnih postupaka;
- redosled izvođenja zavarenih spojeva ako je to od značaja;
- cilj i vreme u kome pojedinačni postupci treba da budu izvedeni;
- specifikaciju za kontrolu i ispitivanje;
- ograničenja vezana za uslove radne sredine;
- identifikaciju preko serija komponenata ili delova ako se to zahteva.

#### 6. **Specifikacije tehnologije zavarivanja (WPS)**

Proizvođač mora da pripremi specifikaciju tehnologije zavarivanja u skladu sa odgovarajućim delom standarda **SRPS EN 288** ili ISO 9956. Način primene mora biti u skladu sa primenjenim standardom i/ili ugovorom.

Drugi postupci, npr. Postupak termičke obrade, moraju biti potvrđeni i u skladu sa primenjenim standardom i/ili ugovorom.

Tehnologija zavarivanja mora da bude kvalifikovana pre početka proizvodnje u skladu sa standardom **SRPS EN 288** ili ISO 9956.

Proizvođač mora da formira i održava proceduru za kontrolu kvaliteta relevantnih dokumenata kvaliteta npr. *specifikacije tehnologije zavarivanja, izveštaja o kvalifikaciji tehnologije zavarivanja, uverenja o proveru stručne osposobljenosti zavarivača.*

#### 7. **Potrošni i pomoćni materijal**

Odgovornosti i procedure vezane za kontrolu, skladištenje, rukovanje i upotrebu potrošnog materijala moraju da budu utvrđene od strane proizvođača. Procedure moraju da budu u skladu sa preporukama isporučioaca (proizvođača) materijala.

#### 8. **Skladištenje osnovnog materijala**

Skladištenje mora biti takvo da se spreči štetan uticaj na materijal. Identifikacija se mora održavati u skladištu.

#### 9. **Termička obrada posle zavarivanja**

Proizvođač je potpuno odgovoran za proceduru i izvođenje bilo koje termičke obrade posle zavarivanja. Procedura mora da je kompatibilna sa osnovnim materijalom, zavarenim spojem, konstrukcijom itd. i u skladu sa primenjenim standardom i/ili utvrđenim zahtevima. Zapis (dijagram) o termičkoj obradi mora da bude napravljen u toku samog procesa. Zapis mora da potvrdi da je poštovana procedura.

#### 10. **Kontrola i ispitivanje koja se odnose na zavarivanje**

Kontrola i ispitivanje moraju da budu urađeni u odgovarajućim tačkama proizvodnog procesa da bi se obezbedila saglasnost sa zahtevima iz ugovora. Mesto i učestalost kontrole zavise od ugovora i/ili primenjenog standarda, postupka zavarivanja i tipa konstrukcije.

##### • **Pre početka zavarivanja, kada je potrebno proverava se sledeće:**

- upotrebljivost i važnost uverenja o stručnoj osposobljenosti (**SRPS EN 287**);
- upotrebljivost kvalifikacije tehnologije zavarivanja (**SRPS EN 288**);

- identitet osnovnog materijala;
- identitet potrošnog (dodatnog) materijala;
- priprema spojeva za zavarivanje (npr. oblik i mere u skladu sa **SRPS EN ISO 9692**);
- podešavanje pritezanje i pripajanje;
- posebni zahtevi iz tehnologije zavarivanja, npr. sprečavanje krivljenja;
- priprema za neko proizvodno ispitivanje;
- pogodnost radnih uslova za zavarivanje.
- **U toku zavarivanja proverava se, kada je potrebno, u odgovarajućim intervalima sledeće:**
  - osnovni parametri zavarivanja;
  - temperatura predgrevanja, međuslojna temperatura (SRPS ISO 13916);
  - čišćenje i oblik zavara i prolaza u metalu šava;
  - žljebljenje korena (podloške);
  - redosled zavarivanja;
  - pravilna upotreba i rukovanje potrošnim materijalom;
  - kontrola krivljenja;
  - bilo koja međufazna ispitivanja, npr. provera mera...
- **Posle zavarivanja, kada je potrebno, proverava se usaglašenost sa odgovarajućim kriterijumima prihvatljivosti:**
  - vizuelna kontrola;
  - ispitivanja bez razaranja - IBR (u skladu sa odgovarajućim standardima i kriterijumima prihvatljivosti za pojedine IBR metode);
  - ispitivanja sa razaranjem
  - oblik, izgled i mere zavarene konstrukcije – kriterijumi prihvatljivosti grešaka (**SRPS EN ISO 5817** i **SRPS EN ISO 10042**)
  - žljebljenje korena (podloške);
  - redosled zavarivanja.

#### **11. Neusaglašenost i korektivne mere**

#### **12. Baždaranje**

#### **13. Identifikacija i sledljivosti**

#### **14. Zapisi o kvalitetu**

Zapisi o kvalitetu prema zahtevima iz ugovora moraju da sadrže sledeće:

- zapis o analizi ugovora/projekta;
  - atest materijala;
  - atest potrošnih materijala;
  - specifikaciju tehnologije zavarivanja (**SRPS EN 288** ili ISO 9956);
  - uverenje o kvalifikaciji tehnologije zavarivanja (**SRPS EN 288** ili ISO 9956);
  - uverenje o stručnoj osposobljenosti zavarivača (**SRPS EN 287**);
  - uverenje o osposobljenosti kadrova za ispitivanja bez razaranja (**SRPS EN 473** ili JUS ISO 9712);
  - termičku obradu i zapis o specifikaciji postupka;
  - zapis o ispitivanju sa i bez razaranja;
  - zapis o kontroli mera;
  - zapis o popravkama i drugim nedostacima.
- Zapisi o kvalitetu moraju da se čuvaju najmanje pet godina.

U Tabeli 2 prikazano je poređenje zahteva kvaliteta pri zavarivanju prema SRPS EN ISO 3834 – 2, SRPS EN ISO 3834 – 3 i SRPS EN ISO 3834 – 4.

Tabela 2: Poređenje zahteva kvaliteta pri zavarivanju

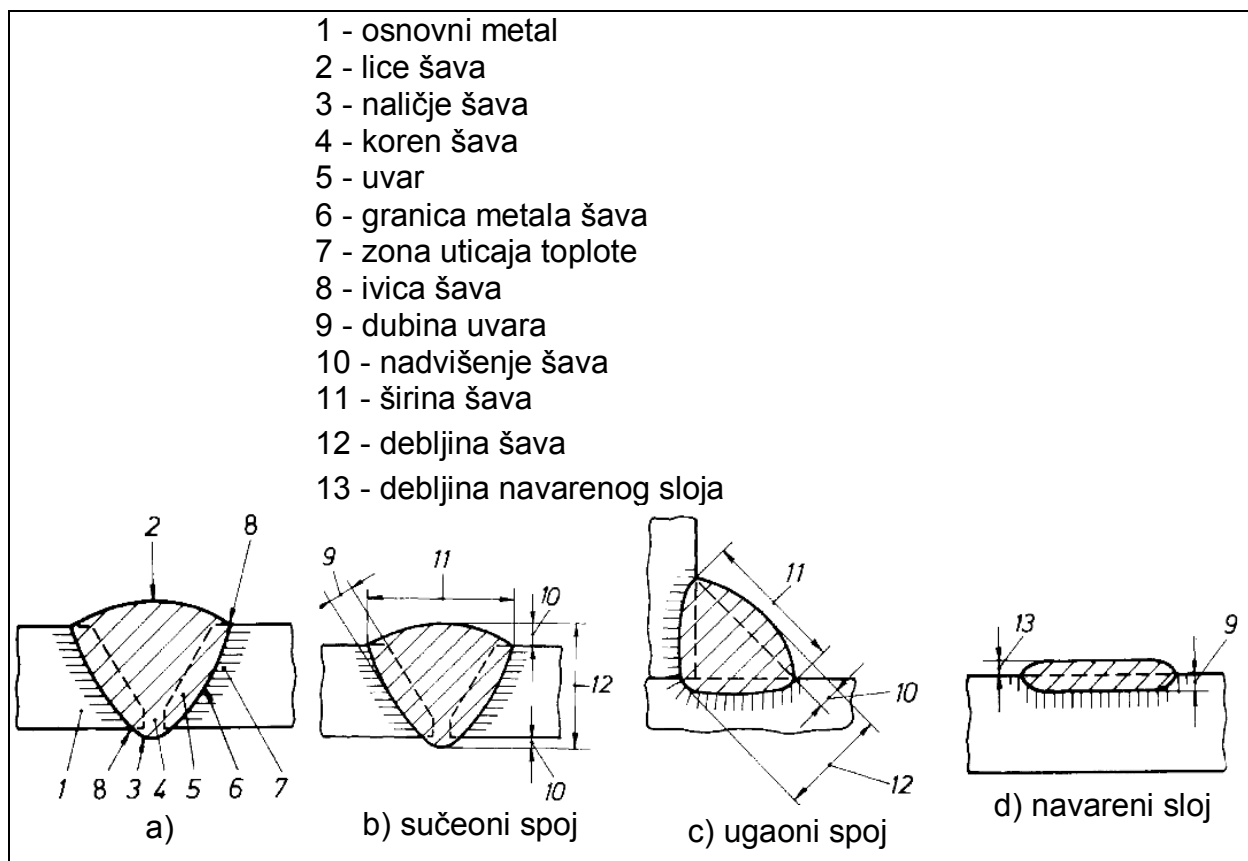
Kategorija zahteva	SRPS EN ISO 3834 - 2 Opšti zahtevi	SRPS EN ISO 3834 - 3 Standardni zahtevi	SRPS EN ISO 3834 - 4 Osnovni zahtevi
Analiza ugovora	Potrebna.	Može biti potrebna.	Nije potrebna.
Analiza konstrukcije	Potrebna.	Može biti potrebna.	Nije potrebna.
Podugovarači	<b>Posmatrati isto kao i glavnog proizvođača. Glavnu odgovornost za sprovođenje politike kvaliteta snosi glavni proizvođač.</b>		
Zavarivači	<b>Potrebna atestacija zavarivača.</b>		
Koordinacija u zavarivanju	<b>Potrebna, zahteva se kvalifikovano osoblje.</b>		Nema zahteva.
Osoblje za ispitivanja	<b>Zahteva se kvalifikovano osoblje.</b>		
Proizvodna oprema	Odgovarajuća oprema na raspolaganju za pripremu, izvođenje zavarivanja, ispitivanje, transport kao i bezbednosni uređaji i zaštitna odeća.		
Održavanje opreme	<b>Potreban plan održavanja i zapisi.</b>	<b>Poželjno je da postoje zapisi.</b>	Nema zahteva.
Opis opreme	Lista je potrebna.		Nema zahteva.
Plan proizvodnje	Potreban.	Poželjan.	Nema zahteva.
Specifikacija tehnologije zavarivanja (WPS)	<b>Potrebna.</b>		Nema zahteva.
Kvalifikacija tehnologije zavarivanja	<b>Potrebna.</b>		Nema zahteva
Ispitivanje potrošnog materijala	Ako je potrebno.	Nema zahteva.	
Skladištenje i rukovanje potrošnim materijalom	Potrebna procedura u skladu sa preporukom proizvođača.		U skladu sa preporukom proizvođača.
Skladištenje osnovnog materijala	Potrebna zaštita od spoljašnjih uticaja. Tokom skladištenja neophodna je pravilna identifikacija.		Nema zahteva.
Termička obrada posle zavarivanja	<b>Neophodan procedura sa zapisom koji je sledljiv.</b>	<b>Neophodan procedura sa zapisom.</b>	Nema zahteva.
Kontrola pre, tokom i nakon zavarivanja	<b>Potrebna.</b>		Potrebna kada je utvrđena ugovorom.
Neusaglašenosti	<b>Potrebne mere za kontrolu. Potrebne procedure za popravku i ispravljanje.</b>		Potrebne mere za kontrolu.
Baždarenje merne opreme	Potrebno.	Ako je potrebno.	Nema zahteva.
Identifikacija	Ako je potrebna.		Nema zahteva.
Sledljivost	Ako je potrebna.		Nema zahteva.
Zapisi o kvalitetu	Ako su potrebni.		



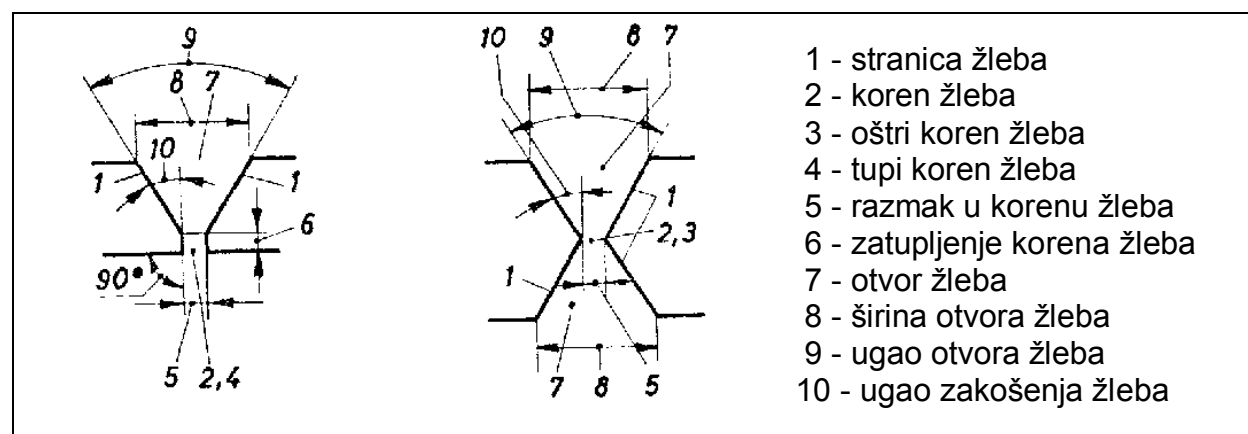
## Praktična nastava

### Rekapitulacija – osnovne vrste, elementi i oblici zavarenih spojeva i njihovo označavanje

#### 1. Osnovni elementi zavarenog spoja



Slika 1. Osnovni elementi zavarenog spoja prema SRPS C.T3.001  
 – "Tehnike zavarivanja metala – Definicije, pojmovi i nazivi".



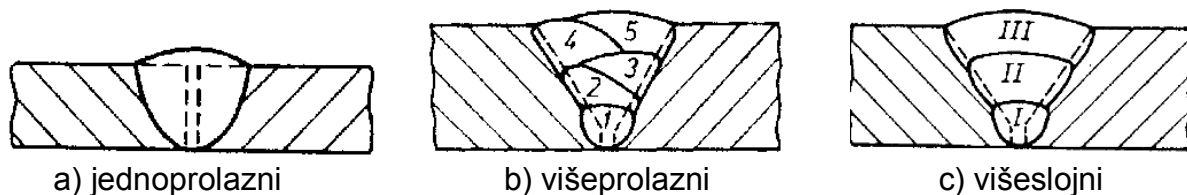
Slika 2. Osnovni elementi žleba prema SRPS C.T3.001

## 2. Oblici najčešće korišćenih žlebova

Tabela 1. Oblici najčešće korišćenih žlebova i odgovarajućih šavova

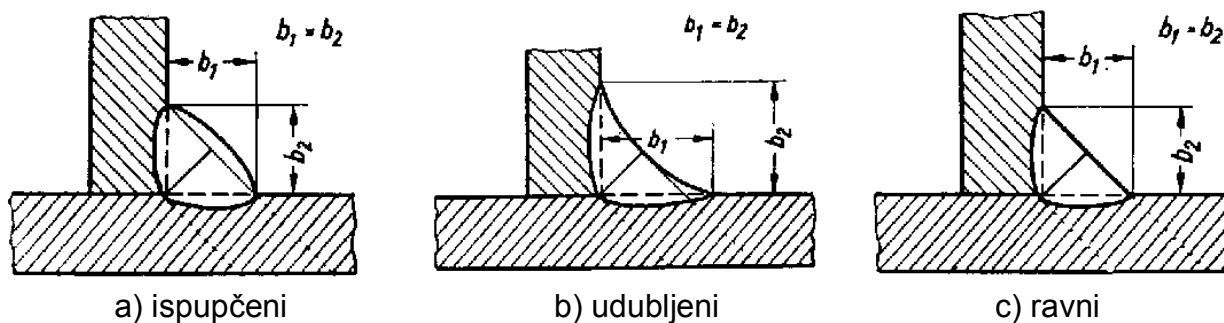
naziv	izgled žleba	izgled šava	naziv	izgled žleba	izgled šava
rubni			U		
I			J		
V			X		
HV			K		
Y			duplo U		

## 3. Vrste šavova



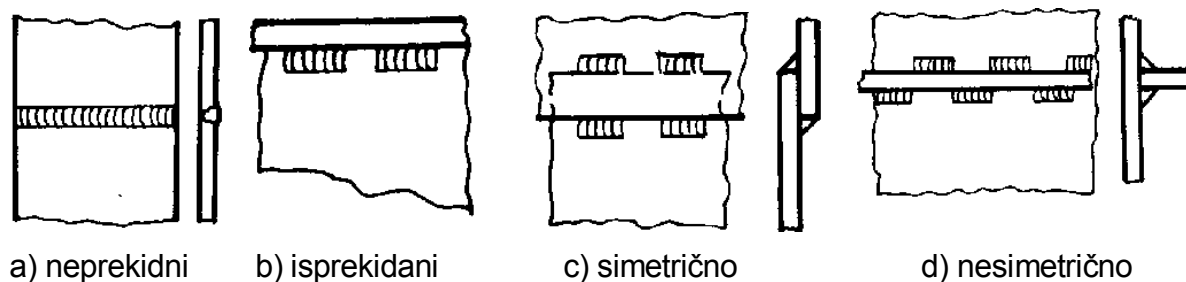
Slika 3. Vrste šavova

## 4. Oblici lica šava



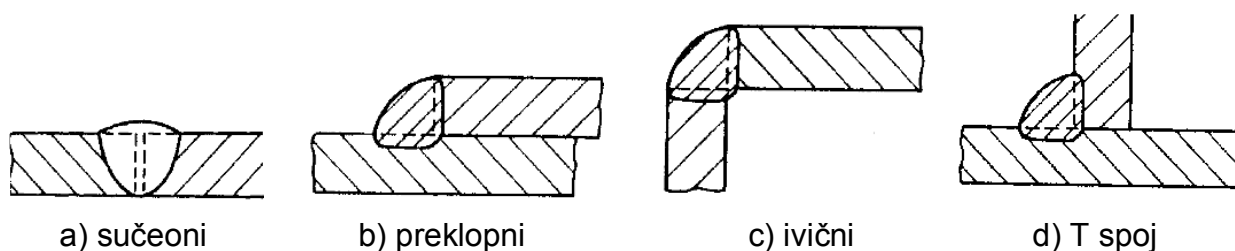
Slika 4. Oblici lica šava

## 5. Podela šavova po kontinuitetu



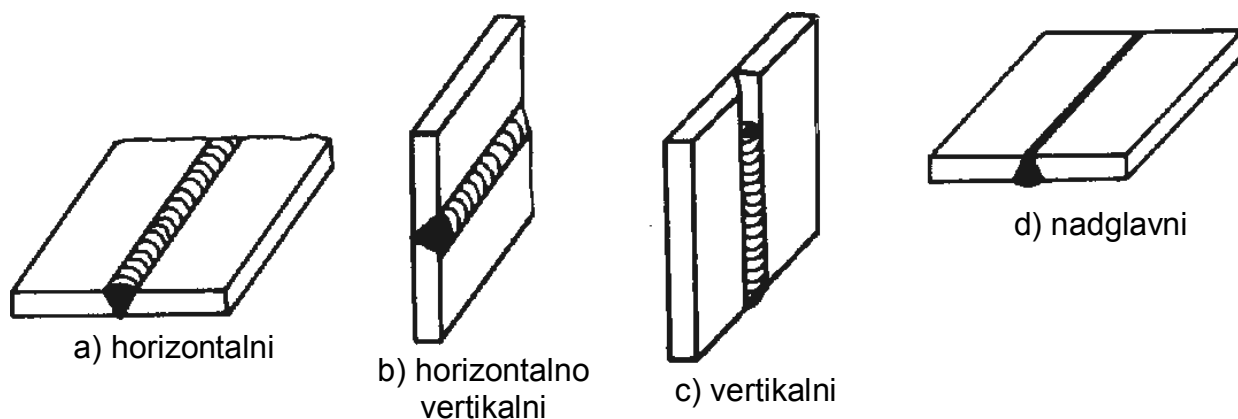
Slika 5. Podela šavova po kontinuitetu

## 6. Osnovne vrste zavarenih spojeva



Slika 6. Osnovne vrste zavarenih spojeva

## 7. Položaji zavarivanja



Slika 7. Položaji zavarivanja

## 8. Označavanje i predstavljanje zavarenih spojeva na crtežu

Tabela 2. Oznake najčešće korišćenih žlebova i nazivi odgovarajućih šavova

red. br	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
oznaka												
naziv šava	rubni	I	V	HV	Y	U	J	X	K	duplo U	ugaoni	navar

Tabela 3. Oznake oblika spoljne površine šava

redni broj	2	10	10
modifikovana oznaka			
objašnjenje	oznaka obrade lica šava, ako se obrada izvodi	ugaoni šav sa ispupčenim licem	ugaoni šav sa udubljenim licem

Tabela 4. Oznake pri zavarivanju pritiskom

oznaka					
naziv spoja	sučeoni zbijanjem	sučeoni varničenjem	tačkasti	bradavičasti	šavni