

LEDINEK

L.E.S.

Ledinek Engineering Standard



ver. 05

Izdaja: 1

Verzija: 05

Datum: 11.07.2023

Izdelal: Miha Valente

Pregledal in odobril: Robert Gašparič

Aleš Dover



<https://www.ledinek.com/upload/podjetje/snp-splosni-pogoji/gtp-050521.pdf>

Za vsa pravno - obligacijska razmerja med naročnikom in njegovimi dobavitelji veljajo Splošni nabavni pogoji Ledinek Engineering d.o.o. - SNP 050521, objavljeni na spletni strani www.ledinek.com, razen če se naročnik in dobavitelj za posamezni primer ne dogovorita drugače.
V dvomu se za posebni dogovor med pogodbenima strankama štejejo samo dogovori, ki so sklenjeni v pisni obliki. Za tehnične zahteve, ki niso posebej navedene dokumentaciji velja Ledinek Engineering Standard objavljen na www.ledinek.com.

KAZALO:

1. MATERIALI	5
2. TERMIČNI RAZREZ	5
2.1. Področje uporabe	5
2.2. Termični razrez	5
3. UPOGIBANJE IN KRIVLJENJE	8
4. VARJENJE	10
4.1 Področje uporabe	10
4.2 Prikaz zvarnih spojev v tehnični dokumentaciji	10
4.3 Priprava zvarnega spoja	13
4.4 Velikost zvarov nedoločenih zvarnih spojev	13
4.5 Varilne tolerance	14
4.6 Stopnje sprejemljivosti, vrednotenje nepopolnosti	15
4.7 Dodatne zahteve za varjenje dvižnih naprav in pripomočkov	16
5. MEHANSKA OBDELAVA IN KONČNE MERE IZDELKOV	17
5.1 Dosledna uporaba ISO 2768 standarda za tolerance prostih mer.	17
5.2 Kvaliteta obdelave	18
5.3 Balansiranje	18
6. POVRŠINSKI NANOSI IN ZAŠČITE	19
6.1 Osnovna priprava površin izdelkov	19
6.1.1 Barvanje	19
6.1.2 Čiščenje	20
6.2 Bruniranje	20
6.3 Cinkanje	21
6.4 Kromanje	21
6.5 Druge površinske obdelave	21
6.5.1 Peskanje	21
7. OZNAČEVANJE, TRANSPORT IN ZAŠČITA	23
7.1 Označevanje	23
7.2 Transport	23
7.3 Skladiščenje	23
8. KAKOVOST	24
9. PRILOGE	24

1. MATERIALI

Vsi materiali so v skladu z veljavnimi standardi. V kolikor je na načrtu material označen s staro oznako (npr.: po JUS, DIN,...), je zanj potrebno poiskati ustrezen ekvivalent z identičnimi ali boljšimi fizikalnimi lastnostmi, ki ustreza veljavnim standardom.

1.1. Standardni profili (prerezi)

Vsi standardni profili uporabljeni v tehnični dokumentaciji LE morajo biti skladni s standardi, ki določujejo njihove tehnične dobavne pogoje (EN 10025, EN 10219, ...).

2. TERMIČNI RAZREZ

2.1. Področje uporabe

Če v tehnični dokumentaciji, naročilu ali po dogovoru z odgovornim projektantom ni dogovorjeno drugače, veljajo zahteve iz tega dela standarda za dele uporabljene kot material za izdelke podjetja Ledinek Engineering, ki so izdelani s termičnim rezanjem in upogibanjem.

2.2. Termični razrez

Plazemski razrez

Razrez s plazemskim oblokom je termično rezanje, pri katerem se uporablja zoženi oblok plazme. Plazemski oblok, ki ima visoko temperaturo in visoko kinetično energijo, topi material ali ga do neke mere izpareva in izpihuje. Specifikacije veljajo za rezanje s plazemskim oblokom na obdelovancih debeline od 25 mm do 150 mm.

Laserski razrez

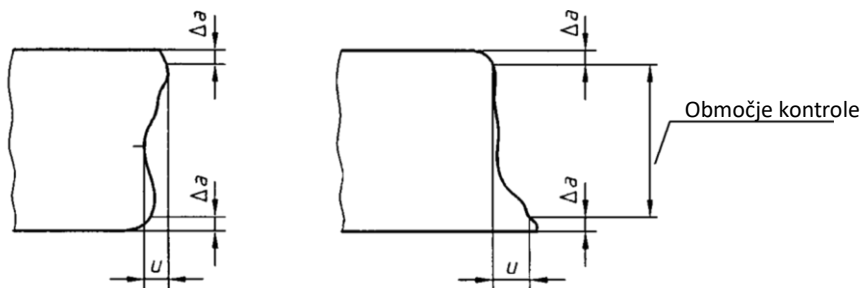
Lasersko rezanje je postopek termičnega rezanja, pri katerem energijo, potrebno za rezanje, dobavi fokusiran laserski žarek ali snop in se v materialu pretvori v toploto. Postopek rezanja je podprt s plinskim curkom. Obstajajo tri različne metode rezanja z laserskim žarkom: lasersko rezanje s kisikom, lasersko rezanje z žarki in sublimacijsko rezanje z laserskim žarkom. Specifikacije veljajo za laserske reze na obdelovancih debeline 0,5 mm do 25 mm. Laserski razrez je zahtevan povsod, kjer je površina označena s hrapavostjo Ra25.

Kakovost površine reza

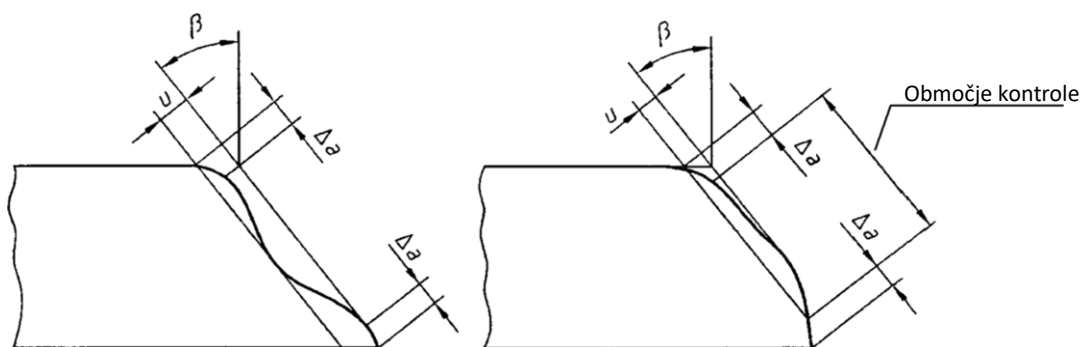
Kakovost površine reza je razdalja med dvema vzporednima ravnima črtama, med katerima je profil površine reza znotraj teoretičnega kota (na primer 90° za navpični rez). Toleranca pravokotnosti ali kotnosti vključuje odstopanja ravnosti in ploskosti. Slika 1 - navpični rez in slika 2 - kotni rez, prikazujeta največja odstopanja dejanske vrednosti znotraj tolerančnega razreda. Kot poseben predpis za podjetje Ledinek Engineering, veljajo vrednosti tabele 1 do 3 tudi za debeline reza do 400 mm.

Lokacija kontrolnih območij

Karakteristična vrednost tolerance pravokotnosti ali kotnosti u , ki je navedena v tabeli 2, je določena le na omejenem območju rezane površine. Površina se zmanjša za dimenzijo Δa glede na vrednosti v tabeli 1, od zgornjega in spodnjega rezanega roba (sliki 1 in 2). Razlog za zmanjšan čelni profil je v omogočanju taljenja zgornjega roba reza.



Slika 1 - navpični rez



Slika 2 - kotni rez

Tabela 1 – dimenzije Δa

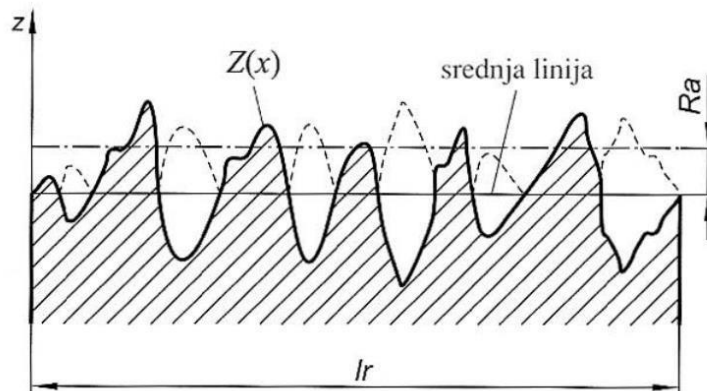
Debelina reza a	Δa
≤ 3	$0,1a$
$> 3 \leq 6$	$0,3$
$> 6 \leq 10$	$0,6$
$> 10 \leq 20$	1
$> 20 \leq 40$	$1,5$
$> 40 \leq 100$	2
$> 100 \leq 150$	3
$> 150 \leq 200$	5
$> 200 \leq 250$	8
$> 250 \leq 400$	10

Tabela 2 - tolerance pravokotnosti ali kotnosti

Debelina reza a	Up to 20	>20 to 40	>40 to 60	>60 to 80	>80 to 100	>100 to 120	>120 to 140	>140 to 160	>160 to 180	>180 to 200	>200 to 220	>220 to 240	>240 to 260	>260 to 280	>280 to 400
$u^a)$	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5
^{a)} Vrednosti do 140 mm ustrezajo področju 4 po SIST EN ISO 9013:2017, vrednosti nad 140 mm pa so specifične za podjetje Ledinek Engineering.															

Srednji aritmetični odstopok profila Ra

Aritmetična srednja vrednost absolutnih vrednosti vseh točk profila površine znotraj referenčne dolžine l_r .



Slika 3 - srednji aritmetični odstopok profila Ra

Površine označene s hrapavostjo Ra25 so rezane z laserskim postopkom. V kolikor tehnologija in debelina rezanega dela omogočata, se lahko z laserjem reže tudi dele označene z manjšo hrapavostjo; vendar ne dele označene z Ra6.3 ali manj (zahtevana strojna obdelava)! Površine označene z Ra50 ali več, rezati s plazemskim postopkom.

Odstopanja glede oblike in lokacije

Dimenzija risbe se vzame kot nazivna dimenzija. Po čiščenju se izmerijo dejanske mere na razrezanih površinah. Mejna odstopanja za nazivne dimenzije, navedena v tabeli 3, veljajo za dimenzije brez tolerančnih znakov. Mejna odstopanja ustrezajo tolerančnemu razredu 1 po SIST EN ISO 9013:2017.

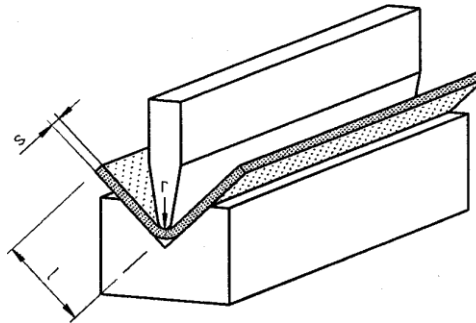
Tabela 3 – mejna odstopanja nominalnih dimenzij

Debelina obdelovanca	Nominalna dimenzija							
	> 0 < 3	≥ 3 < 10	≥ 10 < 35	≥ 35 < 125	≥ 125 < 315	≥ 315 < 1000	≥ 1000 < 2000	≥ 2000 < 4000
	Mejni odstopok							
> 0 ≤ 1	±0,04	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3	±0,3
> 1 ≤ 3,15	±0,1	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3	±0,4	±0,4	±0,4
> 3,15 ≤ 6,3	±0,3	±0,3	±0,4	±0,4	±0,5	±0,5	±0,5	±0,6
> 6,3 ≤ 10	-	±0,5	±0,6	±0,6	±0,7	±0,7	±0,7	±0,8
> 10 ≤ 50	-	±0,6	±0,7	±0,7	±0,8	±1	±1,6	±2,5
> 50 ≤ 100	-	-	±1,3	±1,3	±1,4	±1,7	±2,2	±3,1
> 100 ≤ 150	-	-	±1,9	±2	±2,1	±2,3	±2,9	±3,8
> 150 ≤ 200	-	-	±2,6	±2,7	±2,7	±3	±3,6	±4,5
> 200 ≤ 250	-	-	-	-	-	±3,7	±4,2	±5,2
> 250 ≤ 400	-	-	-	-	-	±4,4	±4,9	±5,9

3. UPOGIBANJE IN KRIVLJENJE

Upogibanje ploščatih izdelkov

Pri hladnem upogibanju ravnih izdelkov vzdolžno s smerjo valjanja jeklenih pločevin z minimalno natežno trdnostjo R_m 390 MPa, je potrebno upoštevati dovoljene polmere upogibanja in dolžine prostih koncev (krakov) v skladu s tabelo 4 in sliko 4.



Slika 4 – priprava za upogibanje

Tabela 4 – polmeri upogiba in priporočene dolžine prostih koncev za kot upogiba 90°

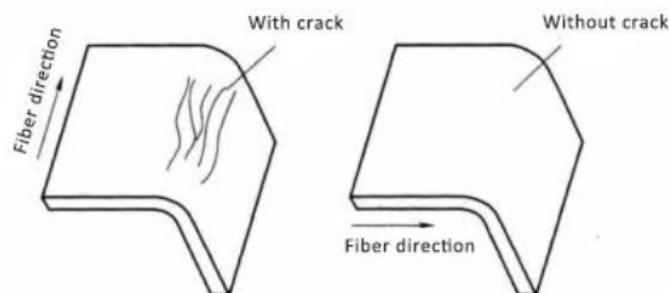
Debelina pločevine	s	v	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40
Polmer upogiba	min. r		2,5			3	6	8	10	16	20	24	30	40	50	60	70	100
Prosti krak (dolž.)	min. l		10			16	24	32	40	64	80	96	120	160	200	240	280	320

Minimalna dolžina prostega kraka l se lahko izračuna po formuli: $l = 3 \cdot s + r$

Smer upogibanja

Pri obdelavi pločevine (valjanju) se zrna materiala razporedijo v smeri valjanja (fiber direction). Ko se pločevina upogiba pravokotno na smer valjanja, se zrna prerazporedijo; kar ima zanemarljiv vpliv na trdnost pločevine. Upogibanje vzporedno s smerjo valjanja pa povzroči razpoke v materialu, zaradi uničenja strukture zrn.

Zaradi tega je potrebno jeklo vedno upogibati pravokotno na smer valjanja!



Slika 5 – smer upogibanja

Splošne tolerance

Splošna odstopanja so navedena v tabelah 9, 10 in 11 v skladu s SIST EN ISO 13920:1998. Ta splošna odstopanja ustrezajo dovoljenim odstopanjem varjenja in se po analogiji uporabljajo za upognjene dele.

Tolerance linearnih dimenzij

Tolerančna kategorija B v skladu s tabelo 9 velja za obdelovance, ki nastanejo z upogibanjem ploščate jeklene pločevine. Linearne dimenzije so opredeljene kot zunanje, notranje in stopenjske dimenzije, premer upogiba in polmeri upogiba.

Tolerance ravnost, ploskost in paralelnosti

Odstopanja tolerančnega razreda F, navedena v tabeli 10, veljajo za celotne dimenzije upognjenih delov.

Tolerance kotnosti

Pri tolerancah kotnih dimenzij se za referenco uporablja krajši krak kota. Dolžina kraka se lahko meri tudi iz določene referenčne točke. Za pretvorbo kotnih dimenzij v linearne mere za merilne namene so mejna odstopanja kotov v tabeli 11 dodatno navedena kot tangentne vrednosti. Največji dovoljeni odklon v mm se izračuna tako, da se pomnoži tangentna vrednost z dolžino krajšega kraka.

4. VARJENJE

4.1. Področje uporabe

Če v tehnični dokumentaciji, naročilu ali po dogovoru z odgovornim projektantom ni dogovorjeno drugače, veljajo zahteve iz tega dela standarda za vsa varilska dela uporabljena za izdelavo varjenih izdelkov za podjetje Ledinek Engineering.

4.2. Prikaz zvarnih spojev na tehnični dokumentaciji

Grafični prikaz osnovnih zvarov na risbah

Standard SIST EN ISO 2553:2019 navaja ustrezne simbole za različne oblike zvara. Na splošno so ti simboli podobni obliki zvara, ki ga je potrebno izdelati. Simboli označujejo obliko, pripravo in izvedbo zvarov; tabela 5. Simboli ne določajo uporabljenega postopka varjenja. Po potrebi se za predstavitev uporabljajo kombinacije osnovnih simbolov. Tipični primeri so podani v tabeli 5 in 6.

Tabela 5 – grafični simboli osnovnih zvarov

Ime zvara	Prikaz	Simbol	Ime zvara	Prikaz	Simbol	Ime zvara	Prikaz	Simbol
I-zvar			Polovični Y-zvar (HY)			Kotni zvar		
V-zvar			U-zvar			Strmi zvar		
Polovični V-zvar (HV)			Polovični U-zvar			Polovični strmi zvar		
Y-zvar			Korenski zvarek			Očesni zvar		

Tabela 6 – grafični simboli dvojnih zvarov

Ime zvara	Prikaz	Simbol	Ime zvara	Prikaz	Simbol	Ime zvara	Prikaz	Simbol
Dvojni V-zvar ali X-zvar			Dvojni polovični Y-zvar			Y-zvar in U-zvar		
Dvojni polovični V-zvar ali K-zvar			Dvojni U-zvar			V-zvar s korenskim zvarkom		
Dvojni Y-zvar			Dvojni polovični U-zvar			Dvojni kotni zvar		

Dodatni grafični simboli

Osnovni varilski simboli so lahko dopolnjeni s simbolom, ki označuje obliko površine ali obliko zvara. Odsotnost dodatnega simbola pomeni, da mora biti oblika površine v skladu z navedeno kakovostjo zvara. Kombinacije, ki uporabljajo več kot dva dodatna simbola, niso dovoljene. Dodatni simboli, dopolnilni simboli in primeri uporabe, so prikazani v tabelah 7 in 8.

Tabela 7 – dodatni grafični simboli zvarov

Izvedba zvara	Simbol	Izvedba zvara	Simbol
Ravna zgornja površina zvara (običajno obdelano po varjenju)	—	Prehod iz zvara brez zarez	⌋
Izbočena (konveksna) zgornja površina zvara	⌒	Obloga pri varjenju	⌈M⌋
Vbočena (konkavna) zgornja površina zvara	⌒	Podloga pri varjenju	⌈MR⌋

Tabela 8 – primeri kombiniranih zvarov

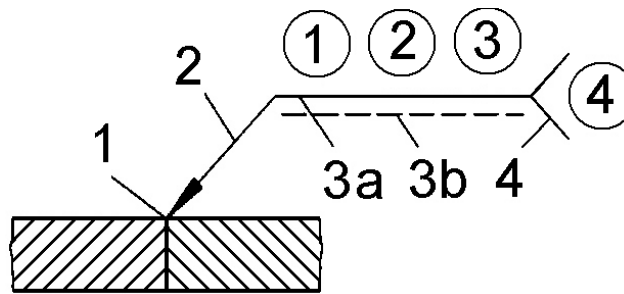
Pomen	Prikaz	Simbol	Pomen	Prikaz	Simbol
V-zvar z ravno površino		▽	V-zvar s korenskim varkom		Y
X-zvar z izbočeno površino		⌒	V-zvar z ravno površino in ravnim korenskim varkom		▽
Kotni zvar z vbočeno površino		⌒	Kotni zvar s prehodom brez zarez		⌋

Prikaz zvarnih spojev na tehnični risbah

V nasprotju s standardom SIST EN ISO 2553:2019, na tehničnih risbah podjetja Ledinek Engineering niso prikazani vsi zvarni spoji. Izrecno so prikazani samo pomembni zvari (nosilni zvari, zvari posebnih oblik, zvari z naknadno obdelavo...), vsi neoznačeni spoji so izvedeni s kotnim zvarom.

Polni in prekinjeni vari

Na tehničnih risbah podjetja Ledinek Engineering se praviloma ne prikazuje prekinjenih varov. Vsi polizdelki izdelani iz pločevine do debeline 5 mm, privarjeni na cevno ali profilno konstrukcijo so varjeni s prekinjenim kotnim ali soležnim zvarom – razmerje 50mm vara/ 100mm brez vara. Velikost katete zvara (z) je 0,8-1x debelina pločevine, razen če je na tehnični risbi izrecno določen polni zvar. To ne velja za cevne profile!



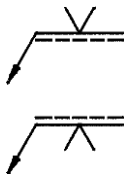
Slika 6 – osnovna oznaka zvarnega spoja

Elementi osnovne oznake**Navedbe na osnovnem simbolu**

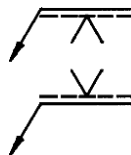
1	- mesto zvara	①	- debelina oz. velikost zvara
2	- kazalna črta	②	- simbol oz. oblika zvara
3a	- polna referenčna črta	③	- dolžina zvara (če je prekinjen zvar)
3b	- črtkana referenčna črta	④	- podatek o postopku varjenja, kakovostni razred zvara, lega varjenja, dodatni material, lahko tudi opombe ali pozicije označene za varjenje
4	- vilične črte		

Pozicija varilnega simbola glede na referenčno črto

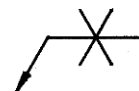
Simbol je postavljen nad ali pod referenčno črto. Ko je simbol prikazan na strani polne referenčne črte, je zvar na strani puščice spoja, glej sliko 7. Ko je simbol prikazan na strani črtkane referenčne črte, je zvar na nasprotni strani spoja, glej sliko 8. Če so zvari simetrični, se črtkana črta ne uporablja, glej sliko 9.



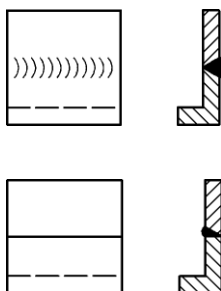
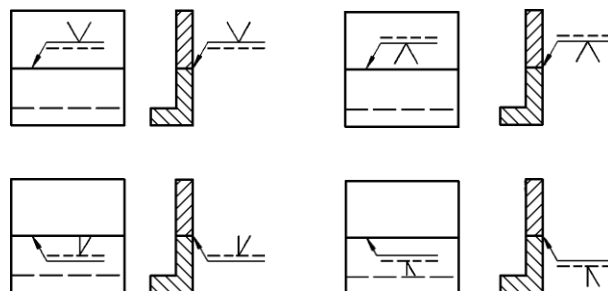
Slika 7 – zvar na strani puščice



Slika 8 – zvar na nasprotni strani puščice



Slika 9 – simetrični zvar

Primeri uporabe**Ilustracija zvara****Prikaz na tehnični risbi**

4.3. Priprava zvarnega spoja

Osnovne specifikacije

Glede na obliko zvara se izvede tudi priprava zvarnih robov po SIST EN ISO 9692-1:2013.

Pred varjenjem je potrebno površine na območju zvara očistiti, da se odstranijo luske, žlindra, rja, barve, olje, maščobe, razni drugi nanosi (npr. Cink) in vlaga.

V kolikor se pri varjenju uporabljajo zaščitna sredstva, ki preprečujejo oprijem obrizgov na zvarjencu, je po varjenju potrebno to zaščitno sredstvo popolnoma odstraniti in razmastiti površine, kjer je bilo uporabljeno! (to je važno za AKZ – barvanje, za varjenje to ni pomembno).

Predgrevanje

V splošnem predgrevanje ni potrebno za nizkoogljčna (konstrukcijska) jekla debeline manjše od 30mm. Kadar je potrebno predgrevanje, se temperatura določi v skladu s standardom SIST EN 1011-2:2001, na podlagi ogljikovega ekvivalenta - C_{ekv} .

$$C_{ekv} = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cr + \%Mo + \%V}{5} + \frac{\%Ni + \%Cu}{15}$$

$C_{ekv} = \text{do } 0,4 \dots \dots \dots \text{predgrevanje ni potrebno}$

$C_{ekv} = \text{do } 0,4 - 0,6 \dots \dots \dots \text{predgrevanje na } 100 \text{ do } 200^{\circ}\text{C}$

$C_{ekv} = \text{nad } 0,6 \dots \dots \dots \text{predgrevanje na } 200 \text{ do } 350^{\circ}\text{C}$

4.4. Velikost zvarov nedoločenih zvarnih spojev

V in HV-zvari so praviloma določeni z velikostjo posnetja (faze) na posameznih pozicijah varjencev. Razen če je z varilskim simbolom na tehnični risbi določen večji oz. manjši var.

Velikost sočelnih zvarov je enaka velikosti najtanjša debeline varjence.

Kotni zvari so označeni z oznako a ali z, velikost pa je odvisna od najmanjše debeline varjencev.

Velikost kotnega zvara je:

obojestranski var: $a = 0,35 \times \text{najmanjša debelina pločevine}$

enostranski var: $a = 0,7 \times \text{najmanjša debelina pločevine}$; vendar največ 12 mm



Slika 10 – velikost kotnega zvara

4.5. Varilne tolerance

Splošni tolerančni razredi, ki jih je potrebno upoštevati, so navedeni v preglednicah 9 in 10. Ustrezajo splošnim tolerancam po SIST EN ISO 13920:1998.

Tolerance linearnih dimenzij

Odstopanja tolerančnega razreda B, navedena v tabeli 9, veljajo za linearne dimenzije (zunanje dimenzije, notranje dimenzije, stopenjske mere, širine in centrirne dolžine).

Tabela 9 – tolerance na linearnih dimenzijah

Tolerančna kategorija	Nominalna dimenzija (območje)										
	2 to 30	> 30 to 120	> 120 to 400	> 400 to 1000	> 1000 to 2000	> 2000 to 4000	> 4000 to 8000	> 8000 to 12.000	> 12.000 to 16.000	> 16.000 to 20.000	> 20.000
B	± 1	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16

Tolerance ravnost, ploskost in paralelnosti

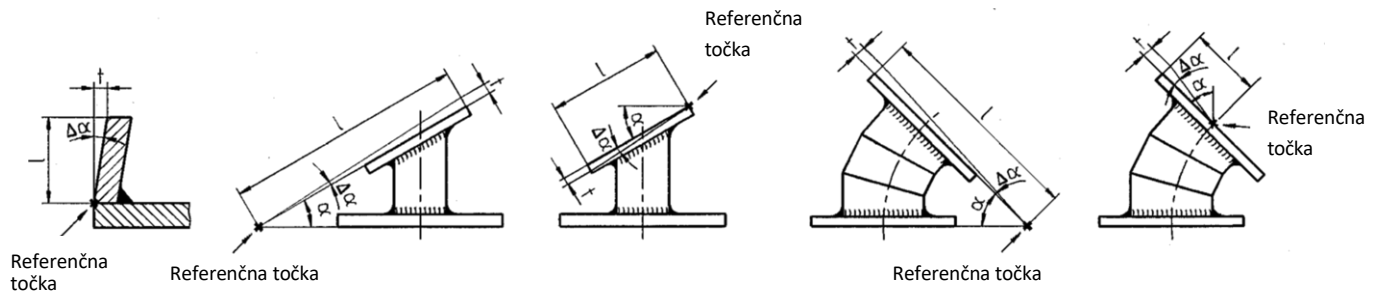
Odstopanja tolerančnega razreda F, navedena v tabeli 10, veljajo za celotne dimenzije varjenega dela, varjene sestave in za delne dolžine.

Tabela 10 – tolerance ravnosti, ploskosti in paralelnosti

Tolerančna kategorija	Nominalna dimenzija (območje) – dolžina daljše strani površine									
	> 30 to 120	> 120 to 400	> 400 to 1000	> 1000 to 2000	> 2000 to 4000	> 4000 to 8000	> 8000 to 12.000	> 12.000 to 16.000	> 16.000 to 20.000	> 20.000
F	± 1	$\pm 1,5$	± 3	$\pm 4,5$	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16

Tolerance kotnosti

Pri tolerancah kotnih dimenzij se za referenco uporablja krajši krak kota. Dolžina kraka se lahko meri tudi iz določene referenčne točke; v tem primeru je točka prikazana na risbi. Za pretvorbo kotnih dimenzij v linearne mere za merilne namene, so mejna odstopanja kotov v tabeli 11 dodatno navedena kot tangente vrednosti. Največji dovoljeni odklon v mm se izračuna tako, da se pomnoži tangenta vrednost z dolžino krajšega kraka.



Slika 11 – primeri kotnih toleranc

Tabela 11 – tolerance kotnosti

Tolerančna kategorija	Nominalna dimenzija (območje) – dolžina krajšega kraka					
	Up to 400	> 400 to 1000	> 1000	Up to 400	> 400 to 1000	> 1000
	Dovoljena odstopanja v stopinjah in minutah			Dovoljena odstopanja tangentskih vrednosti		
B	$\pm 0^{\circ}45'$	$\pm 0^{\circ}30'$	$\pm 0^{\circ}20'$	0,013	0,009	0,006

4.6. Stopnje sprejemljivosti, vrednotenje nepopolnosti

Vsi zvari za katere ni posebej določen razred kakovosti se izvajajo po razredu C v skladu standardom SIST EN ISO 5817:2014.

Kratke nepopolnosti (tabele - izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

Pri zvarih dolžine 100mm ali več se štejejo kot kratke nepopolnosti (v tabeli Short imperfection), če skupna dolžina nepopolnosti ni večja od 25 mm pri 100 mm dolgem zvaru, pri katerem nastane največ nepopolnosti. Pri zvarih, krajših od 100 mm, se za kratke nepopolnosti šteje, če dolžina nepopolnosti ne presega 25% dolžine zvara.

Ne glede na standard SIST EN ISO 5817:2014 so nedopustne naslednje napake:

601 - Obžig obloka

602 - Obrizg

Spenjalni zvari morajo biti obrušeni ali pa prevarjeni.

4.7. Dodatne zahteve za varjenje dvižnih naprav in pripomočkov

Vse naprave, sklopi, polizdelki, kaj se uporablja za dvig in manipulacijo, spada pod dvižne naprave. Proizvajalec mora za varjenje teh naprav upoštevati priporočila standardov SIST EN ISO 3834-2:2006 in SIST EN 1090-2:2018 – EXC2 in dodatno SIST EN 1090-3:2019 – EXC2 za varjenje aluminijastih konstrukcij. Ob končanem delu je potrebno priložiti dokumentacijo po izvedbenem standardu, za vsak varjenec, kjer se to zahteva.

Dokumenti SIST EN ISO 3834-2:2006:

- dokaz o certificiranosti proizvodnje po SIST EN ISO 3834-2:2006.
- dokaz o sledljivosti materiala in certifikati osnovnih ter dodajnih materialov (SIST EN ISO 3834-2:2006).
- dokaz o varilskem nadzoru (varilni dnevniki, usposobljeno osebje certifikati).
- WPQR – postopka (SIST EN ISO 15614-1:2017).
- WPS – (navodila za varjenje glede na WPQR).
- certifikati varilcev in izjavo o varilcih, ki so dejansko varili posamezen zvarjenec – (SIST EN ISO 9606-1:2018).
- merilni protokol in zapisnik izvedbe neporušnih preiskav (VT-100%, MT, UT in RT po zahtevah).

Dokumenti SIST EN 1090-2:2018 in SIST EN 1090-3:2019:

- dokaz o certificiranosti proizvodnje po SIST EN 1090-2:2018 ali SIST EN 1090-3:2019.
- dokaz o sledljivosti materiala in certifikati osnovnih ter dodajnih materialov (SIST EN ISO 3834-2:2006).
- dokaz o varilskem nadzoru (varilni dnevniki, usposobljeno osebje certifikati).
- WPQR – postopka (SIST EN ISO 15614-1:2017).
- WPS – (navodila za varjenje glede na WPQR).
- certifikati varilcev in izjavo o varilcih, ki so dejansko varili posamezen zvarjenec – (SIST EN ISO 9606-1:2018).
- merilni protokol in protokol in zapisnik izvedbe neporušnih preiskav (VT-100%, MT, UT in RT po zahtevah).
- Izjava o lastnostih.

5. MEHANSKA OBDELAVA IN KONČNE MERE IZDELKOV

5.1. Dosledna uporaba ISO 2768 standarda za tolerance prostih mer.

Za splošne tolerance za linearne mere, posnetja in zaokrožitve ter kote se upošteva ISO 2768 – mK, razred točnosti m. S tem je določena stopnja točnosti tudi za 7 geometrijskih lastnosti (Razred točnosti K).

ISO 2768-1

Razred točnosti	Dopustni odstopki [mm] za območje imenske mere [mm]							
	± 0.5 to 3	nad 3 do 6	nad 6 do 30	nad 30 do 120	nad 120 do 400	nad 400 do 1000	nad 1000 do 2000	nad 2000 do 4000
f (fine)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	-
m (medium)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
c (coarse)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
v (very coarse grob)	-	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8

ISO 2768-2

Razred točnosti	Splošne tolerance za premost in ravnost [mm]					
	Velikost robu oz. ploskve (daljša stranica) [mm]					
	do 10	nad 10 do 30	nad 30 do 100	nad 100 do 300	nad 300 do 1000	nad 1000 do 3000
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

Razred točnosti	Splošne tolerance za pravokotnost [mm]			
	Velikost robu oz. ploskve (krajša stranica) [mm]			
	do 100	nad 100 do 300	nad 300 do 1000	nad 1000 do 3000
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

Razred točnosti	Splošne tolerance za somernost (simetričnost) [mm]			
	Velikost robu oz. ploskve (krajša stranica) [mm]			
	do 100	nad 100 do 300	nad 300 do 1000	nad 1000 do 3000
H	0.5			
K	0.6		0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

5.2. Kakovost obdelave

Za vse mere v tolerančnem območju H8, H7, če ni posebej označeno, velja zahtevana minimalna kakovost obdelave Ra 3.2 !

Na splošno velja pravilo, da pomeni oznaka Ra 12,5 in boljše mehansko obdelavo. kakovost površine se označuje po standardu ISO 1302.

Na strojnih delih po mehanski obdelavi ne sme biti ostrih robov in ostankov opilkov . To pomeni, da je potrebno vse strojne dele ustrezno porobkati in počistiti.

5.3. Balansiranje

Upoštevati ISO 1940/1 in predpisane vrednosti na tehnični risbi/načrtu.

Na tehnični risbi mora biti označeno:

- Področje namenjeno odvzemu materiala za namen balansiranja (če ne gre drugače, potem z dodajanjem materiala), potrebno pa je ločiti med diskom in valjem. Dovolj je, da se disk balansira na eni strani, medtem ko je valj potrebno balansirati na obeh straneh.
- Dopisati je potrebno pri katerih vrtljajih uravnovesiti (obr./min)
- Kakovost balansiranja na primer G6,3,
- V primeru utora za moznik je potrebna jasna definicija, ali se uravnovesi z moznikom, polovico ali brez.

V kolikor je načrt za balansiranje pomanjkljiv (manjka recimo kak podatek), obvestiti konstrukcijo Ledinek Engineering. Izpolniti obrazec za balansiranje.

6. POVRŠINSKI NANOSI IN ZAŠČITE**6.1. Osnovna priprava površin izdelkov**

Upoštevati je potrebno minimalne zahteve za površinske nanose in zaščite. Pred kakršno koli površinsko protikorozijsko zaščito je potrebno izdelek primerno pripraviti, očistiti in zaščititi.

Površine morajo biti čiste ostankov varjenja, slabi vari popravljene. Ostanki mehanske obdelave morajo biti počiščeni, ostri robovi posneti. To pomeni da so površine brez ostankov mehanske obdelave, brez ostankov varjenja, ostružkov, emulzij, itd.

Vse površine morajo biti razmaščene, očiščene umazanije (tudi začasnih oznak proizvodnje) ter glede na zahteve posameznega postopka protikorozijske zaščite, temu primerno pripravljene. Vse obdelane površine in navojne ter tolerančne izvrtine (vse izvrtine in luknje obdelane na toleranco) morajo biti pokrite in zaščitene.

6.1.1. Barvanje

Če na risbi ni drugače označeno se vse strojno obdelane površine s hrapavostjo Ra 12.5 in bolj grobo - barvajo. Potrebno je upoštevati navodila proizvajalca barv in ostale morebitne zahteve glede temperature okolice in strojnega dela, vlažnosti, debeline nanosa, ali ostalih podanih posebnih zahtev.

Zagotovljeno mora biti popolno prekritje in enotnost izgleda barve. Vsak nanos barve mora biti enakomeren, brez vidnih ostankov kapljanja, mehurjev, luščenja, poroznosti in ostalih napak ter nanešen na primerno površino (prejšnjega sloja).

Če tip posamezne barve zahteva posebno površinsko obdelavo pred nanosom barve, je to potrebno upoštevati (peskanje pred nanosom osnovne barve).

Če ni drugače določeno, morajo biti zvarjenci oz. strojni deli pobarvani z označeno barvo RAL proizvajalca Christ Lacke Avstrija - EBEPHEN AC STRUKTURLACK, debelina nanosa min 80-90µm, pri nekaterih projektih je zahtevana debelina nanosa 120 µm.

Spodnja tabela prikazuje tudi razmerja mešanja:

MATERIAL	TRDILEC + RAZMERJE MEŠANJA	REDČILO + RAZMERJE MEŠANJA
Ebephen AC Strukturlack	Harter 870 5:1 utežno	Redčilo 665 Max 5%
Ebelux A10	Harter 490 5:1 utežno	Redčilo 493 po potrebi

Podlaga za RAL 2005 mora biti obvezno v belem RAL-u !

POSTOPEK STANDARDNEGA BARVANJA

Podlaga mora biti suha, čista, brez sledi prahu in maščob.

Barvanje temelja:

vse komponente se najprej oplastijo s temeljem EBELUX A10, debeline do 60 µm. Priporoča se kontrola debeline nanosa mokrega filma z glavnikom, kasneje pa suhega z mikrometrom.

Barvanje končnega premaza:

Ko se temelj posuši se prelakira z EBEPHEN AC STRUKTURLACK, debeline do 60 µm. Pomembno je ponovno upoštevati tehnični list in kontrolirati debelino. Za enoten videz je dogovorjeno, da se EBEPHEN AC STRUKTURLACK vmešan s trdilcem 870 v razmerju, ne redči več kot 5%, uporablja pa se šoba za klasično lakiranje do 2.0 mm in airmiks 2.0 mm. Airles ni primeren za končno lakiranje. Zelo pomaga, da je dotok zraka na šobo malo manjši, in se struktura uravnava z dotokom materiala.

Spodaj tudi slika na kateri je prikazan končni izdelek, ki je pobarvan po zapisanih navodilih.



V izogib težavam pri sušenju se priporočajo temperature nad 15 °C.

6.1.2. Čiščenje

Vse površine, ki so strojno obdelane s hrapavostjo bolj fino od Ra 12.5 se ne barvajo. Prav tako se ne barvajo, oziroma se primerno zaščitijo vse navojne izvrtine in izvrtine izdelane na toleranco, ipd.

Če se po pomoti pobarvajo, morajo biti vse te površine in izvrtine očiščene. Zaščitni trakovi in ostali zaščitni material se po barvanju odstrani.

6.2. Bruniranje

Bruniranje je način protikorozijske zaščite kovin, ki temelji na kemijski spremembi površine. Vsi zvarjenci oz. strojni deli, pri katerih je zahtevano bruniranje, morajo biti brunirani po postopku **vročega** bruniranja. Pred postopkom bruniranja morajo biti ustrezno razmaščeni.

Pomembno je, da se vroče bruniranje izvaja na temperaturi, ki ne povzroča sprememb trdnosti materiala in dimenzijskih sprememb. Po vročem bruniranju se strojni kosi premažejo s posebno emulzijo ali oljem.

6.3. Cinkanje

Standard DIN 50961

Cinkanje je namenjeno zaščiti kovin pred vremenskimi vplivi in korozijo (rjo).

Pred cinkanjem na strojnih delih ne sme biti ostankov barv, ali drugih površinskih zaščit. Zvari morajo biti očiščeni in ne porozni. V primeru večjih zvarjencev oz. strojnih delov, morajo biti na njih izvrtine za obešanje in luknje za iztok galvanskih tekočin.

V naši tehnični dokumentaciji zahtevamo galvansko cinkanje (hladno cinkanje). To je cinkanje z nanosom cinkove prevleke med 8 - 12 μm .

Izredno se za posamezno naročilo zahteva tudi vroče cinkanje po standardu ISO 1461. Kar ni izrecno navedeno na tehnični dokumentaciji ampak predhodno dogovorjeno v pisni obliki.

Pozornost je potrebno usmeriti na strojne dele, ki imajo predpisane »ozke« tolerance (primer: toleranca H luknje v verižniku). Tukaj je potrebno prilagoditi proizvodni postopek in seveda po opravljenem galvanskem cinkanju ustrezno premeriti posamezne strojne dele, da dejanske tolerančne mere ne presežejo predpisanih tolerančnih mer.

6.4. Kromanje

Za nas je pomembno predvsem TRDO KROMANJE.

Uporablja se za površine strojnih delov oz. zvarjencev (drsniki, vrtljivi deli), ki so izpostavljeni večjim silam, hitrostim in posledično nagnjeni k večji obrabi. Zaradi visoke trdote, ki jo dosega trdi krom, so kromane površine še posebej odporne proti obrabi in koroziji, doseže se tudi nizek koeficient trenja.

Postopek kromanja je sledeč: s pomočjo elektrolize se trdi krom nanese na točno določeno mesto, neposredno na osnovni material od 0,03 mm do 1 mm. Proces trdega kromanja se izvaja v kopeli pri 55 °C in ne povzroča sprememb na osnovnem materialu obdelovanca.

6.5. Druge površinske obdelave

6.5.1. Peskanje

S pomočjo peskanja pripravimo (očistimo) zvarjence oz. strojne dele na postopek nanašanja površinske zaščite.

Specifikacije za kovinsko peskanje: EN ISO 11124-1 - EN ISO 11124-4. Preskusne metode za kovinsko peskanje: EN ISO 11125-1 - EN ISO 11125-7.

Površina po peskanju X mora ustrezati zahtevi »Max = Sa 2« po ISO 8501-1.

Glej sliko:

	Brush Off	Industrial	Commercial	Near White	White Metal
	SSPC SP7 NACE No.4 ISO Sa 1	SSPC SP14 NACE No.8 ISO --	SSPC SP6 NACE No.3 ISO SA 2	SSPC SP10 NACE No.2 ISO --	SSPC SP5 NACE No.1 ISO SA 3
			ISO SA 2 1/2 up to 15% stains, shadows		
Loose Material	None	None	None	None	None
Tight Material	100%	up to 10%	None	None	None
Stains, Shadows	100%	100%	up to 33%	up to 5%	None

7. OZNAČEVANJE, TRANSPORT IN ZAŠČITA

7.1. Označevanje

Nalepke

Vsi zvarjenci oz. strojni deli (identi -ID) morajo biti opremljeni z nalepko. Na nalepki so podatki o nazivu ID-ja, površinski zaščiti, številu kosov in o delovnem nalogu. Nalepka je osnova za prevzem ID-ja v prevzemni službi. Zato je zelo pomembna pri procesu dobave zvarjencev oz. strojnih delov. Nalepke natisne podjetje LEDINEK ENG. in jih pošlje (osebno preda) dobavitelju. Dobavitelj pa mora posamezne idente ustrezno opremiti z nalepkami. Za eno naročeno pozicijo se natisne ena nalepka, ne glede na število kosov posameznega naročenega identa. V primeru, ko pride do izgube nalepk, se lahko natisnejo nove nalepke. V primeru, da dobavitelj nalepk ne dobi, pa je dolžan idente označiti na kakšen drug način (alkoholni marker) in predložiti tehnične risbe dobavljenih identov. Drobni material pakirati na vidno mesto, v posebne škatle ali palete.

Graviranje zvarjencev oz. strojnih delov.

Z graviranjem dosežemo tudi lažjo sledljivost in lažje obvladovanje servisnih in vzdrževalnih posegov. Gravira se 6 mestna številka ID-ja na mestu, ki je označeno na tehnični risbi. Če graviranje ni označeno, se gravira na dostopnem mestu, kjer ne bo oviralo nadaljnje montaže oz. sestave. Če nam posamezni zvarjenec oz. strojni del omogoča, graviramo tako globoko, da je tudi po površinski zaščiti mogoče prebrati gravirano številko ID-ja.

7.2. Transport

Pri transportu in manipulaciji je potrebno paziti, da se protikorozijske zaščite ne poškodujejo. Vse elemente je potrebno primerno pripraviti na transport, da ne pride do poškodb protikorozijske zaščite. Elementi morajo biti zloženi tako, da omogočajo razkladanje z viličarjem (zadostna razdalja med elementi vsaj 100 mm). Sklopi morajo biti pakirani skupaj. Spodnji primeri nazorno prikazujejo primere dobre prakse:

- vilice na viličarju je potrebno podložiti z gumijastimi podlogami,
- strojni deli morajo biti dovolj suhi, da se barva ne poškoduje že med samim transportom,
- mesta stikov napenjalnih trakov za pritrditev naj bodo podložena z vmesnim mehkejšim materialom.

7.3. Skladiščenje

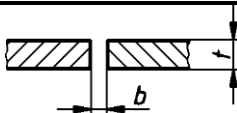
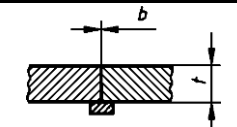
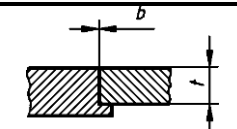
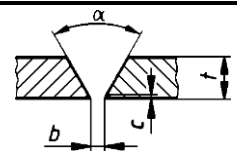
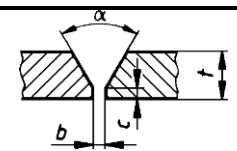
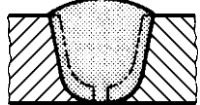
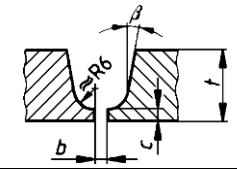
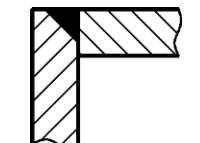
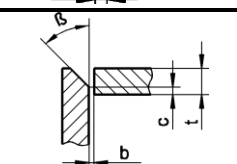
Strojni deli morajo biti skladiščeni v suhem in pokritem prostoru. Ne smejo biti izpostavljeni vremenskim vplivom. Samo na tak način lahko preprečimo poškodbe barve, ali nastanek korozije. Pri manipulaciji strojnih delov znotraj skladišča je potrebno upoštevati vse napotke zajete v točki Transport.

8. KAKOVOST

- Na zahtevo LE je dobavitelj dolžan omogočiti predstavniku LE izvajanje presoj sistema vodenja kakovosti, presoj proizvodnega procesa, ki bi jih LE opravil v okviru presoj procesov v podjetju Kupca. Dobavitelj mora zagotoviti popolno sodelovanje in pomoč svojega strokovnega osebja.
- Dobavitelj je dolžan na zahtevo LE predložiti vso dokumentacijo o nadzoru kakovosti. Dobavitelj se obvezuje, da bo dokumentacijo o nadzoru kakovosti hranil v skladu z zakonodajo, določili minimalno pet let od posamezne oz. zadnje dobave blaga.
- Dobavitelj je LE na njegovo zahtevo dolžan omogočiti dostop do vseh zapisov, vezanih na testiranja in nadzor kakovosti, in nuditi strokovno podporo v primeru dobav proizvodov, za katere se zahtevajo dodatna varnostna preverjanja s strani neodvisnih pooblaščenih inštitucij.
- Dobavitelj zagotavlja, da so vsi njegovi poddobavitelji zavezani k spoštovanju določil tega poglavja.
- Preverjanje skladnosti naročenih proizvodov z zahtevami iz naročil se opravi po dobavi oz. v procesu proizvodnje dobavitelja. Dobavitelj je LE, v procesu izdelave nabavnih proizvodov, dolžan zagotoviti možnost pregleda kakovosti nabavnih proizvodov, ki so predmet naročila ali nabavne pogodbe v proizvodnih prostorih dobavitelja. V primeru ugotovljenih neskladnosti LE pisno obvesti dobavitelja takoj, ko je le ta odkrita v procesu prevzema ali proizvodnje.

9. PRILOGE

Načini priprave zvarnih robov na jeklih (izvleček iz standarda SIST EN ISO 9692-1:2013)

Weld				Groove shape						Recommended welding process (as in ISO 4063: 2009-08)	Remarks
Ref. No.	Material thickness t	Designation	Symbol (acc. to ISO 2553: 1992-10)	Representation	Section	Dimensions					
						Angle α, β	Gap b	Root face thickness c	Groove face height h		
1.2.1	≤ 4	Square preparation	II			-	$b \approx t$	-	-	3 111 141	-
1.2.2	$3 < t \leq 8$						$6 \leq b \leq 8$			13	With backing strip
	≤ 15						$\approx t$			141	
							≤ 1 0			52	
1.2.3	≤ 100	Square preparation with backing				-	30	-	-	51 72	-
1.2.4		Square preparation with centering lip									
1.3	$3 \leq t \leq 10$	Single-V preparation	V			$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	≤ 4	≤ 2	-	3 111 13 141	With backing strip where applicable
	$8 < t \leq 12$					$6^\circ \leq \alpha \leq 8^\circ$	-			52	
1.5	$5 \leq t \leq 40$	Single-V preparation with broad root face	Y			$\alpha \approx 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	$2 \leq c \leq 4$	-	111 13 141	-
1.8	> 12	Single-U preparation	U			$8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	≤ 4	≤ 3	-	111 13 141	-
-	$10 \leq t \leq 25$	Single-bevel preparation	Z			$8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	$35 \leq b \leq 60$	$1 \leq c \leq 2$	-	-	-

Načini priprave zvarnih robov na jeklih (izvleček iz standarda SIST EN ISO 9692-1:2013)

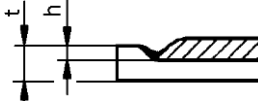
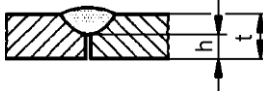
Weld					Groove shape				Recommended welding process (as in ISO 4063: 2009-08)	Remarks	
Ref. No.	Material thickness t	Designation	Symbol (acc. to ISO 2553: 1992-10)	Representation	Section	Dimensions					
						Angle α, β	Gap b	Root face thickness c			Groove face height h
1.9.1	$3 < t \leq 10$	Single-bevel preparation				$35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	-	111 13 141	-
1.9.2											
1.10	> 16	Steep-flanked single bevel preparation				$15^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$6 \leq b \leq 12$	-	-	111	With backing strip
							≈ 12			13 141	
1.11	> 16	Single-J preparation (J-groove)				$10^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	$2 \leq b \leq 4$	$1 \leq c \leq 2$	-	111 13 141	-
2.1	≤ 8	Square preparation				-	$t \approx 2$	-	-	111 141	-
	≤ 15						$t \leq 2$	-	-	13	
	0						-	-	52		
2.5.1	> 10	Double-V preparation (X-groove)				$\alpha \approx 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	≤ 2	$t \approx 2$	111 141	-
						$40^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$				13	

Načini priprave zvarnih robov na jeklih (izvleček iz standarda SIST EN ISO 9692-1:2013)

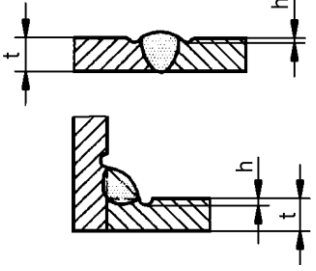
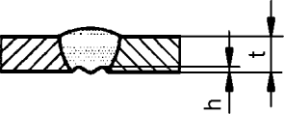
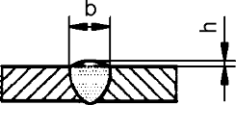
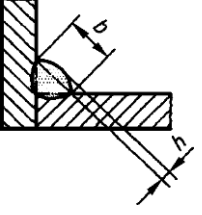
Weld					Groove shape				Recommended welding process (as in ISO 4063: 2009-08)	Remarks	
Ref. No.	Material thickness t	Designation	Symbol (acc. to ISO 2553: 1992-10)	Representation	Section	Dimensions					
						Angle α, β	Gap b	Root face thickness c	Groove face height h		
2.5.2	> 10	Asymmetrical double-V preparation				$\alpha_1 \approx 60^\circ$ $\alpha_2 \approx 60^\circ$	$1 \leq b \leq 3$	≤ 2	$\approx \frac{t}{3}$	111 141	
						$40^\circ \leq \alpha_1 \leq 60^\circ$ $40^\circ \leq \alpha_2 \leq 60^\circ$				13	
2.7	≥ 30	Double-U preparation				$8^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$	≤ 3	≈ 3	$\approx \frac{t - c}{2}$	111 13 141	This groove can also be asymmetrical, similar to the asymmetrical double-V preparation.
2.9.1	> 10	Double-bevel preparation (K-groove)				$35^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$	$1 \leq b \leq 4$	≤ 2	$h = \frac{t}{2}$ or $h = \frac{t}{3}$	111 13 141	
2.9.2											
2.11	> 30	Double-J preparation				$10^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$	≤ 3	≥ 2	$= \frac{t - c}{2}$	111 13 141	
								< 2	$\approx \frac{t}{2}$		

This groove can also be asymmetrical, similar to the asymmetrical double-V preparation.

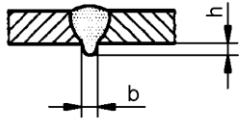
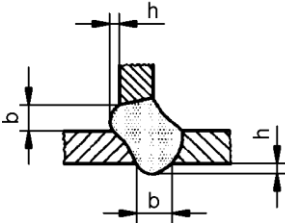
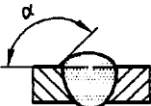
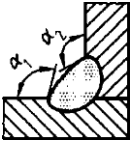
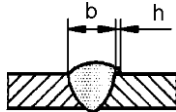
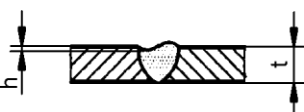
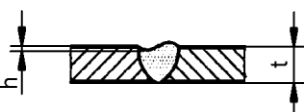
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - površinske (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
1 Surface imperfections							
1.1	100	Crack	-	≥ 0,5	Not permitted	Not permitted	Not permitted
1.2	104	Crater crack	-	≥ 0,5	Not permitted	Not permitted	Not permitted
1.3	2017	Surface pore	Maximum dimension of a single pore for - butt welds - fillet welds	0,5 to 3	d ≤ 0,3 s d ≤ 0,3 a	Not permitted	Not permitted
			Maximum dimension of a single pore for - butt welds - fillet welds	> 3	d ≤ 0,3 s, but max. 3 mm d ≤ 0,3 a, but max. 3 mm	d ≤ 0,2 s, but max. 2 mm d ≤ 0,2 a, but max. 2 mm	Not permitted
1.4	2025	End crater pipe		0,5 to 3	h ≤ 0,2 t	Not permitted	Not permitted
				> 3	h ≤ 0,2 t, but max. 2 mm	h ≤ 0,1 t, but max. 1 mm	Not permitted
1.5	401	Lack of fusion (incomplete fusion)	-	≥ 0,5	Not permitted	Not permitted	Not permitted
		Micro lack of fusion	Only detectable by micro examination		Permitted	Permitted	Not permitted
1.6	4021	Incomplete root penetration	Only for single-side butt welds 	≥ 0,5	Short imperfection: h ≤ 0,2 t, but max. 2 mm	Not permitted	Not permitted

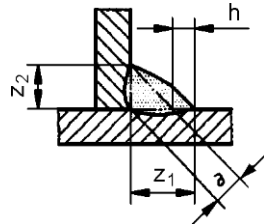
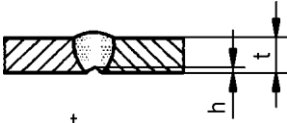
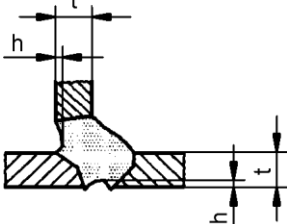
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - površinske (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
1.7	5011 5012	Continuous weld undercut Intermittent weld undercut	Smooth transition is required. Not regarded as systematic imperfection. 	0,5 to 3	Short imperfection: $h \leq 0,2 t$	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$	Not permitted
				> 3	$h \leq 0,2 t$, but max. 1 mm	$h \leq 0,1 t$, but max. 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$, but max. 0,5 mm
1.8	5013	Shrinkage groove	Smooth transition is required. 	0,5 to 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$	Not permitted
				> 3	Short imperfection: $h \leq 0,2 t$, but max. 2 mm	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$, but max. 1 mm	Short imperfection: $h \leq 0,05 t$, but max. 0,5 mm
1.9	502	Excess weld metal (butt weld)	Smooth transition is required. 	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, but max. 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, but max. 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, but max. 5 mm
1.10	503	Excessive convex- ity (fillet weld)	 	$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$, but max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$, but max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$, but max. 3 mm

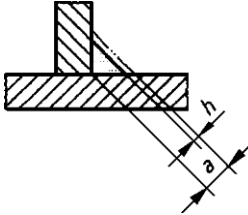
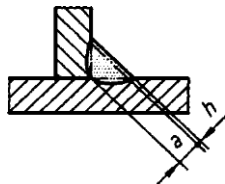
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - površinske (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
1.11	504	Excessive root reinforcement		0,5 to 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 b$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 1,0 b$, but max. 5 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,6 b$, but max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 b$, but max. 3 mm
1.12	505	Incorrect weld toe	- butt welds 	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$	$\alpha \geq 150^\circ$
			- fillet welds  $a_1 \geq \alpha$ $a_2 \geq \alpha$	$\geq 0,5$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha \geq 100^\circ$	$\alpha \geq 110^\circ$
1.13	506	Overlap		$\geq 0,5$	$h \leq 0,2 b$	Not permitted	Not permitted
1.14	509	Sagging	Smooth transition is required. 	0,5 to 3	Short imperfection: $h \leq 0,25 t$	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$	Not permitted
	511	Incompletely filled groove		> 3	Short imperfection: $h \leq 0,25 t$ but max. 2 mm	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$ but max. 1 mm	Short imperfection: $h \leq 0,05 t$ but max. 0,5 mm
1.15	510	Burn through	-	$\geq 0,5$	Not permitted	Not permitted	Not permitted

Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - površinske (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
1.16	512	Excessive asymmetry of fillet weld (excessive unequal leg length)	In cases where an asymmetric fillet weld has not been specified. 	$\geq 0,5$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,2 a$	$h \leq 2 \text{ mm} + 0,15 a$	$h \leq 1,5 \text{ mm} + 0,15 a$
1.17	515	Root concavity	Smooth transition is required. 	0,5 to 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$	Not permitted
				> 3	Short imperfection: $h \leq 0,2 t$, but max. 2 mm	Short imperfection: $h \leq 0,1 t$, but max. 1 mm	Short imperfection: $h \leq 0,05 t$, but max. 0,5 mm
1.18	516	Root porosity	Spongy formation at the root of a weld due to bubbling of the weld metal at the moment of solidification. (e.g. lack of gas backing)	$\geq 0,5$	Locally permitted	Not permitted	Not permitted
1.19	517	Poor restart	-	$\geq 0,5$	Permitted. The limit depends on the type of imperfection occurred due to restart.	Not permitted	Not permitted

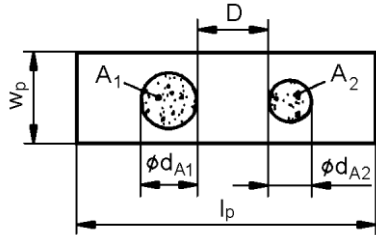
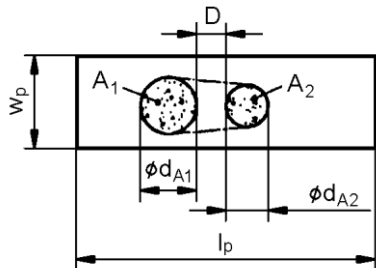
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - površinske (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
1.20	5213	Insufficient throat thickness	Not applicable to processes with proof of greater depth of penetration. 	0,5 to 3	Short imperfection: $h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$	Short imperfection: $h \leq 0,2 \text{ mm}$	Not permitted
				> 3	Short imperfection: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, but max. 2 mm	Short imperfection: $h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$, but max. 1 mm	Not permitted
1.21	5214	Excessive throat thickness	The actual throat thickness of the fillet weld is too large. 	$\geq 0,5$	Permitted	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,2 a$, but max. 4 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 a$, but max. 3 mm
1.22	601	Stray arc	-	$\geq 0,5$	Permitted if the parent-metal properties are not affected.	Not permitted	Not permitted
1.23	602	Welding spatter	-	$\geq 0,5$	Acceptance depends on application, e.g. material, corrosion protection		

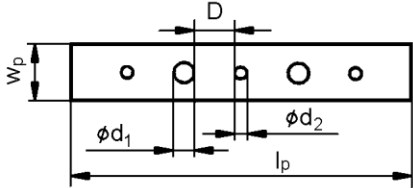
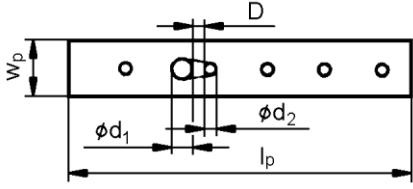
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t	Limits for imperfections for quality level		
				mm	D	C	B
2 Internal imperfections							
2.1	100	Crack	All types of cracks, except micro cracks and crater cracks.	≥ 0,5	Not permitted	Not permitted	Not permitted
2.2	1001	Micro crack	A crack usually only visible under the microscope. (50 x).	≥ 0,5	Permitted	Acceptance depends on the type of parent metal with particular reference to crack sensitivity.	2.2
2.3	2011 2012	Gas pore Uniformly distributed porosity	The following conditions and limits for imperfections shall be fulfilled; see also DIN EN ISO 5817:2006-10 Annex B for information.				
			a1) Maximum dimension of the area of the imperfection (including systematic imperfection) related to the projected area	≥ 0,5	For single layer: ≤ 2,5 % For multi-layer: ≤ 5 %	For single layer: ≤ 1,5 % For multi-layer: ≤ 3 %	For single layer: ≤ 1 % For multi-layer: ≤ 2 %
			NOTE: The porosity in the projected area depends on the number of layers (volume of the weld)				
			a2) Maximum dimension of the cross-section area of the imperfection (incl. systematic imperfection) related to the fracture area (only applicable to production, welder or procedure tests)	≥ 0,5	≤ 2,5 %	≤ 1,5 %	≤ 1 %
			b) Maximum dimension of a single pore for - butt welds - fillet welds	≥ 0,5	d ≤ 0,4 s, but max. 5 mm d ≤ 0,4 a, but max. 5 mm	d ≤ 0,3 s, but max. 4 mm d ≤ 0,3 a, but max. 4 mm	d ≤ 0,2 s, but max. 3 mm d ≤ 0,2 a, but max. 3 mm

Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
2.4	2013	Clustered (local-ized) porosity	Case 1 ($D > d_{A2}$)  Case 2 ($D < d_{A2}$)  Sum of the different pore areas ($A_1 + A_2 + \dots$) related to the evaluation area $l_p \times w_p$ (case 1). The reference length for l_p is 100 mm. If D is less than d_{A1} or d_{A2}, whichever is smaller, the envelope surrounding the porosity areas $A_1 + A_2$ shall be considered as one area of imperfection (case 2).				

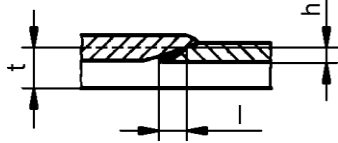
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
2.4	2013	Clustered (local- ized) porosity	The following conditions and limits for imperfections shall be fulfilled; see also DIN EN ISO 5817:2006-10 Annex A for information. a) Maximum dimension of the summation of the projected area of the imperfection (incl. systematic imperfection) b) Maximum dimension of a single pore for - butt welds - fillet welds	$\geq 0,5$ $\geq 0,5$	$\leq 16 \%$ $d \leq 0,4 s$, but max. 4 mm $d \leq 0,4 a$, but max. 4 mm	$\leq 8 \%$ $d \leq 0,3 s$, but max. 3 mm $d \leq 0,3 a$, but max. 3 mm	$\leq 4 \%$ $d \leq 0,2 s$, but max. 2 mm $d \leq 0,2 a$, but max. 2 mm
2.5	2014	Linear porosity	Case 1 ($D > d_2$)  Case 2 ($D < d_2$)  The sum of the different pore areas related to the evaluation area $l_p \times w_p$ (case 1). When D is smaller than the smallest diameter of a neighbouring pore, the full connected area of the two pores shall be applied to the sum of the imperfection (case 2).				

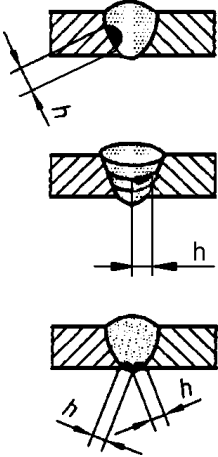
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	T mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
2.5	2014	Linear porosity	The following conditions and limits for imperfections shall be fulfilled; see also DIN EN ISO 5817:2006-10 Annex A for information. a1) Maximum dimension of the area of the imperfection (incl. systematic imperfection) related to the projected area NOTE: The porosity in the projected area depends on the number of layers (volume of the weld)	≥ 0,5	For single layer: ≤ 8 % For multi-layer: ≤ 16 %	For single layer: ≤ 4 % For multi-layer: ≤ 8 %	For single layer: ≤ 2 % For multi-layer: ≤ 4 %
			a2) Maximum dimension of the cross-section area of the imperfection (incl. systematic imperfection) related to the fracture area (only applicable to production, welder or procedure tests)	≥ 0,5	≤ 8 %	≤ 4 %	≤ 2 %
			b) Maximum dimension of a single pore for - butt welds - fillet welds	≥ 0,5	d ≤ 0,4 s, but max. 4 mm d ≤ 0,4 a, but max. 4 mm	d ≤ 0,3 s, but max. 3 mm d ≤ 0,3 a, but max. 3 mm	d ≤ 0,2 s, but max. 2 mm d ≤ 0,2 a, but max. 2 mm

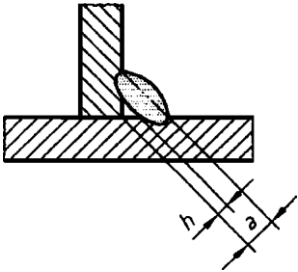
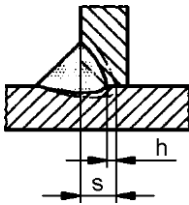
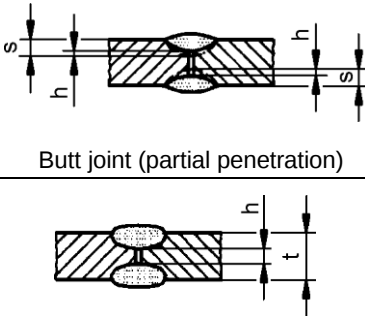
Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

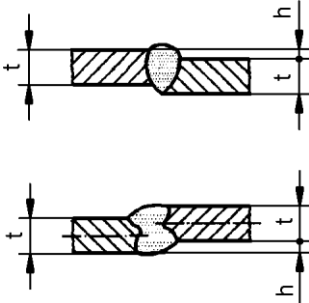
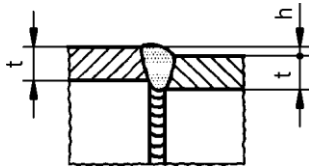
No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
2.6	2015 2016	Elongated cavity Wormhole	- butt welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, but max. 4 mm $l \leq s$, but max. 75 mm	$h \leq 0,3 s$, but max. 3 mm $l \leq s$, but max. 50 mm	$h \leq 0,2 s$, but max. 2 mm $l \leq s$, but max. 25 mm
			- fillet welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, but max. 4 mm $l \leq a$, but max. 75 mm	$h \leq 0,3 a$, but max. 3 mm $l \leq a$, but max. 50 mm	$h \leq 0,2 a$, but max. 2 mm $l \leq a$, but max. 25 mm
2.7	202	Shrinkage cavity	-	$\geq 0,5$	Short imperfection permitted, but not breaking of the surface - butt welds: $h \leq 0,4 s$, but max. 4 mm - fillet welds: $h \leq 0,4 a$, but max. 4 mm	Not permitted	Not permitted
2.8	2024	Crater pipe	 The bigger of the dimensions h or l shall be measured.	0,5 to 3 > 3	$h \text{ or } l \leq 0,2 t$ $h \text{ or } l \leq 0,2 t$, but max. 2 mm	Not permitted	Not permitted
2.9	300 301 302 303	Solid inclusion Slag inclusion Flux inclusion Oxide inclusion	- butt welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, but max. 4 mm $l \leq s$, but max. 75 mm	$h \leq 0,3 s$, but max. 3 mm $l \leq s$, but max. 50 mm	$h \leq 0,2 s$, but max. 2 mm $l \leq s$, but max. 25 mm
			- fillet welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, but max. 4 mm $l \leq a$, but max. 75 mm	$h \leq 0,3 a$, but max. 3 mm $l \leq a$, but max. 50 mm	$h \leq 0,2 a$, but max. 2 mm $l \leq a$, but max. 25 mm
2.10	304	Metallic inclusion other than copper	- butt welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 s$, but max. 4 mm	$h \leq 0,3 s$, but max. 3 mm	$h \leq 0,2 s$, but max. 2 mm
			- fillet welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,4 a$, but max. 4 mm	$h \leq 0,3 a$, but max. 3 mm	$h \leq 0,2 a$, but max. 2 mm
2.11	3042	Copper inclusion	-	$\geq 0,5$	Not permitted	Not permitted	Not permitted

Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

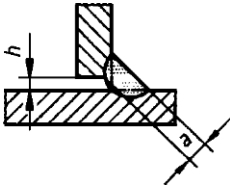
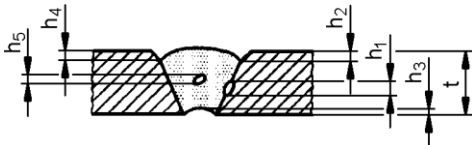
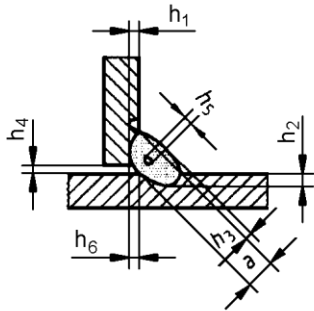
No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
2.12	401	Lack of fusion (incomplete fusion)		≥ 0,5	Short imperfection permitted. - butt welds: $h \leq 0,4 s$, but max. 4 mm - fillet welds: $h \leq 0,4 a$, but max. 4 mm	Not permitted	Not permitted
	4011	Lack of side wall fusion					
	4012	Lack of inter-run fusion					
	4013	Lack of root fusion					

Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - notranje (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

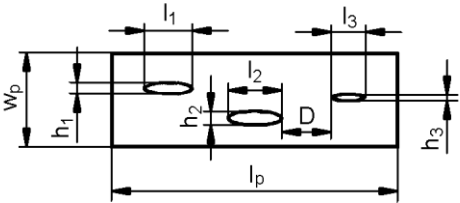
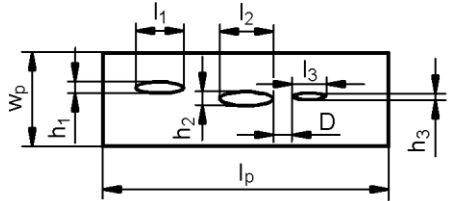
No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
2.13	402	Lack of penetration	 T-joint (fillet weld)	> 0,5	Short imperfection: $h \leq 0,2 a$, but max. 2 mm	Not permitted	Not permitted
			 T-joint (partial penetration)	$\geq 0,5$	Short imperfection: - butt joint: $h \leq 0,2 s$, but max. 2 mm - T-joint: $h \leq 0,2 a$, but max. 2 mm	Short imperfection: - butt weld: $h \leq 0,1 s$, but max. 1,5 mm - fillet weld: $h \leq 0,1 a$, but max. 1,5 mm	Not permitted
			 Butt joint (full penetration)	$\geq 0,5$	Short imperfection: $h \leq 0,2 t$, but max. 2 mm	Not permitted	Not permitted

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
3 Imperfections in joint geometry							
3.1	507	Linear misalign- ment	The limits relate to deviations from the correct position. Unless otherwise specified, the position is correct when the centerlines coincide (see also Section 1). t refers to the smaller thickness.  Fig. A: Plates with longitudinal welds	0,5 to 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,25 t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,15 t$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$
				> 3	$h \leq 0,25 t$, but max. 5 mm	$h \leq 0,15 t$, but max. 4 mm	$h \leq 0,1 t$, but max. 3 mm
			 Fig. B: Circumferential welds	$\geq 0,5$	$h \leq 0,5 t$, but max. 4 mm	$h \leq 0,5 t$, but max. 3 mm	$h \leq 0,5 t$, but max. 2 mm

Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - geometrijske napake spoja (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
3.2	617	Incorrect root gap for fillet welds	A gap between the parts which are joined. Gaps exceeding the permitted limit may in special cases be compensated by appropriate additional fillet weld thickness. 	0,5 to 3	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,3 \text{ mm} + 0,1 a$	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 a$
				> 3	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,3 a$, but max. 4 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,2 a$, but max. 3 mm	$h \leq 0,5 \text{ mm} + 0,1 a$, but max. 2 mm
4 Multiple imperfections							
4.1	None	Multiple imperfections in any cross-section ^a	 $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$  $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = \Sigma h$	0,5 to 3	Not permitted	Not permitted	Not permitted
				> 3	Maximum total height of imperfections $\Sigma h \leq 0,4 t$ or $\leq 0,25 a$	Maximum total height of imperfections $\Sigma h \leq 0,3 t$ or $\leq 0,2 a$	Maximum total height of imperfections $\Sigma h \leq 0,2 t$ or $\leq 0,15 a$

Stopnje sprejemljivosti nepopolnosti - geometrijske napake spoja (izvleček iz standarda SIST EN ISO 5817:2014)

No.	Ref. No. acc. to ISO 6520-1: 1998	Imperfection Designation	Remarks	t mm	Limits for imperfections for quality level		
					D	C	B
4.2	None	Projected or cross-section area in longitudinal direction	Case 1 ($D > l_3$)  $h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + h_3 \times l_3 = \sum h \times l$ Case 2 ($D < l_3$)  $h_1 \times l_1 + h_2 \times l_2 + \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \right) \times D + h_3 \times l_3 = \sum h \times l$ The sum of the areas $\sum h \times l$ shall be calculated as a percentage of the evaluation area $l_p \times w_p$ (case 1). When D is smaller than the shorter length of one of the neighbouring imperfections, the full connection of the two imperfections shall be applied to the sum of imperfections (case 2).	$\geq 0,5$	$\sum h \times l \leq 16 \%$	$\sum h \times l \leq 8 \%$	$\sum h \times l \leq 4 \%$