

YDINVOIMALAITOSTEN PAINEAISTIAT.  
RAKENNEAINEET JA HITS AUSLISÄAINEET

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1 Yleistä	1
2 Rakenneaineiden yleinen hyväksyminen	2
2.1 Yleisesti hyväksytyt rakenneaineet	2
2.2 Uudet rakenneaineet	3
2.3 Turvallisuusluokan ja käyttötarkoituksen vaikutus vaadittavien selvitysten laajuuteen	4
3 Hitsauslisäaineiden hyväksyminen	6
4 Rakenneaineiden ja hitsauslisäaineiden laitekohtainen hyväksyminen	6
4.1 Rakenneaineiden ja hitsauslisäaineiden valinta	7
4.2 Neutronisäteilyn vaikutus rakenneaineiden ja hitsauslisäaineiden ominaisuuksiin	7
5 Aineenkoetus ja rakenneaineiden merkitseminen	7
5.1 Aineenkoetuskokeet	7
5.2 Ainestodistukset	8
5.3 Näytteenotto	8
5.4 Aineenkoetus oikeudet	9
5.5 Aineiden merkintä ja tunnistettavuus	9
5.6 Sopimattomat ainekset	10
6 Opastavia tietoja	10

1

## YLEISTÄ

Ydinvoimalaitosten paineastioiden valmistukseen saa käyttää ohjeen YVL 3.0 mukaisesti vain hyväksytyjä rakenneaineita ja hitsauslisäaineita. Tämä ohje koskee aineiden yleistä hyväksymismenettelyä ja sen lisäksi tarvittavaa laitekohtaista ainesvalinnan tarkastusta sekä aineenkoetusta ja rakenneaineiden merkitsemistä.

2

## RAKENNEAINEIDEN YLEINEN HYVÄKSYMINEN

## 2.1

## Yleisesti hyväksytyt rakenneaineet

Paineastioiden rakenneaineiden hyväksymisen perustana ovat Suomen Standardisoimislautakunnan vahvistamat paineestioita koskevat SFS-standardit.

Tämän mukaisesti säteilyturvallisuuslaitos (STL) pitää yleisesti hyväksytyinä paineestioiden rakenneaineina

- 1 standardin SFS 1100 ja SFS 1150 mukaisia paineestiateräksiä;
- 2 standardin SFS 200 ja SFS 250 mukaisia rakenneteräksiä niin kuin rakenneterästen käytöstä paineestioihin on määrätty standardilla SFS 2033;
- 3 SFS-standardien mukaisia teräsputkia, -takeita ja -valuja sekä muita SFS-standardien mukaisia rakenneaineita niin kuin niiden käytöstä paineestioihin on määrätty.

Yleisesti hyväksyttävänä paineestioiden rakenneaineina pidetään edellämainittujen lisäksi

- 4 Teknillisen tarkastuslaitoksen (TTL) hyväksymiä paineestioiden rakenneaineita. Hyväksymisen tulee olla yleinen eikä esimerkiksi johonkin yksittäiseen rakennesuunnitelmaan liittyvä.
- 5 Suomessa hyväksytyjen NGS-lehtien mukaisten standardien vaatimukset täyttäviä paineestioiden rakenneaineita.
- 6 edellämainittuja rakenneaineita vastaavia rakenneaineita, joilla on virallinen hyväksyntä paineestian rakenneaineeksi paineestian valmistusmaassa. Kyseinen hyväksyntä paineestian rakenneaineeksi voi perustua valmistajamaan viranomaisen hyväksymään kansalliseen standardiin, joka on esitettävä STL:lle rakennesuunnitelman yhteydessä, tai viranomaisen antamaan erilliseen hyväksymiseen. Rakenneterästen käyttöalueet paineestioiden rakenneaineina määräytyvät kuitenkin standardin SFS 2033 mukaisesti.

Jos paineastian rakenneaineena halutaan käyttää muita kuin edellämainittuja yleisesti hyväksytyjä rakenneaineita, esimerkiksi rakenneaineen valmistajan tehdasstandardien mukaisia teräksiä, hyväksymistä haetaan tämän ohjeen kohdan 2.2 mukaan.

Turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvien paineastioiden rakenneaineista tulee edellä selvitetyyn yleisen hyväksymisen lisäksi esittää kohdassa 2.3 tarkemmin mainitut lisäselvitykset.

## 2.2

### Uudet rakenneaineet

Jos paineastian valmistukseen halutaan käyttää rakenneainetta, jolla ei ole voimassa kohdan 2.1 mukaista yleistä hyväksyntää, tulee hyväksymistä hakea STL:lta.

Hakemukseen liitettävien asiakirjojen tulee sisältää seuraavassa mainitut selvitykset. Vaadittava selvitysten laajuus vaihtelee rakenneaineen ja sen käyttötarkoituksen mukaan, kuten kohdassa 2.3 on mainittu.

#### a) Rakenneainestandardi tai vastaava, josta ilmenee

- rakenneaineen valmistusmenetelmä (sulatusmenetelmä, tiivistystapa, tyhjökäsittelyt)
- rakenneaineen toimitustila (muokkaus-, hitsaus-, lämpökäsittely- ja pintakäsittelytila)
- rakenneaineelle edellytettävät aineenkoetukset hyväksymisrajoineen
- rakenneaineelle taattavat ominaisuudet (väsymislujuus, virumislujuus, myötövanhenemiskestävyys, fysikaaliset ominaisuudet)
- rakenneaineen mitat toleransseineen
- rakenneaineelle sallittavat toimitustilaa mahdollisesti muuttavat käsittelyt (muokkaus, hitsaus, lämpökäsittely, pintakäsittely) ja niitä koskevat ohjeet ja rajoitukset
- rakenneaineen käyttörajoitukset

#### b) Koetuksella osoitettavien tai pelkästään taattavien materiaalitietojen perustana olevat selvitykset (tilastollisesti riittävä tarkastelu, jossa otetaan huomioon tuotannossa esiintyvät vaihtelut ja sallitut rakenneaineen käyttöalueet), joista tulee ilmetä mm. rakenneaineen

- kemiallinen koostumus ja mikrorakenne
- lujuusominaisuudet
- haurasmurtumaominaisuudet
- väsymislujuus

- virumislujuus
- vanhenemiskestävyys (myötövanheneminen ja terminen vanheneminen)
- karkenevuus
- säteilynkestävyys
- korroosionkestävyys
- hitsattavuus

c) Selvitykset rakenneaineelle sallittavista toimintutilaa mahdollisesti muuttavista käsittelyistä. Niistä tulee ilmetä mm.

- lämpökäsittelyn vaikutus rakenneaineen lujuus- ja sitkeysominaisuuksiin sekä mikrorakenteeseen
- kylmä- ja kuumamuokkausten vaikutus kohdassa b) esitettyihin materiaaliominaisuuksiin
- hitsauksen (eriteltyinä eri hitsausmenetelmät, -lisäaineet, -arvot, lämmöntuonti, työlämpötila) vaikutus kohdassa b) mainittuihin materiaaliominaisuuksiin sekä rakenneaineen halkeilualttiuteen
- suositus tarvittavista menetelmäkokeista.

Edellä esitettyjen hakemukseen liitettävien selvitysten lisäksi tulee tarvittaessa tehdä STL:n tai STL:n tätä tarkoitusta varten hyväksymän muun organisaation valvonnassa täydentävä perusaineen ja hitsausliitoksen koetus.

Rakenneaineen hyväksymisen jälkeen sen soveltuvuutta paineastiamaateriaaliksi valvotaan niiden ohjeiden mukaan, jotka STL antaa ko. ainetta koskevassa hyväksymispäätöksessään.

### 2.3

Turvallisuusluokan ja käyttötarkoituksen vaikutus vaadittavien selvitysten laajuuteen

Turvallisuusluokan ja käyttötarkoituksen mukaan tulee rakenneaineista esittää yleisen hyväksyttämisen yhteydessä seuraavat selvitysasiakirjat:

a) Reaktoripaineastiateräs

Reaktoripaineastiateräksestä tulee esittää kaikki kohdan 2.2 mukaiset selvitykset.

b) Yleisesti hyväksytyt rakenneaineet

Turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvien paineastioiden rakenneaineista tulee yleisen hyväksynnän li-

säksi esittää kohtien 2.2b ja c mukaiset selvitykset siltä osin kuin yleinen hyväksyminen ei niitä ole selvittänyt. Lisäselvitysvaatimusten laajuus vaihtelee paineastian osan merkityksen ja käyttöolosuhteiden asettamien vaatimusten mukaan. Lämpökäsittelyjen ja hitsauksen vaikutus materiaaliominaisuuksiin tulee selvittää kohdan 2.2 c mukaan.

Tämä erityishyväksyttäminen turvallisuusluokkiin 1 ja 2 hoidetaan kuten uuden rakenneaineen hyväksyttäminen.

c) Rakenneaineet, joilla ei ole yleistä hyväksymistä

Niille rakenneaineille, joilla ei ole yleistä hyväksymistä kohdan 2.1 mukaan, tulee esittää turvallisuusluokissa 1 ja 2 kaikki kohdan 2.2 mukaiset selvitykset.

Turvallisuusluokassa 3 ja luokassa EYT tulee esittää sellaiset selvitykset, joista ilmenee, että kohdassa 2.1 mainituille standardisoiduille paineastia- ja rakenneteräksille asianomaisissa standardeissa asetetut vaatimukset on täytetty. Ensimmäisistä vaatimukset määräytyvät SFS-standardien mukaan.

Taulukossa 1 on esitetty yhteenveto niistä vaatimuksista ja selvityksistä, jotka kussakin tapauksessa tulee esittää.

Taulukko 1 Turvallisuusluokan ja käyttötarkoituksen vaikutus vaadittavien selvitysten laajuuteen

	Turvallisuusluokka/käyttötarkoitus		
	Reaktoripaineastia	1 ja 2	3 ja EYT
1. Yleisesti hyväksyty rakenneaine	- kohtien 2.2 ja 4.2 mukaan	- yleinen hyväksyntä kohdan 2.1 mukaan - lisähyväksyntä kohtien 2.2 b ja c mukaan <sup>2)</sup>	- yleinen hyväksyntä selvittäväl)
2. Uusi rakenneaine		- kohdan 2.2 mukaan	- kuten kohdan 2.1 standardeissa on sanottu, kts. 2.3 c

1) rakennesuunnitelman yhteydessä

2) yleisenä hyväksymisenä

## 3

## HITSAUSLISÄAINEIDEN HYVÄKSYMINEN

Ydinvoimalaitosten paineastioiden hitsaukseen Suomessa tulee käyttää hitsauslisäaineita, jotka STL tai TTL on hyväksynyt käytettäväiksi paineastioiden hitsaukseen.

Mikäli ydinvoimalaitosten paineastioiden hitsaukseen Suomessa aiotaan käyttää hitsauslisäainetta, jota STL tai TTL ei ole hyväksynyt, se tulee hyväksyttää STL:ssa. STL valvoo koekappaleiden hitsausta ja aineenkoetusta. Lisäaine koetetaan standardin SFS 2034, SFS 2224, SFS 2225 tai SFS 3656 mukaan. Hitsauslisäaineet, joita ei voida koettaa SFS-standardien mukaan, voidaan osoittaa aiottuun käyttöön soveltuviksi muulla STL:n hyväksymällä tavalla, esimerkiksi koettamalla ne kansainvälisen tai muun kansallisen standardin mukaan taikka menetelmäkokeen yhteydessä riittävän laajaa koetusta käyttäen.

Hyväksymishakemuksen liitteenä tulee toimittaa seuraavat selvitykset hitsauslisäaineesta:

- 1 Valmistajan selvitys hitsauslisäaineesta (mm. merkki, laatu, kemiallinen koostumus, mitat, käyttösuositukset)
- 2 Koetuspöytäkirjat
- 3 Esitys laatuluokasta tai käyttötarkoituksesta, mihin hitsauslisäaine halutaan hyväksyttää.

Paineastioiden valmistuksessa ulkomailla voidaan käyttää myös valmistajamaassa ko. tarkoitukseen virallisesti hyväksytyjä hitsauslisäaineita. Hyväksyntä tulee selvittää STL:lle viimeistään rakennesuunnitelmassa.

## 4

## RAKENNEAINEIDEN JA HITSAUSLISÄAINEIDEN LAITEKOHTAINEN HYVÄKSYMINEN

Rakenneaineet ja hitsauslisäaineet tulee esittää paineastia-, rakenneosa- ja hitsausliitoskohtaisesti STL:n hyväksyttäväksi rakennesuunnitelmia koskevien ohjeiden (YVL 3.0, YVL 3.1, YVL 3.2, YVL 3.3) mukaisesti. Tässä yhteydessä STL tarkastaa, onko rakenne- ja hitsauslisäaineet yleisesti hyväksytyt esitettyihin käyttöolosuhteisiin. Käyttötarkoituksen mukaan saattaa STL asettaa standardiin tai yleiseen hyväksyntään sisältyvien vaatimusten lisäksi valmistukseen, tarkastuksiin ja käyttöominaisuuksiin liittyviä eri-

tyisvaatimuksia. Laitekohtainen hyväksyminen edellyttää voimassa olevaa kohdan 2 tai 3 mukaista yleistä hyväksyntää, joka tulee selvittää rakennesuunnitelmassa.

#### 4.1

#### Rakenneaineiden ja hitsauslisäaineiden valinta

Rakenneaineiden ja hitsauslisäaineiden valinnassa tulee ottaa huomioon mm.

- laitteen tai rakenteen turvallisuusluokka
- osan merkitys laitekokonaisuudessa
- kuormitusolosuhteet
- käyttölämpötilan vaikutus lujuuteen ja kemialliseen kestävyys
- korroosio-olosuhteet
- rakenneaineen soveltuvuus valittuun valmistustekniikkaan.

Edellämainitut rakenneaineen ja hitsauslisäaineen valintaan vaikuttavat seikat saattavat aiheuttaa käytetyssä rakenneainestandardissa määritettyä laajemman aineenkoetuksen.

#### 4.2

#### Neutronisäteilyn vaikutus rakenneaineiden ja hitsauslisäaineiden ominaisuuksiin

Käytön aikana merkittävän neutronisäteilyn alaiseksi joutuviin rakenteisiin saa käyttää vain sellaisia rakenneaineita ja hitsauslisäaineita, joiden ominaisuuksien muuttuminen neutronisäteilyn vaikutuksesta tunnetaan. Selvitys säteilykestävyydestä ja käyttöolosuhteista tulee toimittaa STL:lle rakenneaineen yleisen hyväksyttämisen yhteydessä.

Ominaisuuksien muuttumisen seuraamiseksi tulee rakennesuunnitelman yhteydessä esittää yksityiskohtainen suunnitelma (surveillance-ohjelma). Seurantaohjelman laajuus riippuu siitä, miten perusteellisesti neutronisäteilyn vaikutus ko. rakenteeseen käytettävän rakenneaineen, hitsiaineen ja muutosvyöhykkeen ominaisuuksiin tunnetaan. Standardin ASTM E 185-73 suosituksia voidaan pitää vähimmäisvaatimuksina silloin, kun rakenneaine tunnetaan hyvin.

### 5

#### AINEENKOETUS JA RAKENNEAINEIDEN MERKITSEMINEN

##### 5.1

##### Aineenkoetuskokeet

Aineenkoetuksella tulee todeta, täyttävätkö rakenneaineet ja hitsauslisäaineet kohdan 2 mukaiset hyväk-

syttyjen aineiden vaatimukset sekä rakennesuunnitelmassa mahdollisesti asetetut lisävaatimukset.

## 5.2

### Ainestodistukset

Rakenneaineen ainestodistukseen on selvästi merkittävä standardin SFS 3 tai sitä vastaavan standardin mukainen todistuslaji ja ne standardit, ohjeet ja määräykset, joiden mukaan toimitus tapahtuu. Rakenneaineen hankintaspesifikaatiolla tulee varmistaa, että ainestodistukseen tulee kulloinkin tarvittavat tiedot.

Turvallisuusluokkiin 1 tai 2 kuuluvien laitteiden pääosien rakenneaineiden ainestodistuksen tulee olla vähintään standardin SFS 3 mukainen vastaanottotodistus 3A, muille painetta kantaville osille riittää vastaanottotodistus 3B. Vastaavasti tulee turvallisuusluokassa 3 ja luokassa EYT pääosien ainestodistuksen olla vähintään todistus 3B, muille painetta kantaville osille riittää koetustodistus 2V tai 2T. Paineastian tukirakenteisiin käytettävän teräksen tulee olla vähintään laatuluokkaa B (IIW-367-71) ja siitä tulee ainestodistukseksi esittää vähintään laatuvaraus (SFS 3-1). Kuitenkin tulee painerunkoon hitsattavasta osasta olla vähintään koetustodistus 2V tai 2T.

Hitsauslisäaineista on eräkohtaisesti toimitettava materiaalispesifikaation tai hyväksytyjen paineastiastandardien, määräysten tai ohjeiden edellyttämät koetustulokset ja -tiedot. Turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvien laitteiden tärkeimpiin hitsausliitoksiin käytetyt lisäaine-erät tulee voida selvittää laite- ja liitoskohtaisesti.

## 5.3

### Näytteenotto

Näytteenotto on tehtävä ao. paineastiaterästyyppejä koskevan näytteenottostandardin mukaan tai muulla STL:n hyväksymällä tavalla.

Paineastian valmistuksen käsittäessä sellaisia työvaiheita kuten esimerkiksi muokkaus ja lämpökäsittely, jotka vaikuttavat rakenneaineen ominaisuuksiin, on näytteenotto ja aineenkoetus suoritettava lopullisessa tilassa olevalle rakenteelle tai on ominaisuuksien muuttuminen oltava tunnettu tai kokeilla osoitettu.

Näytekappaleet tulee irrottaa vasta viimeisen lämpökäsittelyn jälkeen. Jos tarkastuserä joudutaan lämpökäsittämään uudelleen tai jos näytettä ei voi enää

viimeisen lämpökäsittelyn jälkeen irrottaa, saa kokeet suorittaa aikaisemmin irrotetuilla näytekappaleilla, jotka lämpökäsitellään yhdessä tarkastuserän kanssa, ellei perustellusti ole syytä lämpökäsitellä näytekappaleita erikseen, jolloin niiden lämpökäsittelyn tulee vastata tarkastuserän lämpökäsittelyä. Lämpökäsittely tulee suorittaa siten, että tarkastuserän ja näytekappaleen lämpökäsittelyssä muuttuneet ominaisuudet vastaavat toisiaan.

Tarkastajan on ennen näytteen irrottamista merkittävä näytteeseen sekä rakenneaineen leimakenttään koe-kappaleen numero ja oma tunnuksensa.

#### 5.4

##### Aineenkoetusoikeudet

Tarkastus- ja aineenkoetustehtäviä hoitavien (mukaan luettuna ainestodistusten allekirjoittaminen) sekä ainesmerkintöjen siirtoja suorittavien henkilöiden ja organisaatioiden oikeudet ja hyväksymisvaatimukset on esitetty ohjeessa YVL 1.3.

#### 5.5

##### Aineiden merkintä ja tunnistettavuus

Rakenneaineet on voitava tunnistaa ja jäljittää niiden valmistuksen alkuvaiheesta lähtien aina valmiiseen rakenteeseen asti. Hitsauslisäaineita on käsiteltävä siten, että ne voidaan tunnistaa käsittelyn kaikissa vaiheissa.

Aineksiin on hyväksymisen yhteydessä valmistajatehtaalla pysyvästi merkittävä valmistajan ja vastaanottajan merkki, sulatus- ja aihionumero sekä rakenneainelaatu, mikäli kysymyksessä oleva standardi ei vaadi laajempaa merkintää. Samojen merkintöjen tulee olla myös asianomaisessa ainestodistuksessa. Turvallisuusluokassa 3 ja luokassa EYT voidaan putkiainesten merkintä tehdä standardin SFS 2033 kohdan 9.6 mukaisesti; kuitenkin yhteys asianomaiseen ainestodistukseen tulee aina ilmetä. Samoin riittävät turvallisuusluokassa 3 ja luokassa EYT standardiosien, kuten laippojen, ruuvien ja muttereiden merkitsemiseen sellaiset merkinnät, joiden perusteella voidaan tunnistaa käytetty aines ja joista valmistaja voi tarvittaessa antaa ainestodistuksen.

Jos aines paloitellaan valmistuksen yhteydessä tai merkinnät häviävät jonkin käsittelyn vuoksi, merkinnän siirtämiseen hyväksytyn tarkastajan on tehtävä ennen paloittelua tai muuta käsittelyä osiin uudet

pysyvät merkinnät siten, että osien alkuperä voidaan rakennetarkastuksen yhteydessä varmasti todeta. Tar- kastajan tulee vahvistaa merkinnät omalla henkilökoh- taisella tunnuksellaan.

## 5.6

## Sopimattomat ainekset

Ainesta, joka paineastian valmistuksen aikana tai muutoin osoittautuu sopimattomaksi, ei saa käyttää.

Aineksissa ei saa olla paineastian lujuutta vaaranta- via kerrostumia, halkeamia tai muita virheellisyyksiä. Aineksissa olevia tai niihin paineastian valmistuksen yhteydessä syntyviä vähäisiä virheellisyyksiä saa kor- jata vain tilaajan suostumuksella asianomaisen raken- neainestandardin mukaisia menettelytapoja noudattaen.

## 6

## OPASTAVIA TIETOJA

- NGS Nordic Group for Steel Regulations.  
NGS-lehtiä myy Suomen Standardisoimisliitto.
- SFS 3 Aineistodistukset. 2.muutettu painos.  
1974-05-01.
- SFS 200 Yleiset rakenneteräkset. Laatuvaatimukset.  
2. muutettu painos. Marraskuu 1969.
- SFS 250 Yleiset rakenneteräkset. Hienoraeteräkset.  
Laadut ja merkintä. 1.painos. 1977-05-10.
- SFS 1100 Yleiset paineastiateräkset. Levyt ja tangot.  
Laatuvaatimukset. 1.painos.  
1970-11-12.
- SFS 1150 Paineastiain rakenneaineet. Paineastiate-  
räkset. Hienoraeteräkset. 1.painos.  
1977-05-10.
- SFS 2033 Paineastiain rakenneaineet. Yleisten  
rakenneterästen käyttö paineastioihin.  
Levyt, putket, tangot, muototeräkset ja  
takeet. 2.painos. 1977-04-12.
- SFS 2034 Hitsaus. Päällystetyt liitoshitsauspuikot  
seostamattomille ja niukkaseosteisille  
teräksille. Tunnusmerkinnät. 2. painos.  
1977-02-14.

- SFS 2224 Liitoshitsauspuikot seostamattomille teräksille. Laatuvaatimukset ja koetus. 1.painos. Kesäkuu 1967.
- SFS 2225 Liitoshitsauspuikot kuumalujille, niukka-seosteisille teräksille. Laatuvaatimukset ja koetus. 1.painos. Kesäkuu 1968.
- SFS 3656 Liitoshitsauspuikot ruostumattomille austeniittisille teräksille. Laatuvaatimukset ja testaus. 1. painos. 1976-02-15.
- IIW-367-71 International Institute of Welding, julkaisu 367-71. Recommendations for the Classification of Steel for use in Weld Structures.  
Julkaisua myy Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys ry.
- ASTM E 185-73 Surveillance Tests for Nuclear Reactor Vessels. April 1973.