

METSTA

**Hitsiluokat ja
hyväksymisrajat**



METSTA

METSTA (Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry) vastaa teknologiateollisuuteen kuuluvien kone- ja metallituoteteollisuuden, metallien jalostuksen, talotekniikan sekä energianhallinnan eurooppalaisesta (EN) ja kansainvälisestä (ISO) sekä kansallisesta standardisoinnista (SFS): www.metsta.fi

Hitsausstandardien tilannekatsauksessa esitetään julkaistut hitsausstandardit ja tekeillä olevat työkohteet:
<https://metsta.fi/standardisointiryhma/hitsauksen-laadunhallinta-sr-105/>



SFS

Suomessa standardeja myy Suomen Standardisointiliitto SFS ry. SFS:n verkkosivut www.sfs.fi ovat hyvä tietolähde standardeihin. Sieltä löytyy myös muuta opintoja tukevaa, standardeja koskevaa materiaalia.

Useat oppilaitokset ovat solmineet online-sopimuksen SFS:n kanssa, jolloin standardeja on saatavilla internet-yhteyden kautta. Kysy online-käytöstä oppilaitoksesi kirjastosta

Oppimateriaalia hitsausstandardeista

METSTA on laatinut tämän oppimateriaalin tukemaan hitsauksen opetusta ja harjoitustöiden tekemistä. Tarkoituksena on antaa opiskelijoille lisätietoa alan standardeista ja opettaa hyödyntämään niitä. Kalvosarjassa on esitelty aihealueen keskeisiä standardeja, niiden periaatteita ja tärkeimpiä käsitteitä. Kalvosarjan tueksi on julkaistu seuraavat käsikirjat hitsauksesta:

- SFS-KÄSIKIRJA 66-1 Hitsaus. Osa 1: Hitsauksen laadunhallinta
- SFS-KÄSIKIRJA 66-4 Hitsaus. Osa 4: Hitsaajan pätevyyskokeet
- SFS-KÄSIKIRJA 116-1 Hitsien tarkastus. Osa 1: Rikkomaton aineenkoetus

Näiden luentokalvojen materiaali on päivitetty viimeksi 16.6.2023. Varmista tiedon oikeellisuus ja ajantasaisuus voimassaolevista standardeista.

© METSTA, 2023

Aineiston käyttö kaupallisiin tarkoituksiin kielletty.

SFS

Suomen Standardisoimisliitto

SFS-käsikirja 66-1:2020

Hitsaus. Osa 1: Hitsauksen laadunhallinta

Welding. Part 1: Quality management in
welding



Sisällys

Hitsauksen laatu koostuu monesta tekijästä:

- Pätevät hitsaajat
- Hyväksytyt hitsausohjeet
- Hitsauksen laatuvaatimukset
- Hitsauskoordinoija
- Taustaa hitsiluokista
- Hitsiluokkastandardit
- SFS-EN ISO 5817
 - Hitsiluokat
 - Hitsiluokan valinta
 - Hitsausvirheiden arviointi
- Jos hyväksymisraja ylittyy...

NDT – menetelmät ja hyväksymisrajat

- Yleisohjeet
- Silmämääräinen tarkastus (VT)
- Radiografia (RT)
 - Hyväksymisrajastandardi
 - Hyväksymisrajat
- Ultraääni (UT)
 - Hyväksymisrajat
- Magneettijauhetarkastus (MT)
 - Hyväksymisrajastandardi
 - Hyväksymisrajat
- Tunkeumanestetarkastus (PT)
 - Hyväksymisrajastandardi
 - Hyväksymisrajat

Hitsauksen laatu koostuu monesta tekijästä

Laatu – hitsiluokka – tulee tekemällä, eli

- käyttämällä päteviä hitsaajia (SFS-EN ISO 9606)
- käyttämällä hyväksytyjä hitsausohjeita (SFS-EN ISO 15609)
- tekemällä työkokeita
- täyttämällä hitsauksen laatuvaatimukset (SFS-EN ISO 3834)
- nimeämällä hitsauskoordinoijia (SFS-EN ISO 14731)



Pätevät hitsaajat

SFS-EN ISO 9606 Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus

- Osa 1: Teräkset
- Osa 2: Alumiini ja alumiiniseokset
- Osa 3: Kupari ja kupariseokset
- Osa 4: Nikkeli ja nikkelseokset
- Osa 5: Titaani ja titaaniseokset, zirkonium ja zirkoniumseokset

Kokeen (kokeiden) merkintä:

WPS - Viittaus:

Kokeen valvoja tai tarkastusorganisaatio - Viitenro.:

Hitsaajan nimi:

Tunnus:

Tunnistamistapa:

Syntymäaika ja

paikka: Työnantaja:

Koodi/testausstandardi:

Valokuva
(vaadittaessa)

Tietopuolinen koe: Hyväksytty/Ei testattu (tarpeeton ylippyhitään)

	Koekappale	Pätevyysalue
Hitsausprosessi(t)		
Aineensiirtymismuoto		
Tuotemuoto (levy tai putki)		
Hitsilaji		
Perusaineryhmä(t)/alaryhmät		
Lisäaineryhmä(t)		
Lisäaine (Merkintä)		
Suojakaasu		-----
Apuaineet		-----
Virtalaji ja napaisuus		
Aineenpaksuus (mm)		
Hitsautumissyvyys (mm)		
Putken ulkohalkaisija (mm)		
Hitsausasento		
Hitsin yksityiskohdat		
Monipalkokerros/yksipalkokerros		

Täydentävä pienahitsauskoe (suoritettu päättäkokeen yhteydessä): hyväksytty/hylätty

Testausmenetelmä	Suoritettu ja hyväksytty	Ei suoritettu
Silmämääräinen tarkastus		
Radiografinen kuvaus		
Murtokoe		
Taivutuskoe		
Lovivetokoe		
Makrohietkimus		

Kokeen valvojan tai tarkastusorganisaation nimi:

Paikka, päivämäärä ja kokeen valvojan allekirjoitus:

Julkaisemispäivämäärä:

Voimassaolon jatkaminen
9.3 a)

Voimassa
2010-01-20
asti

Voimassaolon jatkaminen
9.3 b)

Voimassa
2009-01-20
asti

Voimassaolon jatkaminen
9.3 c)

Voimassa
2007-07-20
asti

Kokeen valvojan/tarkastusorganisaation antaman voimassaolon jatkaminen seuraavaksi 2 vuodeksi (ks. kohta 9.3 b)

Päivämäärä	Allekirjoitus	Asema tai arvonimi

Työnantajan/hitsauskoordinoijan voimassaolon vahvistaminen seuraavaksi 6 kuukaudeksi (ks. kohta 9.2)

Päivämäärä	Allekirjoitus	Asema tai arvonimi

Hyväksytyt hitsausohjeet

SFS-EN ISO 15609 Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet Sulahitsaus

- Osa 1: Kaarihitsaus
- Osa 2: Kaasuhitsaus
- Osa 3: Elektronisuihkuhitsaus
- Osa 4: Laserhitsaus
- Osa 5: Vastushitsaus
- Osa 6: Laser-kaarihybridihitsaus

Hitsausohjeen hyväksyntä – koetodistus

Valmistajan WPQR-nro:

Valmistaja:

Osoite:

Koodi/testausstandardi:

Taso:

Hitsauspäivämäärä:

Kokeen valvoja tai tarkastusorganisaatio:

Viitenro:

Koekappale

Tuotemuoto:

Hitsausprosessi(t):

	Käytetyt hitsausprosessit		
	Nro 1	Nro 2	Nro 3
Prosessi			
Aineenpaksuus (mm):			

Pätevyysalue

Liitosmuoto ja hitsilaji:

Perusaineryhmä(t) ja alaryhmä(t):

Perusaineen aineenpaksuus (mm):

a-mitta (mm):

Yksipalkohitsaus/monipalkohitsaus:

Putken ulkohalkaisija (mm):

Lisäaineen luokitus:

Lisäaineen kauppanimi:

Lisäaineen koko:

Suojakaasun merkintä/jauhe:

Juurikaasun merkintä:

Virtalaji ja napaisuus:

Aineensiirtymismuoto:

Lämmöntuonti:

Hitsausasennot:

Esikuumennuslämpötila:

Välipalkolämpötila:

Jälkikuumennus:

Hitsauksen jälkeinen lämpökäsittely:

Muita tietoja (ks. myös 8.5):

Vakuutamme, että tämän pöytäkirjan tiedot ovat oikein ja että koehitsit on valmisteltu, hitsattu ja testattu standardin ISO 15614-1 vaatimusten mukaisesti.

.....
Paikka

.....
Päivämäärä

.....
Kokeen valvoja tai tarkastusorganisaatio
Nimi, päivämäärä ja allekirjoitus

Hitsauksen laatuvaatimukset

SFS-EN ISO 3834 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset

- Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet
- Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset
- Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset
- Osa 4: Peruslaatuvaatimukset
- Osa 5: Tarvittavat asiakirjat standardin ISO 3834-2, ISO 3834-3 ja ISO 3834-4 mukaisten vaatimusten osoittamiseksi

CEN/ISO TR 3834-6 Quality requirements for fusion welding of metallic materials

- Part 6: Guidelines on implementing ISO 3834

Hitsauskoordinoija

SFS-EN ISO 14731 Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut

- Hitsauskoordinoija vastaa hitsaavan yrityksen laatujärjestelmästä ja sen toteuttamisesta tuotannossa
- Oleellisia vastuualueita ovat esim. henkilöstön pätevöinnit, työsuojaus, hitsausohjeet, materiaalit, laitteet ja tarkastus ja testaus
- Osaamistasot: perustaso, erityistaso ja kattava taso



Taustaa hitsiluokista

- Perinteisesti käytetty teräsrakenteiden valmistuksen yhteydessä
- Yleistyneet myös muille aloille, kuten painelaitteet
- Myös hitsaajan pätevyyskokeen ja hitsausliitoksen menetelmäkokeen hitsausvaatimukset on määritetty hitsiluokkien mukaan



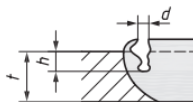
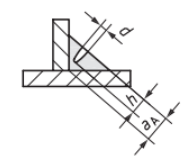
Hitsiluokkastandardit

SFS-EN ISO 5817 Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten sulahitsaus (paitsi sädehitsaus). Hitsiluokat

SFS-EN ISO 10042 Hitsaus. Alumiinin ja alumiiniseosten kaarihitsaus. Hitsiluokat

- Kaksi hitsiluokkastandardia
 - Teräkselle, nikkelille ja titaanille
 - Alumiinille
 - soveltuu käytettäväksi myös kuparille ja magnesiumille

Taulukko 1 Hitsausvirheiden raja-arvot

Nro	Viittaus standardiin ISO 6520-1	Virhetyyppi	Huomautukset	t mm	Hitsiluokkien hitsausvirheille asettamat raja-arvot			
					D	C	B	
1 Pintavirheet								
1.1	100	Halkeama		≥ 0,5	Ei sallita	Ei sallita	Ei sallita	
1.2	104	Kraatterihalkeama		≥ 0,5	Ei sallita	Ei sallita	Ei sallita	
1.3	2017	Pintahuokonen	Hitsin pinnassa tai juuressa Yksittäisen huokosen enimmäiskoko	0,5...3	Päittäishitsit $d \leq 0,3 s$ Pienahitsit $d \leq 0,3 a_A$	Ei sallita	Ei sallita	
				> 3	Päittäishitsit $d \leq 0,3 s$, mutta enintään 3 mm Pienahitsit $d \leq 0,3 s$, mutta enintään 3 mm	Päittäishitsit $d \leq 0,2 s$, mutta enintään 2 mm Pienahitsit $d \leq 0,2 a_A$, mutta enintään 2 mm	Ei sallita	
1.4	2025	Avoin imuontelo	— päittäishitsit — pienahitsit		0,5...3	Päittäishitsit $h \leq 0,2 s$ $d \leq 0,3 s$ Pienahitsit $h \leq 0,2 a_A$, $d \leq 0,3 a_A$	Ei sallita	Ei sallita
					> 3	Päittäishitsit $h \leq 0,2 s$, mutta enintään 2 mm $d \leq 0,3 s$, mutta enintään 3 mm Pienahitsit $h \leq 0,2 a_A$, mutta enintään 2 mm $d \leq 0,3 a_A$, mutta enintään 3 mm	Päittäishitsit $h \leq 0,1 s$, mutta enintään 1 mm $d \leq 0,2 s$, mutta enintään 2 mm Pienahitsit $h \leq 0,1 a_A$, mutta enintään 1 mm $d \leq 0,2 a_A$, mutta enintään 2 mm	Ei sallita
								

Hitsiluokat (SFS-EN ISO 5817)

Standardissa ryhmitellään hitsausvirheet mitoituksellisten arvojen perusteella kolmeen hitsiluokkaan

Hitsiluokka D

- rakenteille, joilla pieni vaurioitumismahdollisuus
- pieni vauriosta johtuva haitta

Hitsiluokka C

- staattisille kuormitetuille rakenteille
- painelaitteille

Hitsiluokka B

- väsytytkuormituksen alaisille rakenteille
- tapauksille, joissa on riski haurasmurtumiselle

Hitsiluokka	Kuvaus
D	Tyydyttävä
C	Hyvä
B	Vaativa

Hitsiluokan valinta (SFS-EN ISO 5817)

Tarvittava hitsiluokka määritetään

1. tuotestandardissa, tai
2. yhdessä valmistajan, käyttäjän ja/tai muun osapuolen kanssa ennen valmistuksen aloittamista, esim. tarjouspyynnön tai tilauksen yhteydessä

Erityistapauksissa saattaa olla tarve määrittää lisää yksityiskohtia

On tärkeätä, että hitsiluokkaa valitessaan suunnittelija on tietoinen mitä määritetty hitsiluokka merkitsee valmistuskustannusten lisäksi myös tarkastuskustannuksissa

Hitsausvirheiden arviointi (SFS-EN ISO 5817)

- Hitsiluokkia sovelletaan valmistuksessa tehtyihin hitsausliitoksiin
- On mahdollista soveltaa eri hitsiluokkia saman tuotteen tai rakenneosan eri hitsausliitoksille
- Yleensä on tarkoitus määrittää yhden hitsausliitoksen hitsausvirheille vain yksi hitsiluokka
 - Joissakin tapauksissa saattaa kuitenkin olla tarpeen määrittää yhden hitsausliitoksen eri hitsausvirheille eri hitsiluokat
- Hitsausvirheet esitetään todellisina mittoina
- Arvojen havaitseminen ja tulkitseminen saattaa vaatia yhden tai useamman rikkomattoman aineenkoetusmenetelmän käyttämistä
- Hitsausvirheiden havaitseminen ja niiden koon määrittäminen riippuvat käytettävistä tarkastusmenetelmistä sekä sovellutusstandardissa tai sopimuksessa esitetystä tarkastuksen laajuudesta

Hitsausvirheiden arviointi (SFS-EN ISO 5817)

- Hitsausvirheet esitetään todellisina mittoina
- Arvojen havaitseminen ja tulkitseminen saattaa vaatia yhden tai useamman rikkomattoman aineenkoetusmenetelmän käyttämistä
- Hitsausvirheiden havaitseminen ja niiden koon määrittäminen riippuvat käytettävistä tarkastusmenetelmistä sekä sovellutusstandardissa tai sopimuksessa esitetystä tarkastuksen laajuudesta



Hitsausvirheiden arviointi (SFS-EN ISO 5817)

- Hitsiluokkastandardia voidaan soveltaa sellaisenaan hitsien **silmämääräiseen** tarkastukseen
- Standardissa ei anneta mitään yksityiskohtaisia suosituksia siitä, miten rikkomattomalla aineenkoetuksella voidaan havaita hitsausvirheitä tai määrittää niiden kokoa
- Tietyt hitsausprosessit ovat alttiita tietyille hitsausvirheille
 - Pitää ottaa huomioon NDT-menetelmän valinnassa

Hitsausvirheiden arviointi (SFS-EN ISO 5817)

- On vaikeata käyttää hitsausvirheiden arvoja tarkoituksenmukaisten hyväksymiskriteerien määrittämiseen eri NDT-menetelmille, kuten
 - ultraäänitarkastukselle,
 - radiografialle,
 - pyörrevirtatarkastukselle,
 - tunkeumanestetarkastukselle,
 - magneettijauhetarkastukselle
- Tätä varten tarvitaan lisävaatimuksia tarkastukselle, arvioinnille ja testaukselle, ns. hyväksymisrajastandardeja

Jos hyväksymisraja ylittyy...

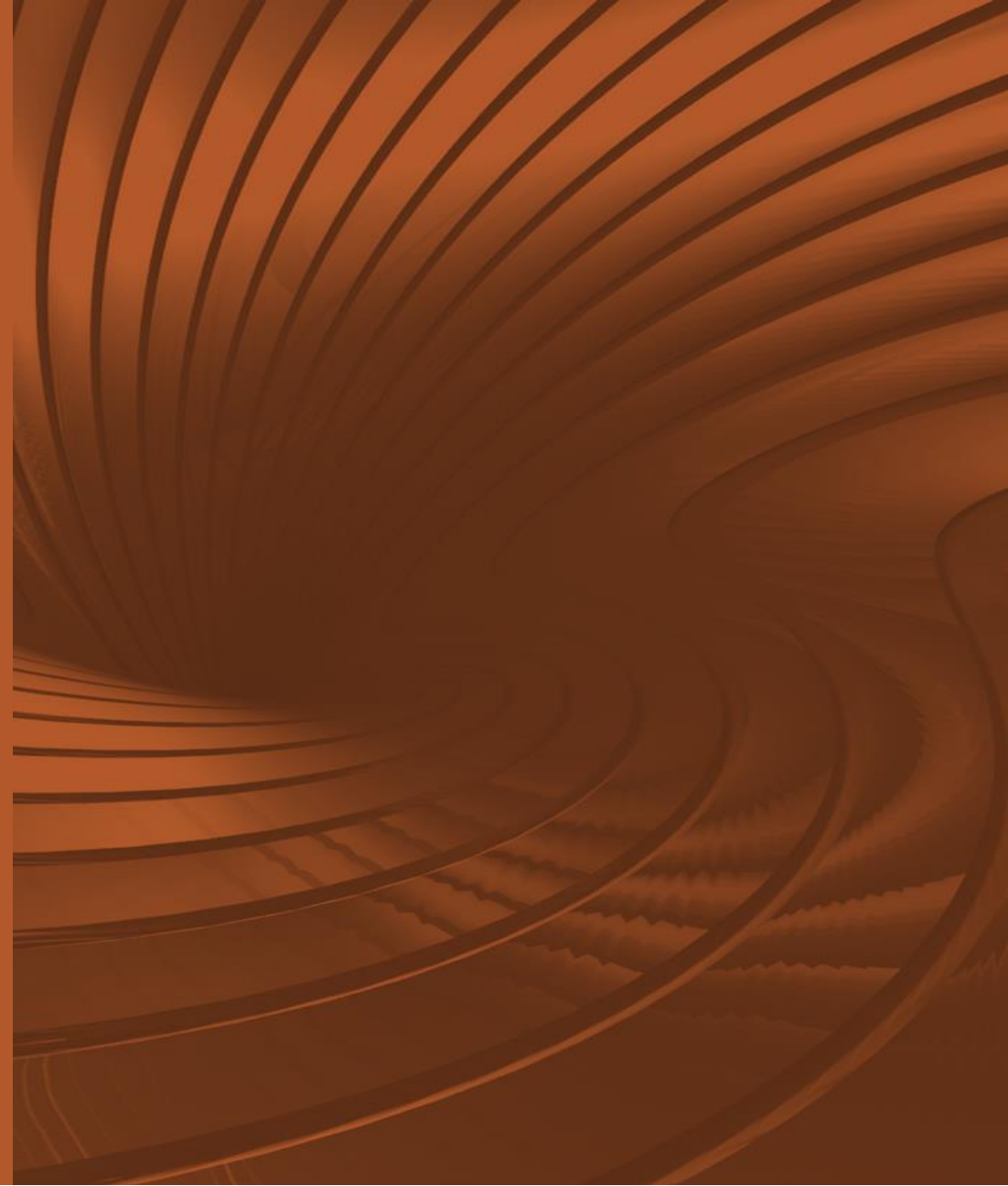
... on se merkki siitä, että

- hitsausmenetelmä (hitsausohje) ei jostain syystä toimi, tai
- hitsaaja on tehnyt virheen

→ **Tarkastusta tulee lisätä**

- NDT:llä saadaan lisävarmistusta, että hitsin laatuvaatimukset ovat kunnossa, mutta NDT ei takaa, etteikö virheitä silti voisi esiintyä
- Tämä on yksi syy miksi hitsaus määritetään standardin SFS-EN ISO 9000 mukaan erikoisprosessiksi

NDT – menetelmät ja hyväksymisrajat



Yleisohjeet hitsien rikkomattomaan aineenkoetukseen (NDT)

SFS-EN ISO 17635 Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Yleisohjeet metallisille materiaaleille

- Standardissa annetaan ohjeet hitsien NDT-menetelmien (Non-Destructive Testing) valintaan ja tarkastustulosten arviointiin perustuen laatuvaatimukseen, materiaaliin, hitsin paksuuteen, hitsausprosessiin ja tarkastuslaajuuteen
- Standardissa määritetään myös yleisohjeet ja standardit, joita sovelletaan eri tarkastusmenetelmiin liittyen metallisten materiaalien menetelmä- tai hyväksymisrajavalintaan
- Standardien SFS-EN ISO 5817 ja SFS-EN ISO 10042 mukaisia hitsiluokkia ei voida käyttää suoraan hyväksymisrajoina. Ne liittyvät tuotantohitsauksessa saavutettavissa olevaan kokonaislaatuun.

Yleisohjeet hitsien rikkomattomaan aineenkoetukseen (NDT)

- Standardin SFS-EN ISO 17635 liitteessä A annetaan hitsiluokkien, NDT-menetelmien ja hyväksymisrajojen yhteydet. Liitteessä B annetaan yhteenveto hitsiluokka-, hyväksymisraja- ja NDT-standardeista.
- Rikkomattoman aineenkoetuksen hyväksymisrajavaatimukset noudattavat standardin SFS-EN ISO 5817 tai SFS-EN ISO 10042 määrittämiä hitsiluokkia (tydyttävä, hyvä, vaativa) pääpiirteittäin, muttei jokaisen yksittäisen näyttämän kohdalla.

Tarkastusmenetelmä	Lyhenne
Pyörrevirtatarkastus	ET
Magneettijauhetarkastus	MT
Tunkeumanestetarkastus	PT
Radiografinen tarkastus	RT
Ultraäänitarkastus	UT
Silmämääräinen tarkastus	VT

Silmämääräinen tarkastus (VT)

SFS-EN ISO 17637 Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus

- Standardissa kuvataan metallisten materiaalien sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus, voidaan soveltaa myös ennen hitsausta suoritettavaan silmämääräiseen tarkastukseen
- Tarkastuslaajuus olisi määritettävä etukäteen, esim. viittaamalla sovellusstandardiin tai tuotestandardiin
- Tarkastusolosuhteet ja -laitteet
- Henkilöstön pätevyys



Silmämääräinen tarkastus (VT)

- Railon tarkastus
 - Railon muoto ja mitat, pintojen puhtaus, pintakäsittelyt, sovitukset
- Hitsauksen aikainen tarkastus
 - Palkojen puhdistus, havaittavien virheiden korjaus, ylimenon muoto, juuren avauksen syvyys ja muoto, hitsausohjeen vaatimusten täytyminen
- Valmiin hitsin tarkastus
 - Hyväksymisrajojen täytyminen (esim. SFS-EN ISO 5817 tai SFS-EN ISO 10042), puhdistus ja viimeistely, profiili ja mitat, hitsin juuri ja pinnat (esim. hitsautumissyvyys, reunahaavat, halkeamat, pinnan huokoisuus, sytytysjäljet)
- Korjattujen hitsien tarkastus

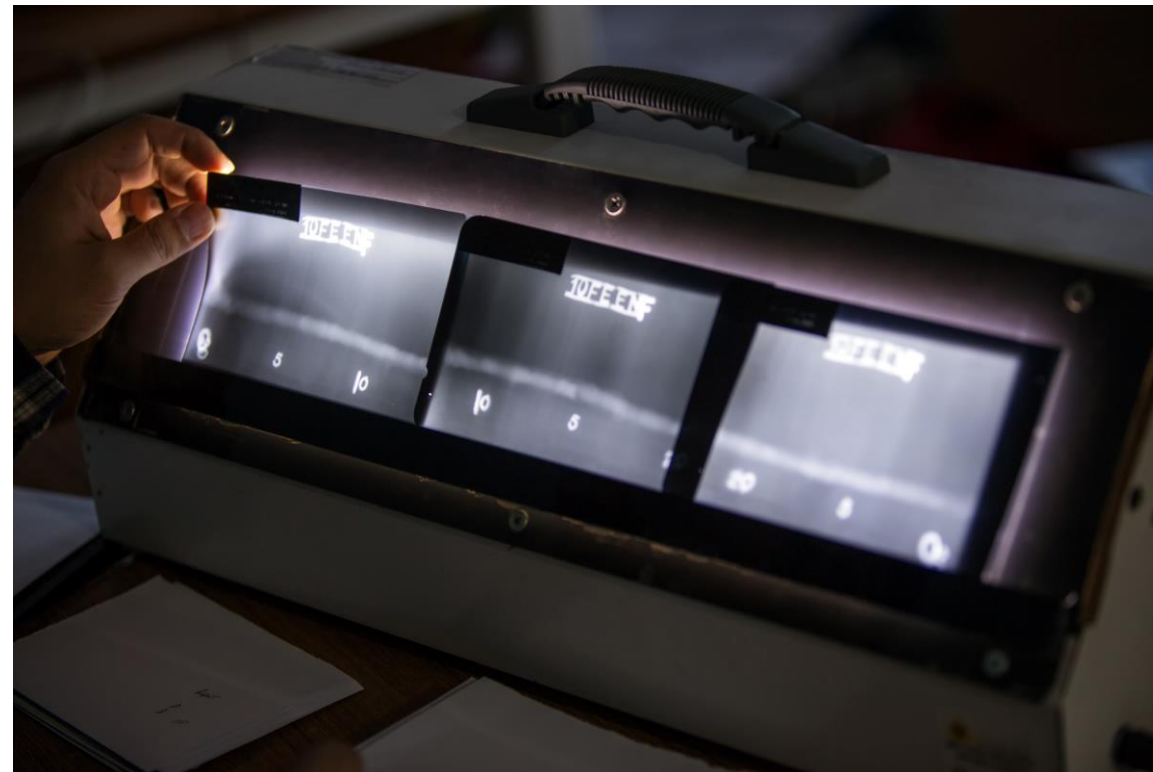
Radiografia (RT) – hyväksymisrajastandardi

SFS-EN ISO 10675 Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Radiografisen kuvauksen hyväksymisrajat

- Osa 1: Teräs, nikkeli, titaani ja niiden seokset
- Osa 2: Alumiini ja niiden seokset

Kattaa ne hitsausvirheet, joita on mahdollista tarkastaa radiografisella kuvauksella

- Standardissa esitetään vain päittäisliitoksen sisäisiä virheitä
- Nurkka- ja T-liitosten radiografiseen tarkastukseen sovelletaan tarvittaessa päittäisliitosten hyväksymisrajoja
- Standardi koskee sekä radiografista tarkastusta sekä filmi- että digitaalitekniikalla (SFS-EN ISO 17636-1 ja -2)



Radiografia (RT) – hyväksymisrajat

Hitsiluokka SFS-EN ISO 5817 mukaan	Tarkastustekniikat ja tarkastustasot standardin SFS-EN ISO 17636-1 ja SFS-EN ISO 17636-2 mukaan	Hyväksymisraja standardin SFS-EN ISO 10675-1 mukaan
B	B	1
C	B ¹⁾	2
D	A	3

¹⁾ Kehähitsien tarkastuksessa vähimmäisvalotusten lukumäärä voi vastata standardin SFS-EN ISO 17636-1 tai SFS-EN ISO 17636-2 tason A vaatimuksia

Ultraääni (UT) – hyväksymisrajat

SFS-EN ISO 11666 Hitsien rikkomaton aineenkoetus.
Hitsausliitosten ultraäänitarkastus. Hyväksymisrajat

Hitsiluokka SFS-EN ISO 5817 mukaan	Tarkastustaso SFS-EN ISO 17640 ¹⁾ mukaan	Hyväksymisraja SFS-EN ISO 11666 mukaan
B	Vähintään B	2
C	Vähintään A	3
D	Vähintään A	3 ²⁾

1) Kun vaaditaan virhetyypin määrittämistä, on sovellettava standardia SFS-EN ISO 23279.

2) Ultraäänitarkastusta ei suositella, mutta voidaan määritellä spesifikaatiossa (samat vaatimukset kuin hitsiluokalle C)

Magneettijauhetaarkastus (MT) – hyväksymisrajat

SFS-EN ISO 23278 Hitsien rikkomaton aineenkoetus.

Hitsien magneettijauhetaarkastus.

Hyväksymisrajat

- Standardissa määritellään kolme hyväksymisrajaa (1, 2 ja 3), jotka perustuvat hitsien pintoihin
- Mitä parempi pinta sen tiukempi hyväksymisraja voidaan valita
- Hyväksymisrajat 2 ja 3 voidaan määrittää **lisämerkillä X**, jolloin lineaariset näyttämät arvioidaan hyväksymisrajan 1 mukaan



Magneettijauhetarkastus (MT) – hyväksymisrajat

Näyttämä	Hyväksymisraja SFS-EN ISO 23278		
	1	2	3
lineaarinen ¹⁾	≤ 1,5	≤ 3	≤ 6
epälineaarinen	≤ 2	≤ 3	≤ 4

¹⁾ pituus enemmän kuin kolme kertaa leveys

Hitsiluokkia SFS-EN ISO 5817 koskevat hyväksymisrajat:

Hyväksymisraja SFS-EN ISO 23278	Hitsiluokka
2X	B
2X	C
3X	D

Huom. Ei päde huokosille.

Tunkeumanestetarkastus (PT) – hyväksymisrajastandardi

SFS-EN ISO 23277 Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsien tunkeumanestetarkastus. Hyväksymisrajat

- Standardissa määritellään kolme hyväksymisrajaa (1, 2 ja 3), jotka perustuvat hitsien pintoihin
- Mitä parempi pinta sen tiukempi hyväksymisraja voidaan valita
- Hyväksymisrajat 2 ja 3 voidaan määrittää **lisämerkillä X**, jolloin lineaariset näyttämät arvioidaan hyväksymisrajan 1 mukaan



Tunkeumanestetarkastus (PT) – hyväksymisrajat

Näyttämä	Hyväksymisraja SFS-EN ISO 23277		
	1	2	3
lineaarinen ¹⁾	≤ 2	≤ 4	≤ 8
epälineaarinen	≤ 4	≤ 6	≤ 8

¹⁾ pituus enemmän kuin kolme kertaa leveys

Hitsiluokkia SFS-EN ISO 5817 koskevat hyväksymisrajat:

Hyväksymisraja SFS-EN ISO 23277	Hitsiluokka
2X	B
2X	C
3X	D

Huom. Pätee myös huokosille.