



Friction Stir Welding European Qualifications

EVROPSKI FSW SPECIALIST (EFSW-S) IN TEHNOLOG (EFSW-E)



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



7. Kakovost

področje:

7.1 Destruktivno testiranje

7.2 Standardi za testiranje in merila sprejemljivosti

7.3 Nedestruktivno preskušanje (NDT)

7.4 Standardi za ne-destruktivnih testiranje in merila sprejemljivosti

7.5 umerjanje opreme in sledenje

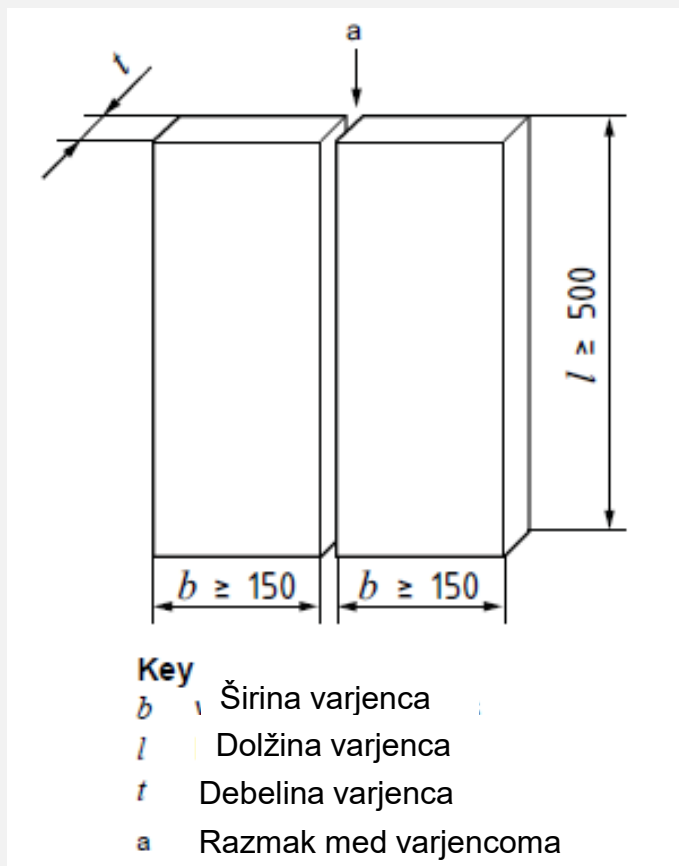
7.1 Destruktivna testiranje

Destruktivno preskušanje zvarnih spojev v FSW je povezan z varilnimi postopki (WPQR). Ker večina poslovnih aplikacij FSW vključuje aluminij in aluminijeve zlitine imamo standarde, se ukvarja samo s to kovino:

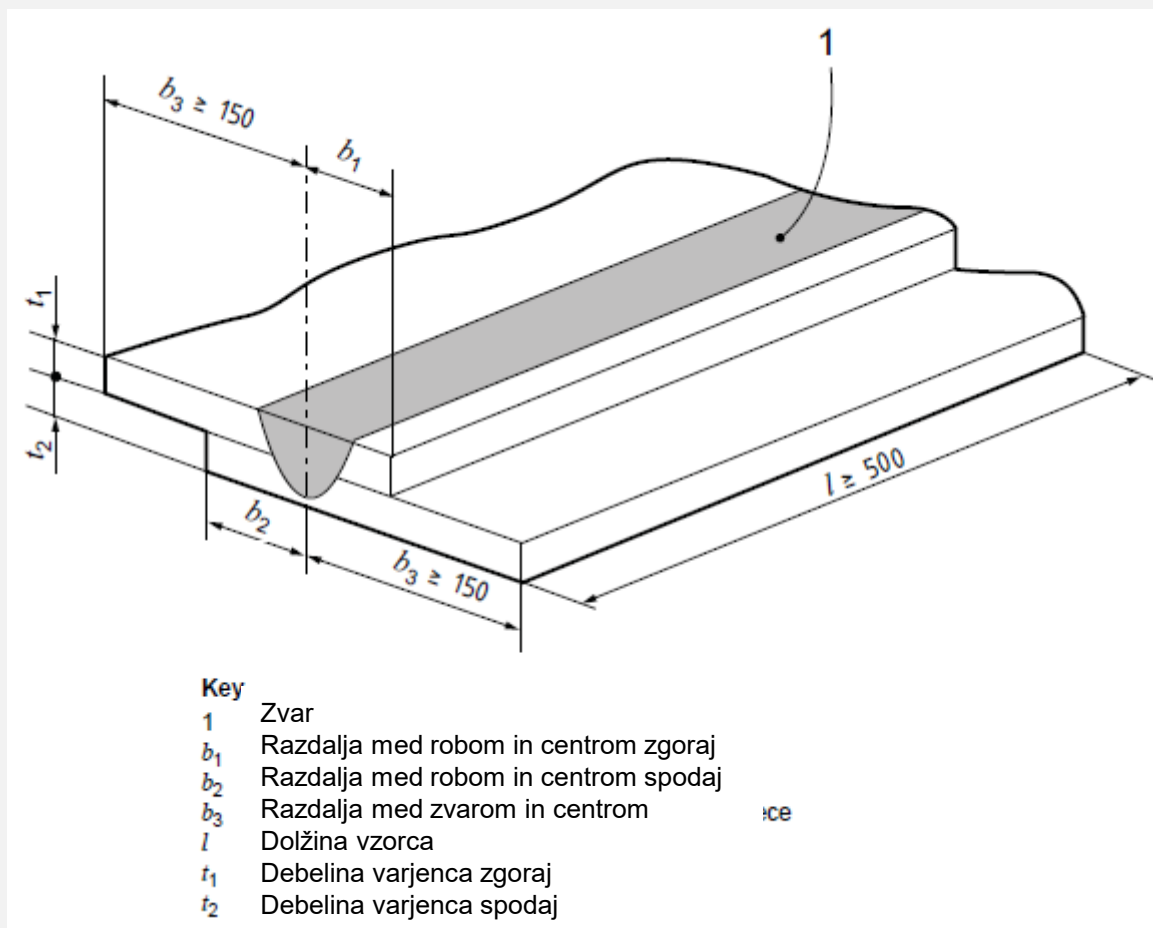
- ISO 25239-4: 2011 FSW varjenje - Aluminij - Specifikacija in razvrščanje varilnih postopkov
- AWS D17.3 / D17.3M: 2016 Specifikacija za FSW aluminijevih zlitin za uporabo v letalstvu

ta dve standarda pokrivata tako sočelne in kotne zware. Sočelni zvari predstavljajo več kot 85% vseh zvarov, ki jih proizvajajo FSW postopku.

Testni kosi (oblika in dimenzija) glede ISO 25339-4



Preskušanec za sočelni zvar plošč s popolno penetracijo



Preskušavec za prekrovni zvar

obseg za destruktivno testiranja za sočelne spojeFSW

Vrsta testiranja	ISO 25329-4	AWS D17.3
Prečna natezni preskus	2 vzorca	4 vzorci
Prečni upogibni preskus	2 vzorca (koren) 2 vzorca (lice)	/
prelom	2 vzorca (koren) 2 vzorca (lice)	/
makroskopski pregled	1 vzorec	2 vzorca
lomna žilavost	/	če je zahtevano

Posebne destruktivne metode.

Spčelni spoji vključujejo:

- testiranje utrujenosti in trdota in Mikrotrdoto pregledi

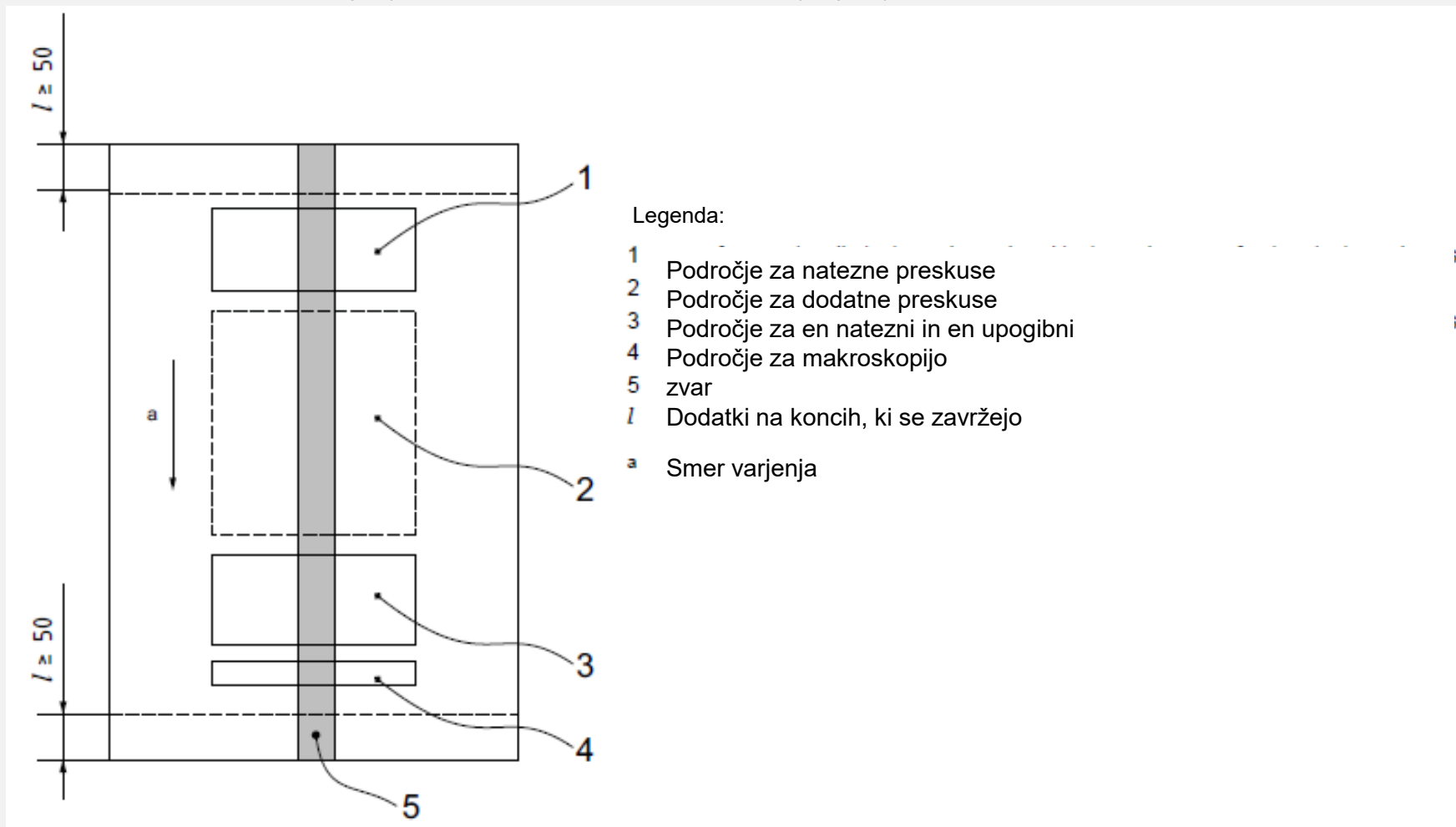
obseg za destruktivna testiranja prekrovnih spojev FSW

Vrsta za testiranje	ISO 25239-4	AWS D17.3
makroskopski pregled	2 vzorca	2 vzorca
natezni	pogojno	2 vzorca
luščilni	pogojno	/
S kladivom in dletom	pogojno	/

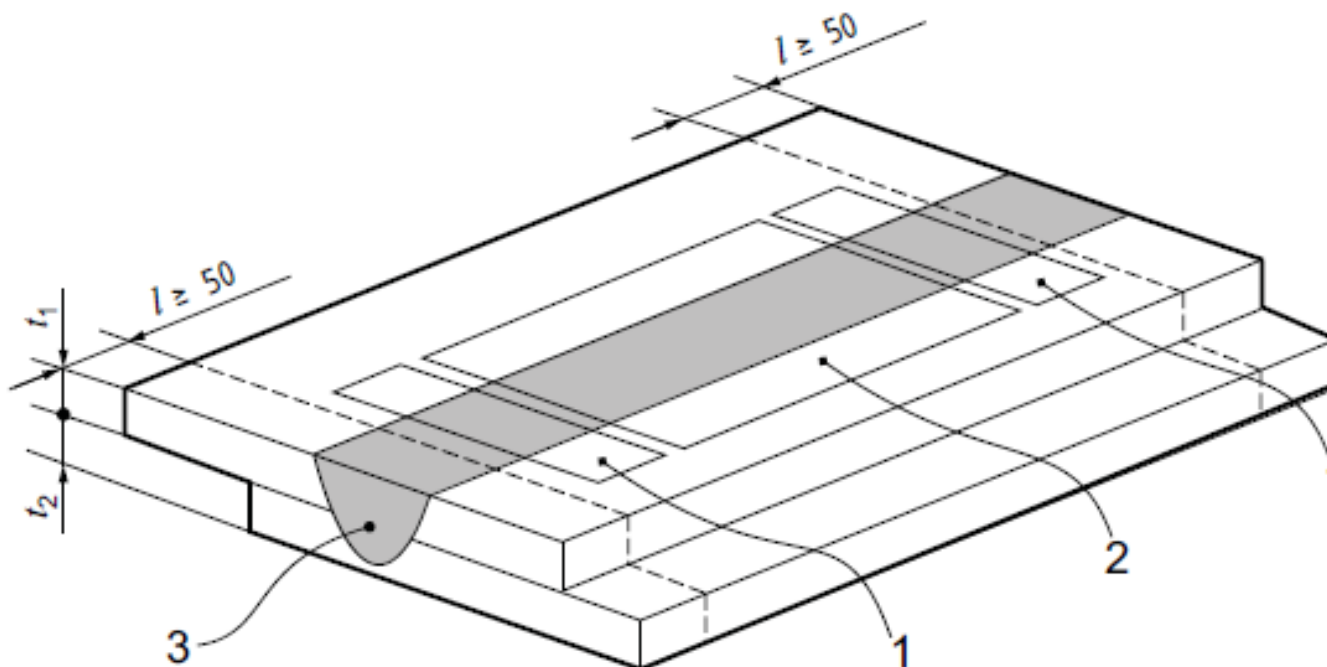
Posebna destruktivne testi v krogu zvarov vključujejo:

- testiranje utrujenost
- trdota in Mikrotrdoto pregledi

Lokacija preskušancev za sočelne spoje/plošča acc. ISO 25239-4



Lokacija preskušancev za prekrovne spoje ISO 25239-4

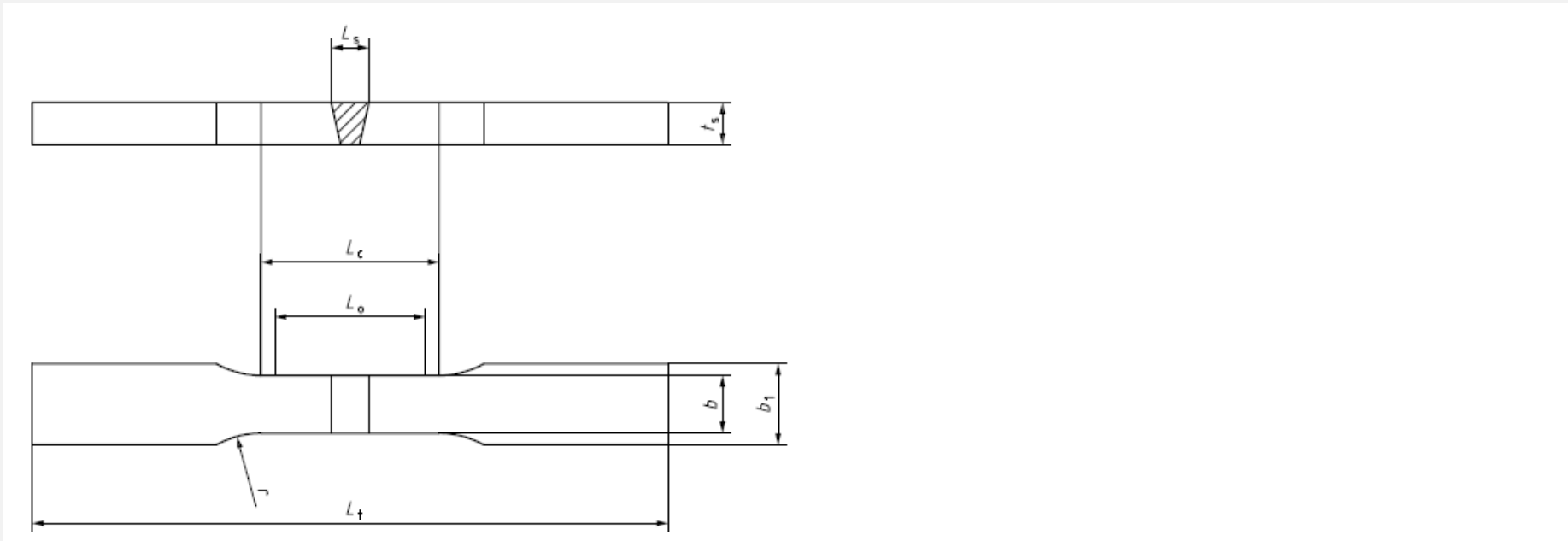


Ključ:

1. Področje za makroskopske preiskave
2. Področje za luščilni preskus in preskus s kladivom če je potrebno
3. Zvar
4. Dolžina zavržena ob robovih

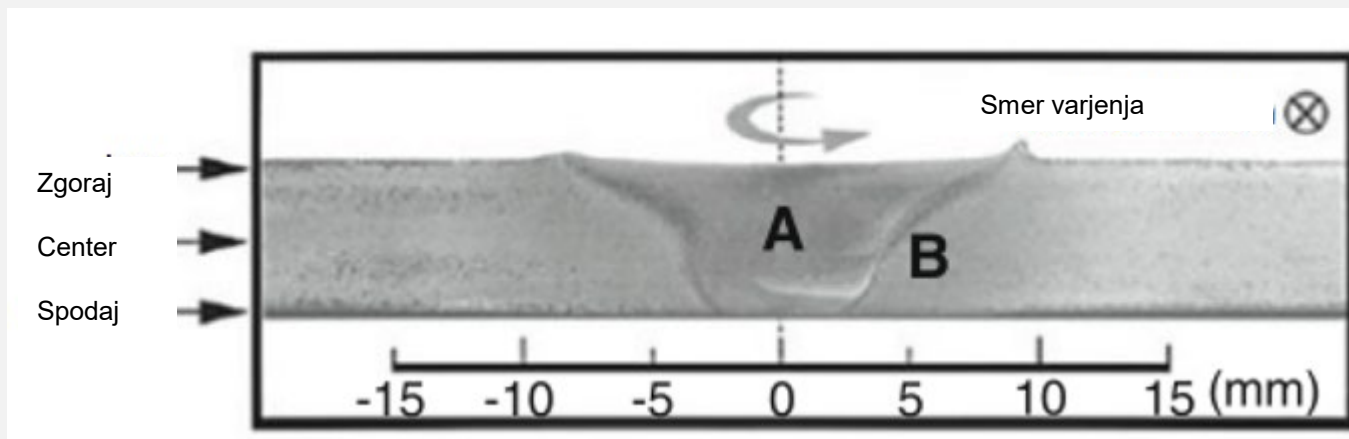
7.2 standardi za destruktivno testiranje in kriteriji sprejemljivosti

➤ natezni preskus: ISO 4136: 2012



➤ makroskopski pregled (ME) za sočelne i prekrovne spoje: ISO 17639: 2013

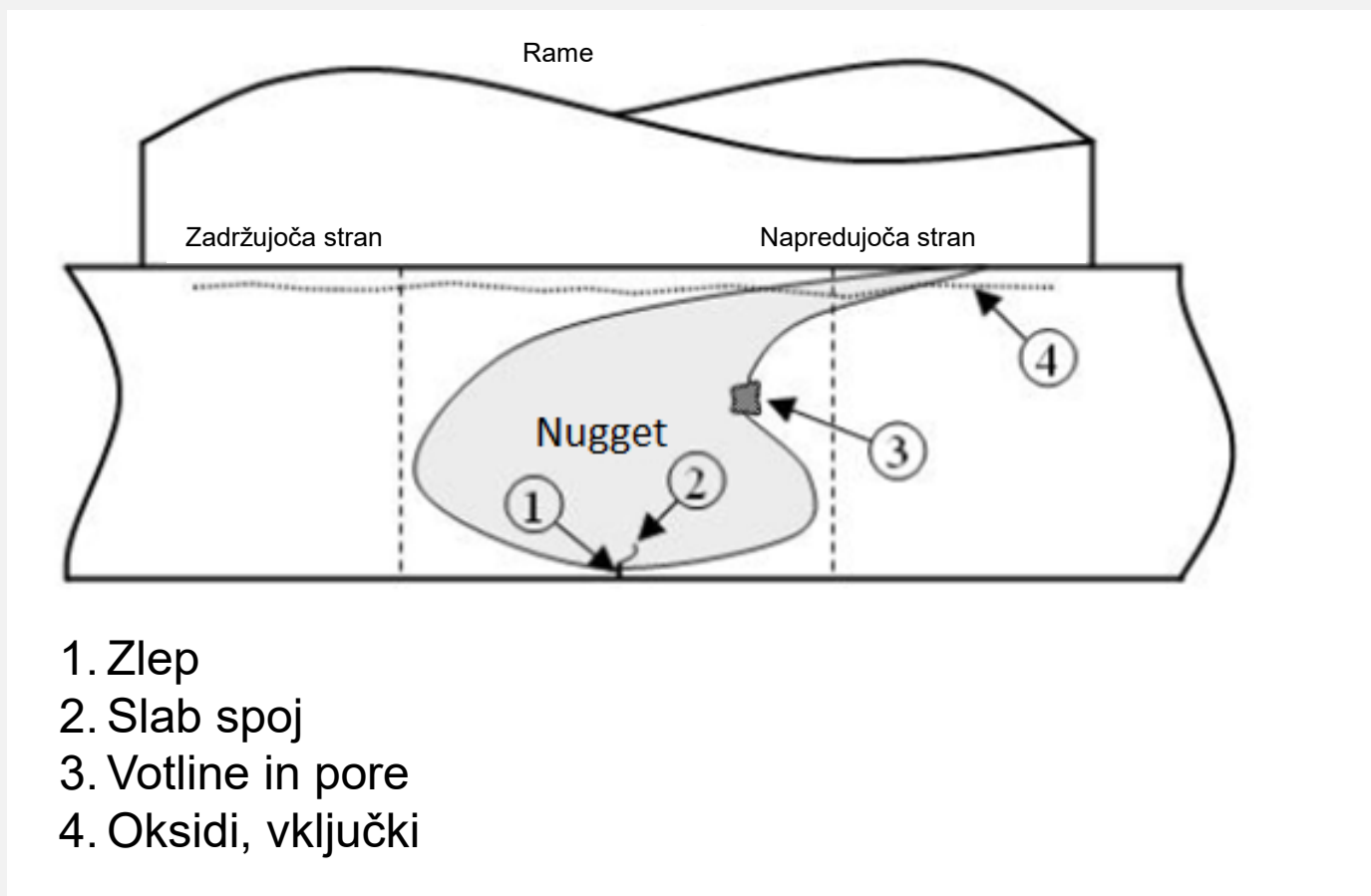
Preskusni vzorec se pripravi in pregleda na eni strani jasno razkrivajo področje zvara. Makroskopski pregled vključuje neprisiljeno matično gradivo. Makroskopski pregledi pred jedkanjem ne kažejo razpoke.



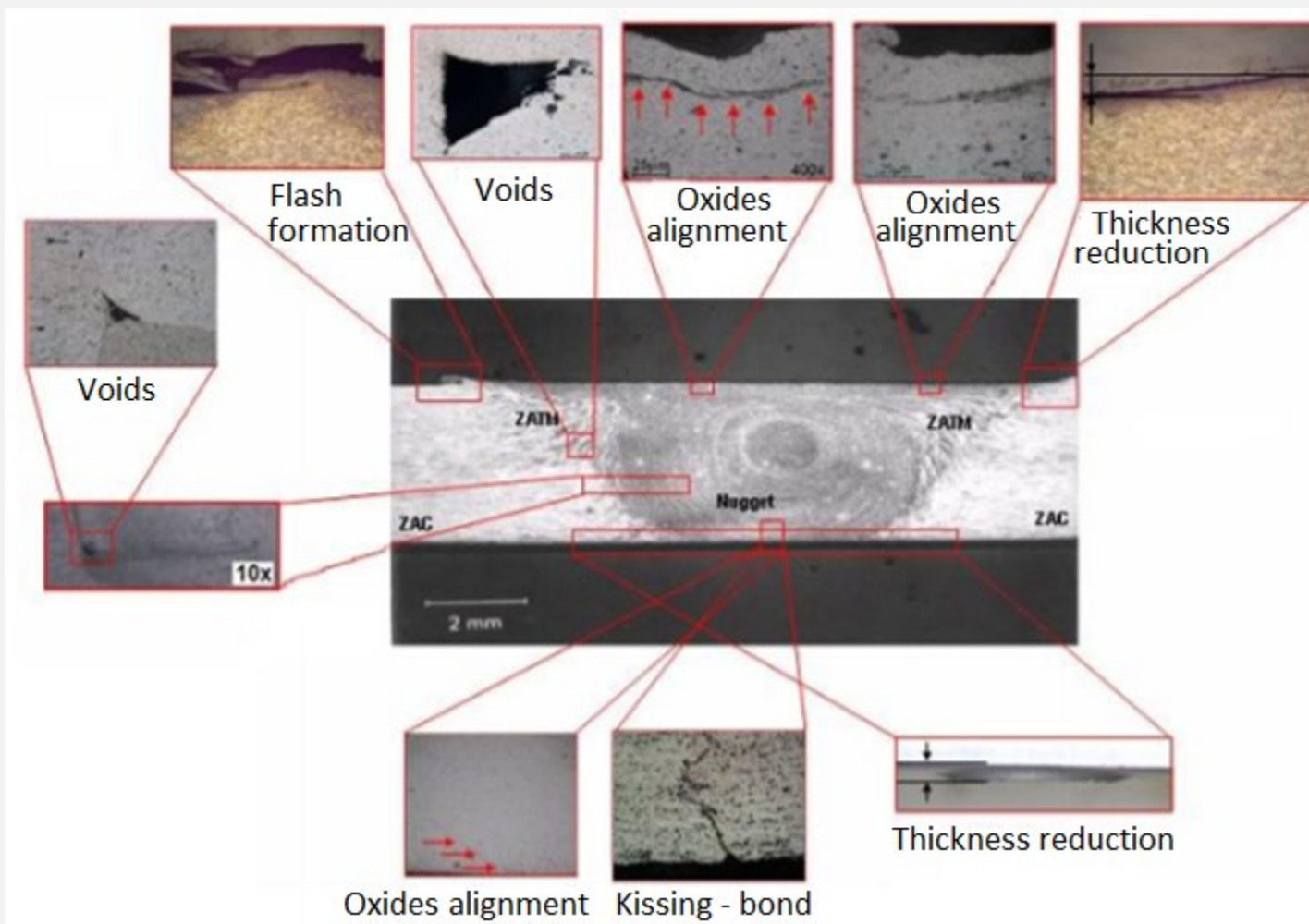
Makro pregled FSW čelnega zvara na aluminijeve zlitine AA6063-T5

- vizualni testiranje (VT) za rit in krog zvar spoji: ISO 17637: 2016
Ta inšpekcija je splošno prvi in najpreprostejši pregled. VT inšpekcija na površini in korenu mora biti narejeno iz 100% obsega.
- za oboje testi (ME, VT), so ravni sprejemljivosti v ISO 25239-5: 2011, Priloga A.
- Druge pomanjkljivosti so stvar specifikacije projektiranja.

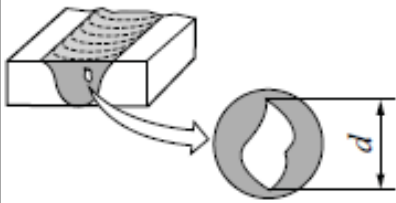
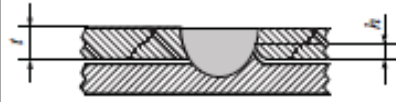
tipična vrste nepopolnosti v FSW sočelni spoji



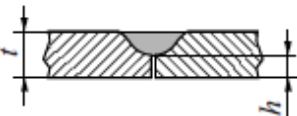
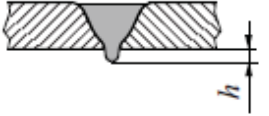
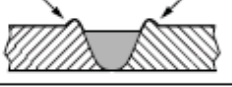
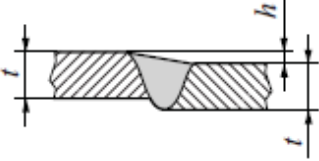
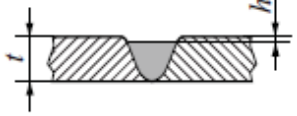
nepopolnosti ugotovljene, z makroskopskimi pregledi (ME)



notranje pomanjlljivosti in stopnje sprejemljivosti za VT, ME testi - ISO 25.239-5

Nepravilnost	Opombe	Testiranje po ISO 25239-4	Kriteriji sprejemljivosti	Referenca v ISO6520-1
Internal imperfections				
Pora		ME	$d \leq 0,2s$ or 4 mm, Kar je manj	200
Kljuka		ME	—b	—c
<p>Symbols and abbreviated terms</p> <p>d Največji presek pore h Višina nepravilnosti s Debelina spoja t Debelina osnovnega materiala ME Makroskopija VT Vizualna preiskava</p>				

Površinske pomanjkljivosti in stopnje sprejemljivosti za VT, ME testi - ISO 25.239-5

Designation of imperfection	Remarks	Testing and examination in ISO 25239-4 ^a	Acceptance levels ^a	Reference number in ISO 6520-1 ^[3]
Surface imperfections				
Nekompletna penetracija		ME	Nedovoljeno	— ^c
Prekomerna penetracija		VT, ME	$h \leq 3 \text{ mm}$	504
Izrivki		VT, ME	— ^b	— ^c
Linearni zamik		VT, ME	$h \leq 0,2t \text{ or } 2 \text{ mm}$, Karkoli je manj	507
Premalo polnjenja		VT, ME	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1t$ for $t \geq 2 \text{ mm}$: $h \leq 0,15t$ for $t < 2 \text{ mm}$	— ^c
Širina spoja niha	Prevelika širina	VT	— ^b	513
Nepravilna površina	Prehrapava površina	VT	— ^b	514

7.3 Nedestruktivno testiranje (NDT)

Metode NDT uporabljamo za FSW zvarov in so v osnovi enaka kot tisti, ki se uporablja za druge vrste zvarov.

Obvezna metode NDT:

- Penetrantski preskus (PT)
- Radiografija (RT)
- Ultrazvočna preiskava (UT)

Posebne metode NDT:

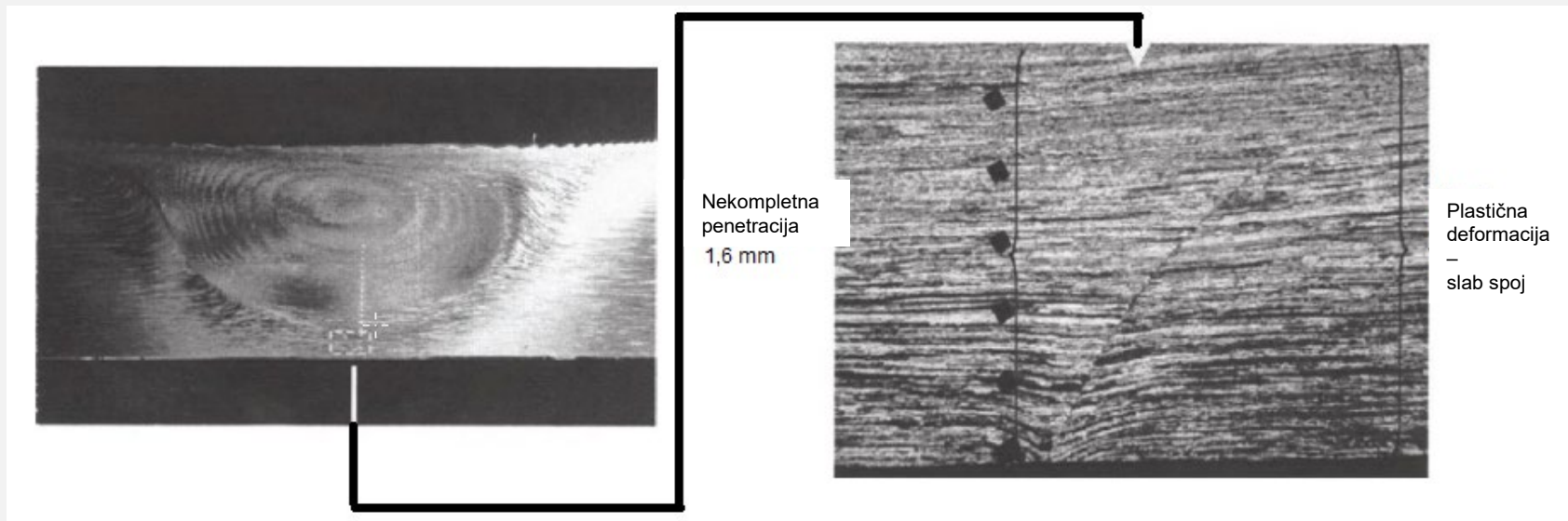
- Testiranje na vrtnične tokove (ET)

➤ Penetrantski preskus (PT):

Ta se široko uporablja in zaradi nizkih stroškov postopka kontrole uporablja za poiskati površinske nepravilnosti v vseh ne-poroznih materialih (kovine, plastike, keramike). PT temelji na kapilarnosti, kjer nizka površinska napetost tekočine (barvilo) prodre v čistih in suhih površinsko kaže diskontinuitete.

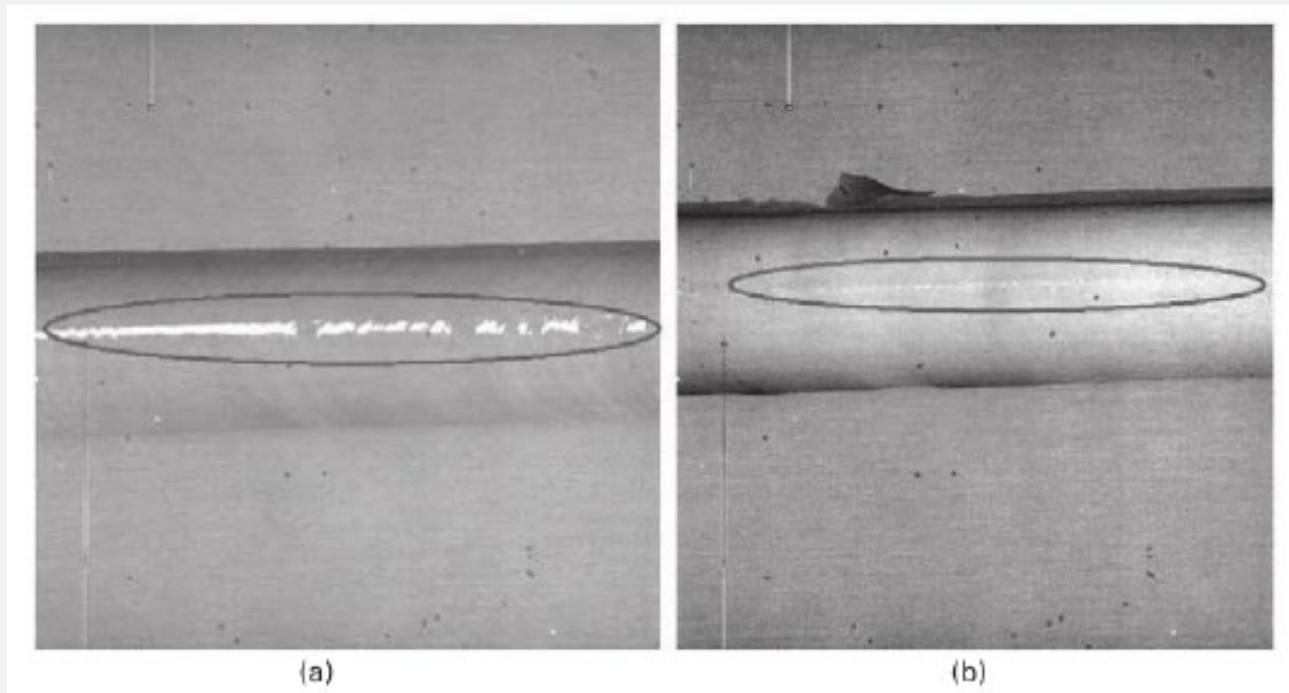
Značilnosti PT kontrole

uporaba (tip za nepopolnosti)	prednosti	slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • razpoke • poroznost • puščanja šivi • krogov 	<ul style="list-style-type: none"> • poceni • občutljivi • minimalna oprema • uporaba za nepravilne oblike • vsestranska • minimalni trening 	<ul style="list-style-type: none"> • Samo neporozna površine • odkrivanje za nepopolnosti samo na površini • prezračevanje • umazano




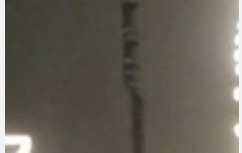
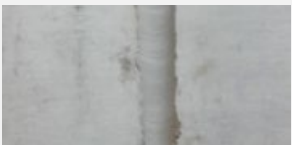
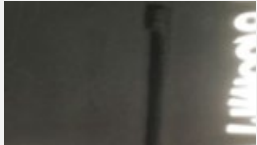




Makroskopski presek zaradi pomanjkanja penetracije (LOP); nepopolnosti razkriva PT pregled. Ta nepopolnost je najpogostejša pri FSW varjenju in globina FSW pina - najbolj vpliva.

- Radiografija (RT): To se pogosto uporablja pri preučevanju ulitkov in zvarov, zlasti tam, kjer je nujna potreba da se zagotovi odsotnost notranjih pomanjkljivosti.



Primer RT Prikaz (a) velik in (b) majhna prisotnost por FSW sočelnega zvara v Al

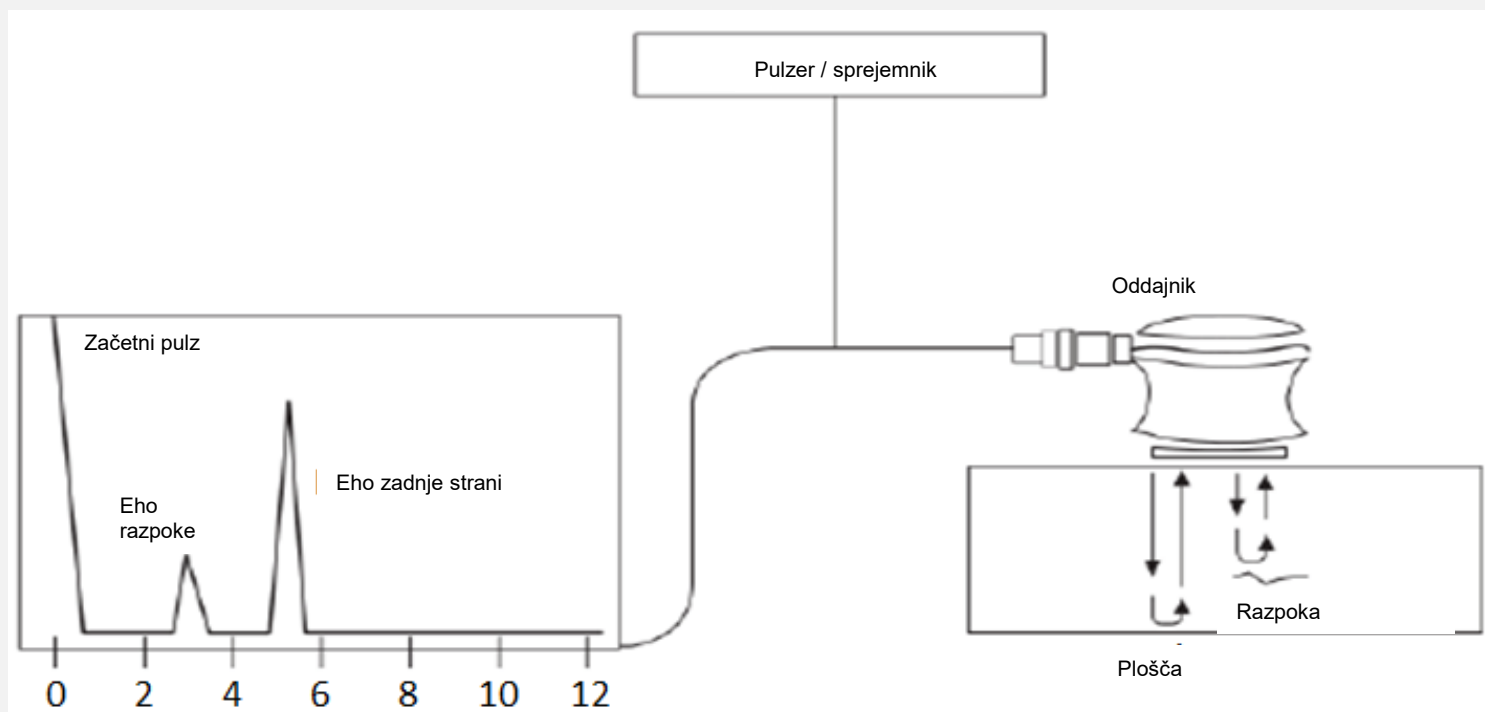
nekaj tipičen radiographs za FSW zvar spoji v Al-zlitine

zvar	radiografija	nepopolnosti
		penetracija, črvina
		penetracija, razpoke, praznine
		penetracija, razpoke, nepopolna fuzijski
		penetracija, razpoke, nepopolna spajanja

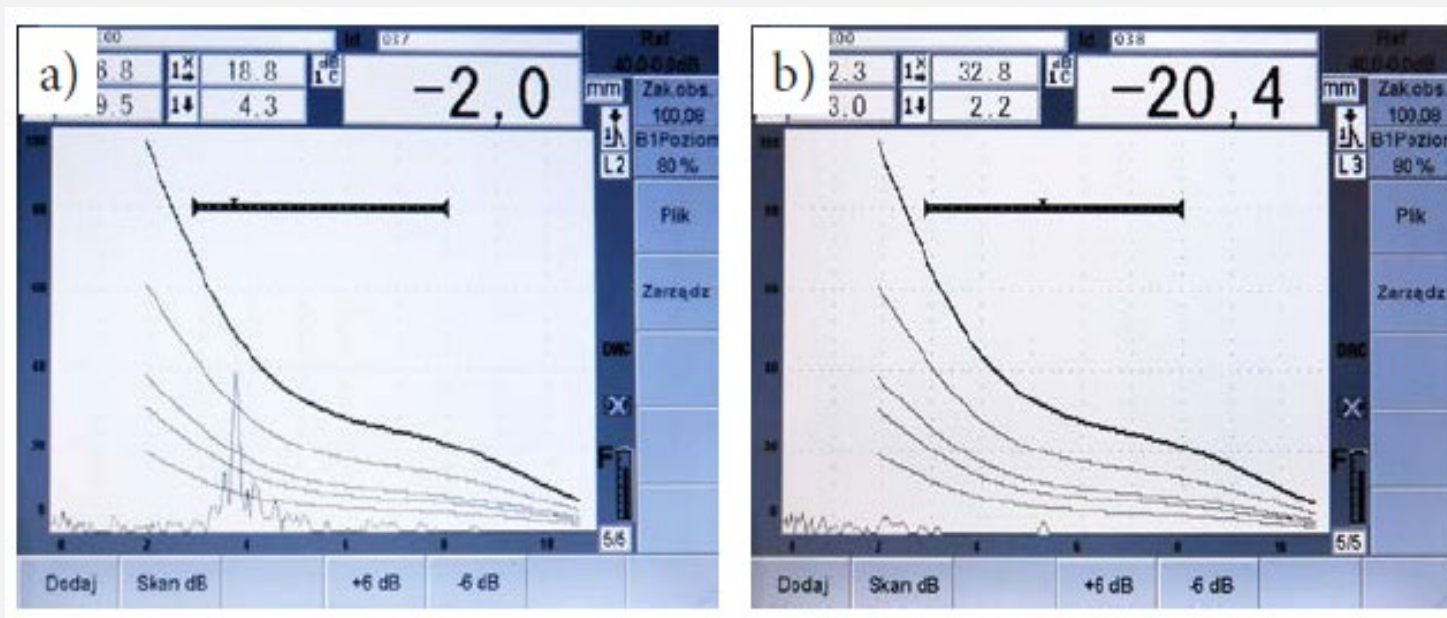
Lastnosti za RT inšpekcija

uporaba (tip za nepopolnosti)	prednosti	slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • razpoke • vključki • poroznost • razbitin • pomanjkanje za fuzijski • pomanjkanje za penetracija • puščanja poti 	<ul style="list-style-type: none"> • občutljivi za ugotovitev nepopolnosti celotnem the obseg za materiali • preprosto razume stalna zapis • Poln prostorninski pregled • prenosljivost 	<ul style="list-style-type: none"> • sevanje nevarnost • relativno poceni • Dolga set-up čas • potrebno dostop za oboje strani za the zvar sklep • globina za navedba ne prikazano • visoka stopnja za spretnost obvezna za xecution in razlaga za Rezultati

- Ultrazvočni pregled (UT): ta uporablja visokofrekvenčni zvok energije za vodenje izpitov in da meritve. UT pregled omogoča odkrivanje notranjih nepravilnosti ki ne pridejo do površine. UT se lahko uporablja za testiranje spojev na eni strani.



Primer UT preizkusa FSW AA6082-T6 zlitine (A-sken)



a) z namenom uvedene nepopolnosti ima premer 3 mm, ki se nahaja v sredini vara

b) pravilen zvar brez nepravilnosti

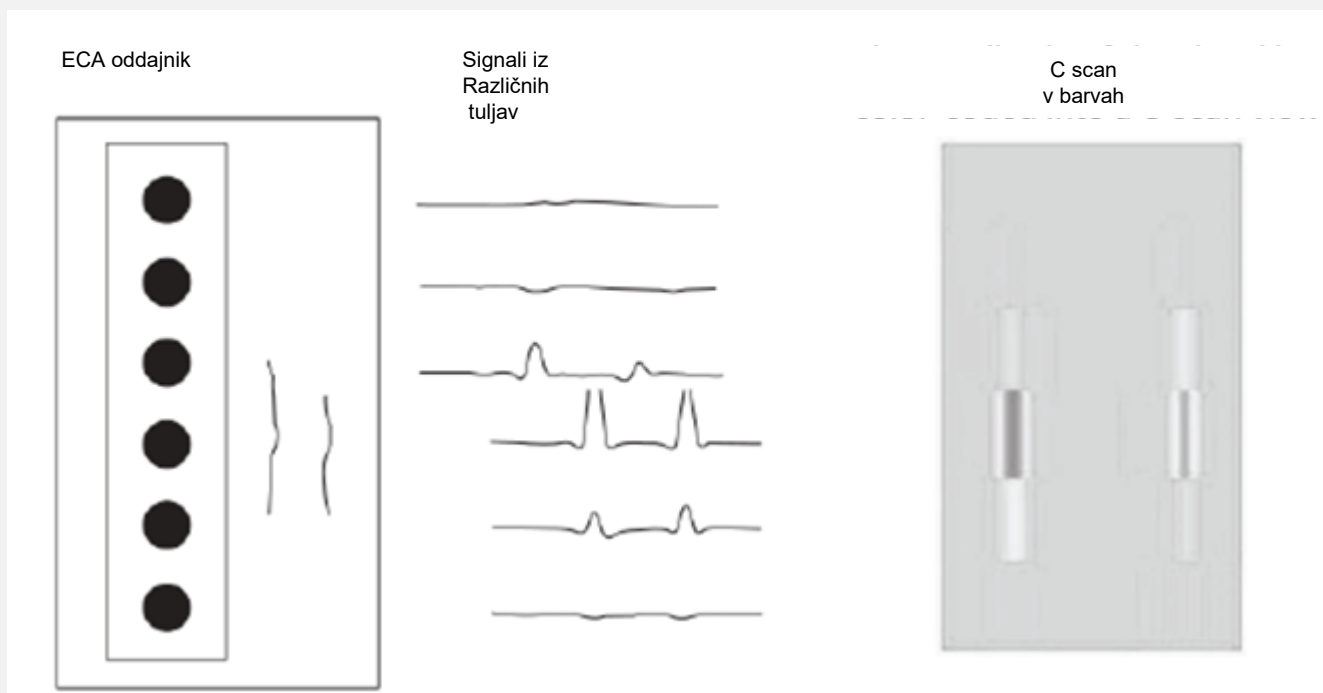
Lastnosti UT nadzora

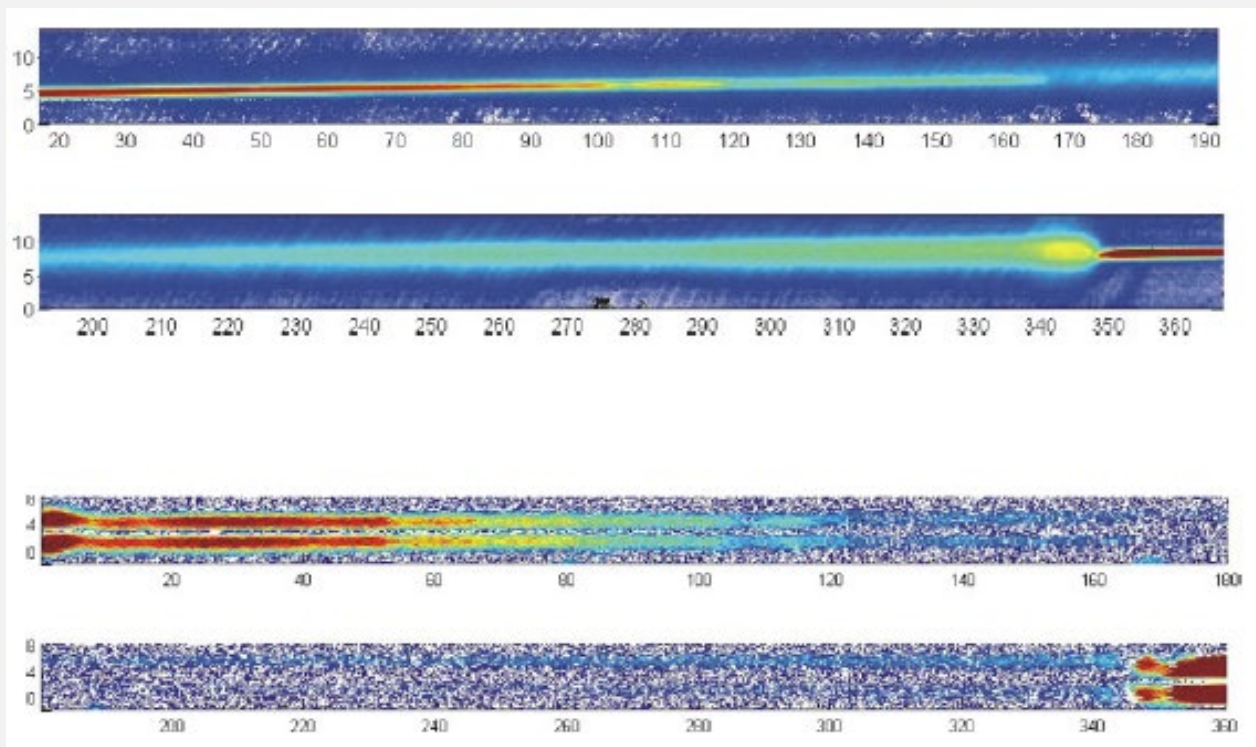
uporaba (za tip nepopolnosti)	prednosti	slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • pomanjkanje penetracije • pore • površinska in volumske nepopolnosti • debelina merjenja 	<ul style="list-style-type: none"> • hitro metoda • samo enostranski dostop • poln prostorninski pregled • minimalna priprava • Takojšnji rezultati • Samodejna kontrola • Stalen zapis • lahko se uporablja za veloke debeline 	<ul style="list-style-type: none"> • Površina dostopna in gladka • Rezultati so odvisni od operaterja • nepopolnosti glede na nepopolnosti zaznavnosti • razlaga je lahko težka • Potreba za referenčni standardi in praznovanje bloki • Težavnost z kompleksnimi geometrijami • obvezna uporaba gela

- Eddy sedanji testiranje (ET): Ta metoda uporablja elektromagnetizem kot osnovo za izvajanje preskus
- Ko izmenični tok (AC) se uporablja za vodnika (bakrene žice), magnetno polje, razvija in okrog vodnika. Če je še en dirigent pridejo v neposredni bližini na spreminjajoče se magnetno polje, tok bo povzročil v tem drugem vodniku. V prisotnosti nepopolnosti, je tok vrtilčnih tokov motnjami, ki ustvarja motnjo v magnetnem poljuna površini pregledanega dela.

frekvenco izmeničnega toka, uporabljena za induciranje vrtilčnih tokov in električna prevodnost materiala pa Pregledani določa globino in prodor na vrtilčne tokove področju in posledično globino pregleda. ET testiranje jeploskev in v bližini površinsko Postopek zaradi omejene penetracije vrtilčnih tokov v globino.

Več sonde se lahko vključijo v enotno inšpekcijsko glavo, da bi povečali obseg, občutljivost in hitrost testiranja. Ta metoda se imenuje testiranje s faznimi vrtninimi tokoi. Poleg tega, da bi povečali površino s številnimi sondami pokrito je frekvenco izmeničnega toka se lahko spreminja za optimizacijo občutljivosti tako površinski in podpovršinski pomanjkljivosti. ET za FSW zvarov so večinoma končali z fazni vrtnične tokove testiranje.





Top: ET pregled kažejo pomanjkanje penetracije kot tanko črto proti koncu vara

Spodaj: Impulzni ET pregledu kažejo pomanjkanje penetracije do 160 mm od zvar začetek

Lastnosti za ET inšpekcija

uporaba (tip za nepopolnosti)	prednosti	slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • razpoke, vključki, udrtine, luknje • pomanjkanje penetracije • jedkanje • premer velikosti (posredno zaznavanje za oksidne plasti) • Površinska in tik pod površino nepopolnosti • Velikost zrna, trdota • Dimenzije in geometrija • Sortiranje zlitin 	<ul style="list-style-type: none"> • hitro • inšpekcija se opravi v enem prehodu • Polna pokritost za zvar • C-scan slikanje za enostavno razlago • Enostavno za deluje • Avtomatizacija na voljo • Stalen zapis na voljo 	<ul style="list-style-type: none"> • Ročno testiranje je počasno • Lahko je težko razlagati določene pomanjkljivosti • globina za penetracija je omejena • nepopolnost usmerjenosti je kritično • vzorci morajo biti električno prevodni • Občutljiva je za veliko parametrov • Površinska hrapavost lahko proizvajaja ne-pomembna indikacije

7.4 standardi za ne-destruktivno testiranje in sprejem kriterijev sprejemljivosti

penetrantsko testiranje (PT), metoda:

ISO 3452-1: 2013 NDT-PT - načela

➤ Rentgenografsko testiranje (RT), metoda:

ISO 17636-1: 2013 NDT za zvari-Rentgenografski testiranje z X- in gama žarki s filmi

ISO 17636-2: 2013 NDT za zvari-Rentgenografski testiranje z X- in gama žarki tehnike z digitalni detektorji

Ultrazvočni pregled (UT) se lahko uporablja namesto radiografije (RT) kadar so specificirane s strani konstrukterjev.

➤ Ultrazvočno testiranje (UT), metoda:

ISO 17640: 2017 NDT zvarov-Ultrazvočne testne-tehnike, testiranje ravni, in oceno

➤ Eddy current testiranje (ET), metoda:

ISO 17643: 2015 NDT za zvari-ET pregled za zware v avijaciji

➤ Sprejem kriterijev za vse NDT metode:

ISO 23277: 2015 NDT za PT

ISO 10675-2: 2017 NDT za RT

ISO 11666: 2018 NDT za UT

za ET preglede je pomembna zahteva za kriterije in oblikovanje tehničnih poročil, določeni so vsi podatki, ki zagotavljajo ponovljivost preskusa.

7,5 oprema praznovanje in ponovljivost

- Praznovanje: Metri, gages in pokliče nameščene na avtomatsko, mehanizirano, ali robotskih aparatov za varjenje bo kalibrirati po uveljavljenem postopku. fabricator določi in dokumentirati ustrezne postopke za umerjanje.
- oprema zmogljivosti in izvedba: oprema za varjenje (varjenje in FSW orodja) se biti sposoben za proizvodnjo zvarov, ki izpolnjujejo merila sprejemljivosti je določeno v ISO 25.239-5 ali AWS D17.3. Oprema za varjenje mora biti sposobna ohraniti kakovost zvarov in doslednost.

- Ponovljivost testov za serije varjenja na istem stroju: s preskusi se dokaže, da je varjenje lahko večkrat zapored izvedeno na način da zvari ustrezajo ravni sprejemljivosti v ISO 25.239-5 ali AWS D17.3.
- testi ponovljivosti se izvedejo, kadar koli se se zgodi:
 - Sprememba ključnega parametra opreme: oprema je poškodovana, popravili ali zamenjali smo ključne elemente opreme
 - Sprememba togosti stroja ki imajo za posledico pojav nesprejemljivih zvarov

Test ponovljivosti se izvaja v skladu z WPS, ki se uporablja v proizvodnji. Izvesti je treba najmanj tri preskuse.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Friction Stir Welding European Qualifications

Hvala za vašo pozornost!