

Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset

Teräsrakenteet - SYL 4



Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset

Teräsrakenteet - SYL 4

Tuotantotoiminnan ohjaus

ISBN 951-726-769-X
TIEL 2210006-2001

Edita Prima Oy
Helsinki 2002

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
telefaksi 0204 22 2652
e-mail julkaisumyynti@tiehallinto.fi

TIEHALLINTO
Siltatekniikka
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset

Teräsrakenteet - SYL 4

Tuotantotoiminnan ohjaus

ALKUSANAT

Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset ja ohjeet on asiakirjakokonaisuus, joka sisältää seuraavat osat:

Yleinen osa	- SYL 1
Maa- ja pohjarakenteet	- SYL 2
Betonirakenteet	- SYL 3
Teräsrakenteet	- SYL 4
Puurakenteet	- SYL 5
Kannen pintarakenteet	- SYL 6
Varusteet ja laitteet	- SYL 7

Tehtäessä teräsrakenteita tarvitaan osan SYL 4 lisäksi osaa SYL 1, jossa esitetään mm. koko siltaa koskevat yleiset laatuvaatimukset sekä laadunvarmistusta ja mittauksia koskevia yleisiä vaatimuksia. Osissa SYL 2, SYL 3, SYL 5 ja SYL 6 on myös teräsiltoihin ja teräsiltojen apurakenteisiin sovellettavia laatuvaatimuksia. Osassa SYL 7 esitetään mm. laakereihin ja liikuntalaitteisiin liittyviä vaatimuksia.

Asiakirjaa on vuonna 1996 ilmestyneen version pohjalta täydennetty ja ajanmukaistettu esittämällä kukin vaatimus omassa numeroidussa kappalessaan, mikä mahdollistaa niiden koodauksen. Lisäksi on tarkistettu vaatimusten ja ohjeiden välistä rajaa, määritelty hyväksymis-, ja hylkäysrajoja, otettu huomioon standardeissa, normeissa ja ohjeissa tapahtuneet muutokset sekä muutettu otsikointi ja tekstiä joiltakin osin.

Uusitun sillanrakentamisen yleisten laatuvaatimusten teräsrakenteet tekstiluonnoksen on laatinut DI Juhani Hyvönen (ins.tsto Pontek Oy). Työtä on ohjannut ja valvonut DI Mauno Peltokorpi siltatekniikasta.

Helsingissä helmikuussa 2002

Tiehallinto
siltatekniikka

Sisältö

4 TERÄSRAKENTEET	9
4.1 YLEISTÄ	9
4.1.1 Soveltamisalue	9
4.1.2 Muussa maassa valmistettu tuote	9
4.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet	9
4.1.4 Asiakirjatekstin sitovuus	10
4.1.5 Tekniset työsuunnitelmat	10
4.1.6 Laatusuunnitelmat	11
4.1.7 Työnjohto ja työvoima	11
4.1.8 Työtilat ja kalusto	11
4.1.9 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	12
4.2 AINEET JA TARVIKKEET	12
4.2.1 Yleiset laatuvaatimukset	12
4.2.2 Rakenneteräkset	12
4.2.2.1 Mekaaniset, fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet	12
4.2.2.2 Muut vaatimukset	13
4.2.2.3 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	13
4.2.3 Muut teräsmateriaalit	14
4.2.3.1 Yleistä	14
4.2.3.2 Laatuvaatimusten esittäminen	15
4.2.3.3 Kelpoisuuden osoittaminen	15
4.2.4 Liitosaineet ja -tarvikkeet	15
4.2.4.1 Yleistä	15
4.2.4.2 Hitsauksen lisäaineet	16
4.2.4.3 Ruuvitarvikkeet	16
4.2.4.4 Vaarnat	16
4.2.5 Muut aineet ja tarvikkeet	17
4.2.6 Materiaalin esikäsittely	18
4.2.6.1 Luettelointi ja merkinnät	18
4.2.6.2 Puhdistus	18
4.2.6.3 Pintavikojen poisto	18
4.2.6.4 Oikaisu	19
4.3 RAKENNEOSAT	20
4.3.1 Yleistä	20
4.3.1.1 Valmistussuunnitelma	20
4.3.1.2 Työkohtainen laatusuunnitelma	20
4.3.1.3 Työvaiheen laatusuunnitelma	21
4.3.1.4 Muutokset rakennesuunnitelmaan	21
4.3.1.5 Rakenneosien mittatarkkuus	21
4.3.1.6 Muut laatuvaatimukset	26
4.3.2 Paloittelu ja muotoilu	26
4.3.2.1 Leikkaus	26
4.3.2.2 Taivutus ja särmääminen	27

4.3.2.3	Reikien tekeminen	28
4.3.2.4	Koneistaminen	28
4.3.2.5	Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	28
4.3.3	Hitsausliitokset	28
4.3.3.1	Hitsien laatuvaatimukset	28
4.3.3.2	Hitsaussuunnitelma	29
4.3.3.3	Railot	30
4.3.3.4	Lisäaineet	31
4.3.3.5	Hitsausjärjestys	31
4.3.3.6	Hitsaaminen	31
4.3.3.7	Lämpökäsittely	33
4.3.3.8	Hitsien korjaaminen	33
4.3.3.9	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	34
4.3.4	Pulttiliitokset	36
4.3.4.1	Yleistä	36
4.3.4.2	Tarvikkeet	36
4.3.4.3	Liitososat	37
4.3.4.4	Vapaareiät	37
4.3.4.5	Ruuvien kiristäminen	38
4.3.4.6	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	39
4.3.5	Kitkaliitokset	39
4.3.5.1	Yleiset laatuvaatimukset	39
4.3.5.2	Reiät	39
4.3.5.3	Liitososien sovittaminen	40
4.3.5.4	Liitospintojen käsittely	40
4.3.5.5	Liittimien kiristäminen	41
4.3.5.6	Liitoksen viimeistely	43
4.3.5.7	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	43
4.3.6	Vaarnat	43
4.3.6.1	Yleiset laatuvaatimukset	43
4.3.6.2	Hitsaaminen	44
4.3.6.3	Korjaukset	45
4.3.6.4	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	45
4.3.7	Kokoonpano	46
4.3.7.1	Yleiset laatuvaatimukset	46
4.3.7.2	Mittaus	46
4.3.7.3	Osien sovittaminen	47
4.3.7.4	Väliaikaiset kiinnitykset	47
4.3.7.5	Kokoonpanoliitokset	48
4.3.7.6	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	48
4.4	RAKENTEET	48
4.4.1	Rakenteen muoto- ja mittatarkkuus	48
4.4.2	Koeasennus	53
4.4.2.1	Yleistä	53
4.4.2.2	Vaatimukset	54

4.4.3	Siirrot, kuljetus ja varastointi	54
4.4.3.1	Yleistä	54
4.4.3.2	Nostot	55
4.4.3.3	Rakenneosien tuenta	55
4.4.3.4	Suojaaminen	56
4.4.4	Asentaminen	56
4.4.4.1	Yleistä	56
4.4.4.2	Asennussuunnitelma	56
4.4.4.3	Asennuksen laatusuunnitelmat	59
4.4.4.4	Nostot ja siirrot	59
4.4.4.5	Asennusliitokset	60
4.4.4.6	Viimeistely	61
4.4.4.7	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	61
4.5	PINTAKÄSITTELY	62
4.5.1	Yleistä	62
4.5.1.1	Soveltaminen	62
4.5.1.2	Käsitteet	62
4.5.1.3	Pinnoitteiden yleiset laatuvaatimukset	62
4.5.1.4	Laatusuunnitelmat	63
4.5.2	Pintakäsittelyn työsuunnitelma	64
4.5.2.1	Suunnitelman muoto ja sisältö	64
4.5.2.2	Hyväksyttävät siltapinnoitteet	67
4.5.3	Korroosionestomaalaus	68
4.5.3.1	Maalipinnoitteen laatuvaatimukset	68
4.5.3.2	Esikäsittely	70
4.5.3.3	Aineet	72
4.5.3.4	Maalaustyö	72
4.5.3.5	Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	73
4.5.4	Kuumasinkitys	74
4.5.4.1	Sinkkipinnoitteen laatuvaatimukset	74
4.5.4.2	Esikäsittely ennen kuumasinkitystä	76
4.5.4.3	Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	76
4.5.5	Metalliruiskutus	77
4.5.5.1	Metallipinnoitteen laatuvaatimukset	77
4.5.5.2	Esikäsittely	77
4.5.5.3	Ruiskutus	77
4.5.5.4	Jälkikäsittely	77
4.5.5.5	Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	78
4.5.6	Muut menetelmät	78
4.5.6.1	Yleistä	78
4.5.6.2	Teräspinnat ilman pinnoitetta	78
4.5.6.3	Tilapäiset korroosionestomenetelmät	78
4.5.6.4	Koteloiden suojaaminen	79
4.6	KIRJALLISUUSLUETTELO	81
4.7	LIITTEET	85

4 TERÄSRAKENTEET

4.1 YLEISTÄ

4.1.1 Soveltamisalue

- .1 Näitä sillanrakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia ja ohjeita käytetään tehtäessä tai korjattaessa teräksisiä siltoja ja niihin verrattavia rakenteita. Niitä noudatetaan soveltuvien osien myötä tehtäessä rakenteita muusta metallista kuin teräksestä.
- .2 Tässä asiakirjassa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan suunnitelmassa ja sillanrakentamisen yleisten laatuvaatimusten osassa Yleinen osa (SYL 1) esitettyjä vaatimuksia ja ohjeita.

4.1.2 Muussa maassa valmistettu tuote

- .1 Näissä ohjeissa mainituista, tuotteita tai testausmenetelmiä koskevista standardeista, muista asiakirjoista ja teknisistä vaatimuksista määrätään, että myös sellaisten tuotteiden tai testausmenetelmien käyttö on sallittu, jotka täyttävät Euroopan talousalueesta 2 päivänä toukokuuta 1992 tehdyn sopimuksen sopimusvaltioiden standardien tai muiden määräysten ja/tai teknisten määräysten vaatimukset, mikäli näin varmistetaan vaadittu laatutaso turvallisuuden, terveyden ja käyttökelpoisuuden osalta yhtäläisellä tavalla ja pysyvästi.

Mikäli tuotteen vaatimustenmukaisuus tai käyttökelpoisuus on todistettava, esimerkiksi yleisellä tarkastushyväksynnällä tai yleisellä tarkastustodistuksella, voidaan tuotetta pitää samanarvoisena vain, jos sillä on vastaava käyttökelpoisuus- ja/tai vaatimusten-mukaisuustodistus ja siinä on vaatimustenmukaisuusmerkintä.

- .2 Euroopan talousalueesta tehdyn sopimuksen mukaan muiden sopimusvaltioiden elinten suorittamat testaukset, tarkastukset ja sertifioinnit on myös tunnustettava, mikäli elinten pätevyys, riippumattomuus, puolueettomuus ja teknisen laitteiston perusteella voidaan luottaa siihen, että ne suorittavat testauksen, tarkastukset ja sertifioinnin yhtä asiallisesti ja todistusvoimaisesti. Elinten katsotaan täyttävän vaatimukset varsinkin siinä tapauksessa, että ne on hyväksytty 21 päivänä joulukuuta 1988 annetun direktiivin 89/106/ETY 16 artiklan mukaisesti tähän tarkoitukseen.

4.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet

- .1 Tästä Sillanrakentamisen yleisten laatuvaatimusten osasta Teräsrakenteet käytetään lyhennettä SYL 4.

- .2 SYL 4:ssä käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kuuluvissa määräyksissä ja ohjeissa, pääosin ohjeessa "B7 Teräsrakenteet"/1/ sekä soveltuvissa SFS-standardeissa määriteltyjä tai käytettyjä käsitteitä ja merkintöjä.

Siltojen rakentamiseen ja niiden laadun varmistamiseen liittyvät yleiset käsitteet ja lyhenteet on määritelty SYL 1:ssä.

Jos rakenteen tai sen osan poikkeamat ylittävät hylkäysrajan, voi tilaaja hyväksyä muunkin kuin kohdassa SYL 1.1.4 hylkäysrajan määrittelyssä esitetyn menettelyn.

- .3 SYL 4:ssa valmistajalla tarkoitetaan yritystä tai tuotantoyksikköä, joka valmistaa teräsrakenteen tai tekee sitä varten materiaalia, tarvikkeita taikka osia.
- .4 Asentaja nimitystä käytetään sellaisesta SYL 1:ssä tarkoitetusta urakoitsijasta, jonka suoritusvelvollisuus siinä yhteydessä rajoittuu teräsrakenteen asentamiseen.
- .5 Pintakäsittelyn tekijästä käytetään nimitystä pintakäsittelijä.

Pintakäsittelyn käsitteitä on täsmennetty myös kohdassa 4.5.1.2 ja siinä mainitussa liitteessä.

4.1.4 Asiakirjatekstin sitovuus

Katso SYL 1, kohta 1.1.5.

4.1.5 Tekniset työsuunnitelmat

- .1 Teräsrakenteiden valmistuksesta, asentamisesta ja pintakäsittelystä laaditaan SYL 1:n kohdassa 1.4.4 esitetyllä tavalla erilliset tekniset työsuunnitelmat.
- .2 Työvaiheet suunnitellaan siten, että rakenneosat, rakenne asennettuna ja valmis silta täyttävät suunnitelma-asiakirjoissa asetetut laatuvaatimukset.
- .3 Tekniset työsuunnitelmat on jätettävä tilaajan edustajalle tarkastettavaksi vähintään viikkoa ennen työn tai työvaiheen aloittamista.
- .4 Teknisiin työsuunnitelmiin pitää tehdä valvojan vaatimat tai työaikana esille tulevat korjaukset.
- .5 Tarkastettuun työsuunnitelmaan ei saa tehdä muutoksia sopimatta niistä tilaajan edustajan kanssa.

Valmistussuunnitelmaa käsitellään tarkemmin kohdassa 4.3.1.1, asennussuunnitelmaa kohdassa 4.4.4.2 ja pintakäsittelyn työsuunnitelmaa kohdassa 4.5.2.

Teknisten työsuunnitelmien kokoamisessa voidaan käyttää hyväksi yrityksen laatujärjestelmään kuuluvia yleisiä ohjeita.

4.1.6 Laatusuunnitelmat

- .1 SYL 1:n kohdissa 1.4.2 ja 1.4.3 esitettyjen vaatimusten mukaan laaditaan koko työtä sekä rakenneosia ja työvaiheita koskevat laatusuunnitelmat.

Laatusuunnitelmien kokoamisessa voidaan käyttää hyväksi yrityksen laatujärjestelmään kuuluvia yleisiä ohjeita tai jollekin rakennetyypille valmiiksi laadittuja laatusuunnitelmia.

Laatusuunnitelmat voivat olla erillisiä suunnitelmia tai teknisten työsuunnitelmien osia.

4.1.7 Työnjohto ja työvoima

- .1 Teräsiltojen valmistusta tai asennusta johtavalla työnjohtajalla on oltava teräsrakenteiden valmistukseen soveltuva teknillisen koulun tai opiston tutkintoa vastaava koulutus ja B7:n mukainen teräsrakenteiden vastaavan työnjohtajan pätevyys tai vastaavat tiedot ja kokemusta raskaiden teräsrakenteiden valmistuksesta ja asennuksesta (ks. myös kohta 4.4.4.1).
- .2 Pintakäsittelytöitä johtavalla työnjohtajalla on oltava alaan soveltuva teknillinen koulutus ja vähintään kahden vuoden kokemus teräsrakenteiden pintakäsittelytöistä tai koulutuksen puuttuessa vähintään viiden vuoden kokemus vastaavista pintakäsittelytöistä.
- .3 Työvoiman on oltava joko koulutuksen tai työkokemuksen perusteella ammattitaitoisia.
- .4 Koneiden ja laitteiden käyttäjien on saatava niiden valmistajan tai maahantuojan järjestämä ohjaus, ellei opetus sisälly ammattikoulutukseen tai valmistaja itse järjestä pätevää työnohjausta.
- .5 Hitsaajien ja hitsausliitosten tarkastajien pätevyysvaatimukset on esitetty kohdissa 4.3.3.6 ja 4.3.3.9.
- .6 Maalaustöitä tekevillä työntekijöillä tulee olla korroosionestomaalarin ammattitutkinto tai sitä vastaava tutkinto tai vähintään kahden vuoden työkokemus vastaavista korroosionestomaalaustöistä.

4.1.8 Työtilat ja kalusto

- .1 Teräsiltojen valmistajalla, asentajalla ja pintakäsittelijällä on oltava käytävissä sellaiset työtilat, työvälineet, koneet ja laitteet, joilla vaadittu laatutaso saavutetaan ja joilla laatu voidaan osoittaa.

4.1.9 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Työnaikaisissa tarkastuksissa, laadunohjauksessa, kelpoisuuden osoittamisessa, dokumentoinnissa ja laaturaportoinnissa noudatetaan SYL 1:n kohdassa 1.4 sekä jäljempänä tässä asiakirjassa esitettyjä vaatimuksia.

4.2 AINEET JA TARVIKKEET

4.2.1 Yleiset laatuvaatimukset

- .1 Pysyviin rakenteisiin ei saa käyttää aineita eikä tarvikkeita, joiden laatua ja kelpoisuutta ei ole etukäteen todettu.
- .2 Tuotteiden valmistuksen on oltava hyväksyttävän laadunvalvonnan alaista ja laadunvalvontakokeiden tulosten tulee olla saatavissa.

4.2.2 Rakenneteräksset

4.2.2.1 Mekaaniset, fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet

- .1 Käytettävän teräksen tulee täyttää kaikki suunnitelmassa mainitussa määrittelystandardissa asetetut mekaanisia, fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia koskevat vaatimukset.

Rakenneteräksen nimikkeet ja tunnuksot on merkitty suunnitelmaan standardin SFS-EN 10 027-1 /2/ mukaisesti.

Vaatimukset koskevat mm. terästen lujuusominaisuuksia, hitsattavuutta, laatuluokkaa, toimitustilaa, tiivistämistapaa ja kemiallista koostumusta.

- .2 Terästen toimitus voi tapahtua myös muun vastaavan hyväksyttävän standardin perusteella.

Kuumavalssattujen seostamattomien eli ns. yleisten rakenneterästen vaatimukset on määritelty standardissa SFS-EN 10025 /3/.

Kuumavalssattujen hitsattavien hienoraerakenneterästen yleiset toimitusehdot on esitetty standardissa SFS-EN 10113-1 /4/.

Normalisoitujen / normalisointivalssattujen hienoraerakenneterästen vaatimukset on määritelty standardissa SFS-EN 10113-2 /5/ ja termomekaanisesti valssattujen hienoraerakenneterästen standardissa SFS-EN 10113-3 /6/.

Ilmastokorroosiota kestävien eli ns. säänkestävien terästen vaatimukset on määritelty standardissa SFS-EN 10155 /7/.

Yleisimpien silloissa käytettävien teräslajien nykyisten merkintöjen vertailutietoja löytyy em. standardeista ja teräksen valmistajan suunnitteluohjeista /8/.

- .3 Aineen paksuussuunnassa sitkeyttä vaativissa osissa käytettävien terästen luokka on Z 25 standardin SFS EN 10164 /9/ mukaan, ellei suunnitelmassa ole muuta vaadittu.

4.2.2.2 Muut vaatimukset

- .1 Mitoiltaan ja muodoiltaan valssauustuotteiden on oltava suunnitelmassa määriteltyjen tai niitä vastaavien mittastandardien mukaisia.
- .2 Kuumavalssattujen teräslevyjen paksuuden sallittu poikkeama nimellis-paksuudesta on standardin SFS-EN 10029 /10/ luokan A mukainen ja tasomaisuustoleranssi saman standardin luokan S mukainen. Näitä pidetään hylkäysrajoina.
- .3 Tasomaisuudessa ei osia yhteen sovittaessa sallita kuitenkaan yli 3 mm:n poikkeamaa millään mittauspituudella. Tätä pidetään hylkäys-rajana.
- .4 Rakenneosien mittatarkkuus ja muut laatuvaatimukset voivat edellyttää myös parempaa tarkkuutta kuin standardit, joiden perusteella toimitus tapahtuu. (Vrt. 4.2.6.4 ja 4.3.1.3).
- .5 Valssaustuotteen pinnan on oltava laadultaan sellainen, että siitä voidaan valmistaa vaatimukset täyttävä rakenneosa. (Vrt. 4.2.6.3).
- .6 Kuumavalssattujen teräslevyjen pinnan laadun on täytettävä standardin SFS-EN 10163-2 /11/ luokan A ja alaluokan 2 vaatimukset. Tätä pidetään hylkäys-rajana.
- .7 Jos valmistusmenetelmä edellyttää särmäämistä, tilataan teräkset särmätävyydestä.
- .8 Levyä vastaan kohtisuorassa suunnassa vetorasitettujen teräslevyjen on täytettävä suunnitelmassa mahdollisesti esitetty ultraäänitarkastusvaatimukset.

Ultraäänitarkastettujen levyjen tarkastusluokat ja laatuluokittelu on esitetty standardissa SFS-EN 10160 /12/.

4.2.2.3 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Rakenneterästen kelpoisuus osoitetaan vastaanottotarkastusten ja niistä tehtyjen raporttien avulla.
- .2 Vastaanottotarkastuksessa todetaan pistokokein teräsmateriaalien mitat ja tasomaisuus ja silmämääräisesti pinnan laatu.

- .3 Tarkastuksessa todetaan myös, että kaikista toimituserän teräksistä löytyy sulatusnumero tai muu tunniste, jonka perusteella on löydettävissä standardin SFS-EN 10204 /13/ mukaiset aine todistukset. Niissä esitetään toimitukseen kuuluvista tarkastuseristä suoritettujen kokeiden tulokset. Tällaisia aine todistuksia ovat em. standardin mukaiset vastaanottotodistukset 3.1.A, 3.1.B ja 3.1.C sekä niitä vastaavat muiden normien mukaiset todistukset.
- .4 Pääkannattajarakenteiden osien (esim. pääpalkkien laipat ja uumat) tulee olla sulatuksittain jäljitettävissä osakohtaisesti. Muiden rakenneosien (esim. nurkkalevyt ja jäykisteet) jäljitettävyyden ei tarvitse olla osakohtainen. Myös kylmämuokatut putket ja muut profiilit sekä ohuehkot kuumavalssatut tangot voidaan kuitenkin merkitä ja käsitellä nippuina, jos sekaantumisen vaaraa ei ole.
- .5 Teräksiä tilattaessa käytetään vastaanottotodistusta 3.1.B, ellei työkohtaisesti muusta sovita. Jos aineskappaleet halutaan tarkastaa terästehtaalla, käytetään vastaanottopöytäkirjaa 3.2. Myös koetustodistus 2.2 voidaan hyväksyä, jos edellä tarkoitettua vastaanottotodistusta ei tuotteen valmistukseen tai toimitukseen liittyvistä syistä ole mahdollista saada. Tarkistuskokeita toimituserästä otetuista näytteistä voidaan kuitenkin vaatia, jos se on rakenneosien rasitustilan takia tai muista syistä perusteltua.
- .6 Jos aine todistus ei vastaa edellä esitettyä vaatimusta, mutta valmistuserää osoittavat tunnukset ovat löydettävissä, toimituserä hyväksytään, jos siitä tehdään näytteenotto ja aineen koestus soveltuvan standardin mukaan ja koetulokset täyttävät vaatimukset.
- .7 Jos valmistuserää osoittavat merkinnät puuttuvat tai ovat epäselviä, aineskappaleet hyväksytään vain, jos jokaisesta tuotteesta otetaan näytteet ja niistä saadaan hyväksyttävät koetulokset.
- .8 Jos kuitenkin voidaan luotettavasti osoittaa, että toimituserä kuuluu samaan valmistuserään, ei kappalekohtaista koestusta tarvitse suorittaa, vaan hyväksymisessä voidaan menetellä kohdassa .6 selvitetyllä tavalla.
- .9 Materiaalin tarkastusraporttiin merkitään teräslaji, valmistaja, mitat, sulatusnumero ja merkintä pinnan laadun tarkastuksesta. Siihen liitetään kustakin teräslajista vähintään yksi tyypillinen toimituserän teräksiin liittyvä aine todistus.

4.2.3 Muut teräsmateriaalit

4.2.3.1 Yleistä

Tässä kohdassa käsitellään sellaisia materiaaleja, jotka lujuutensa, seostuksensa tai valmistustapansa puolesta eivät kuulu kohdassa 4.2.2 käsiteltyihin rakenneteräksiin. Tällaisia ovat mm. nuorrutusteräokset, lujat rakenneteräokset, koneteräokset, ruostumattomat ja haponkestävät teräokset sekä valutuotteet, köydet ja ohutlevyvalmisteet.

4.2.3.2 Laatuvaatimusten esittäminen

Muiden teräsmateriaalien laatuvaatimukset määritellään suunnitelmassa viittauksena soveltuviin standardeihin tai valmistajan laatulehtiin. Jos laatuvaatimus on esitetty tuotenimellä, hyväksytään myös muut vastaavat tuotteet, jotka täyttävät samat, käyttötarkoituksen kannalta tarpeelliset laatuvaatimukset.

4.2.3.3 Kelpoisuuden osoittaminen

- .1 Kelpoisuus osoitetaan vastaanottotarkastusten ja niistä tehtyjen raporttien avulla sekä valmistajan antamilla koetustodistuksilla edellyttäen, että jokaiseen aineskappaleeseen tai tuote-erään on pysyvästi ja luotettavasti merkitty sellainen valmistuserää osoittava tunnus, jolla aineenkoetustulokset voidaan kohdistaa yksikäsitteisesti. Kaikista kuumavalssatuista teräslevyistä on löydettävä valmistuserän sulatusnumero. Ohuet levyt ja tangot sekä langat ja köydet voidaan kuitenkin merkitä nippuina, vyyhteinä tai keloina, jos ne tuodaan valmistuspaikalle tehtaan pakkauksissa.
- .2 Erikoisterästen, teräsvalujen ja takeiden ainestodistus on standardin SFS-EN 10204 /13/ mukainen vastaanottotodistus 3.1.A, 3.1.B tai 3.1.C, ellei muuta ole vaadittu.
- .3 Valukappaleista vaaditaan myös todistus ultraäänitarkastuksesta, jossa jokaisesta sulatuserästä vähintään 10 % kappaleista on tarkastettu, ellei suunnitelmassa ole enempää vaadittu tai tarkastuksen tulos anna muuhun aiheetta.
- .4 Kustakin teräsmateriaalityypistä merkitään materiaalin tarkastusraporttiin teräslaji, valmistaja, mitat, sulatusnumero ja pinnan laatu. Siihen liitetään kustakin teräslajista vähintään yksi tyypillinen toimituserän teräksiin liittyvä ainestodistus.

4.2.4 Liitosaineet ja -tarvikkeet

4.2.4.1 Yleistä

Tässä tarkoitettuja liitosaineita ja -tarvikkeita ovat mm. hitsauksen lisäaineet, ruuvit, mutterit ja aluslaatat sekä erikoispultit ja vaarnatapit.

- .1 Jos tuotteiden valmistus tapahtuu hyväksyttävän tarkastuslaitoksen valvonnassa (tarkastettu valmistus), kelpoisuus osoitetaan pakkauksista ja tuotteista löytyvien merkintöjen avulla, jotka merkitään materiaalin tarkastusraporttiin.

4.2.4.2 Hitsauksen lisäaineet

- .1 Hitsauksen lisäaineiden, puikkojen, lankojen, jauheiden ja kaasujen laatuvaatimukset määräytyvät perusaineen, hitsausmenetelmän, olosuhteiden, rakenteen muodon ja mittasuhteiden sekä sen käyttötarkoituksen perusteella.
- .2 Hitsauksen lisäaineina käytetään tuotteita, jotka kuuluvat tarkastetun valmistuksen piiriin. Niiden tulee olla EN-standardien mukaisia tai niillä tulee olla tyyppihyväksyntä tai muu valmistajan hankkima hyväksyntä.
- .3 Hitsauksen lisäaineiden kelpoisuus osoitetaan pakkausten tyyppimerkintöjen ja tuotenimien perusteella.

4.2.4.3 Ruuvitarvikkeet

- .1 Ruuvien, muttereiden ja aluslaattojen laatuvaatimukset määräytyvät suunnitelmassa esitettyjen merkintöjen ja niihin liittyvien standardien perusteella.

Ruuvien lujuusominaisuudet määritellään standardissa SFS-ISO 898-1 /14/ ja muttereiden lujuusominaisuudet standardissa SFS-EN 20898-2 /15/.

- .2 Jos kysymyksessä on tarkastettu valmistus, osoitetaan kelpoisuus pakkausmerkintöjen perusteella. Ellei näin voida menetellä, tehdään ruuveille ja muttereille kelpoisuuskokeet soveltuvien standardien mukaisesti.
- .3 Aluslaattojen kelpoisuus osoitetaan vastaavalla tavalla esim. kovuuskokeita tekemällä. Ellei standardeissa muuta määrätä, on aluslaattojen kovuuden oltava ruuvien lujuusluokista riippuen seuraavissa rajoissa:
 - lujuusluokalla 8.8 200...400 HV
 - lujuusluokalla 10.9 290...400 HV
 - nämä rajat ovat hylkäysrajoja.
- .4 Materiaalien tarkastusraporttiin merkitään ruuvitarvikkeiden lujuusluokat, standardi, mitat, laatutodistus, pintakäsittely ja valmistaja.

4.2.4.4 Vaarnat

- .1 Leimuhitsauksella kiinnitettävien vaarnapulttien on täytettävä seuraavat vaatimukset:
 - perusaine S235J2G3 SFS-EN 10025 /3/,
 - valmistustapa kylmämuokkaus tai lastuava työstö,
 - lujuusarvot hitsattuina:
 - murtolujuus $R_m = 450...600 \text{ N/mm}^2$
 - alempi myötöraja $R_{eL} \geq 350 \text{ N/mm}^2$
 - murtovenymä $A_5 \geq 15 \%$
 - edellä esitetyt lujuuden ja venymän arvot ovat hylkäysrajoja,
 - valmistustarkkuus hitsauslaitteiden asettamien vaatimusten mukainen,

- tarvikkeet puhtaita hitsausta ja betonin tartuntaa haittaavista aineista,
 - valokaarisuojat keraamisia ja tarkoitukseen sopivia.
- .2 Jos vaarnapulttien valmistukseen ei liity kylmämuokkausta, materiaalina käytetään terästä S355J2G3 SFS-EN 10025 /3/.
 - .3 Vaarnapulttien on oltava tyyppihyväksytyjä tuotteita.
 - .4 Vaarnapulttien kelpoisuus osoitetaan materiaalien vastaanottotarkastuksen ja siitä tehtävän raportin sekä standardin SFS-EN 10204 /13/ mukaisella aines-todistuksella 2.2 tai sitä vastaavalla muun soveltuvan standardin mukaisella todistuksella. Jos kysymyksessä on tarkastettu valmistus, ei aine-todistuksia vaadita.
 - .5 Vaarnapulttien tarkastusraporttiin merkitään vaarnojen tyyppi, valmistaja, raaka-aine, mitat ja pinnan laatu. Siihen liitetään vähintään yksi toimituserän vaarnoihin liittyvä aine-todistus.
 - .5 Muiden vaarnatyyppien kelpoisuuden osoittamisessa noudatetaan soveltuvin osin edellä esitettyjä periaatteita.

4.2.5 Muut aineet ja tarvikkeet

- .1 Muiden aineiden ja tarvikkeiden laatuvaatimukset esitetään suunnitelmassa tai ne määräytyvät käyttötarkoituksen mukaan. Tällaisia voivat olla esim. kumit, muovit, liimat, saumamassat, kitit ja voiteluaineet.
- .2 Pinnoitusaineita koskevat vaatimukset esitetään kohdassa 4.5.
- .3 Aineiden ja tarvikkeiden on säilyttävä käyttökelpoisina sillan suunnitellun käyttöiän (≥ 100 vuotta), ellei sillan osaa ole suunniteltu vaihdettavaksi.
- .4 On käytettävä sellaisia tuotteita, joiden valmistus on tarkastettua ja laadunvalvontakokeiden tulokset ovat saatavissa. Vaadittavia tietoja ovat tuoteselosteet, käyttöohjeet, tyyppihyväksyntäpäätökset sekä laadunvalvonta- ja kelpoisuus-kokeiden tulokset. Koetulokset voidaan kohdistaa toimituserään vain valmistuseriä osoittavien tunnusten avulla.
- .4 Jos laadusta ei saada riittävästi luotettavia tietoja tai koetuloksia ei voida yhdistää toimitettuihin tuotteisiin, tehdään kelpoisuuskokeet toimituserittäin.
- .5 Kelpoisuus osoitetaan ja materiaaliraportti kootaan kohdassa 4.2.2.3 esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

4.2.6 Materiaalin esikäsittely

4.2.6.1 Luettelointi ja merkinnät

- .1 Erilaisten aineiden ja tarvikkeiden sekaantuminen valmistuksen yhteydessä on estettävä.

Aineskappaleet luetteloidaan käyttöönotettaessa. Luettelo on merkitään sisäänottopäivämäärä, teräslaji, mitat, sulatusnumero tai muu valmistuserän tunnus. Luetteloa laadittaessa ei saa käyttää hyväksi tietoa toimituserään kuuluvista sulatusnumeroista. Epäselvät merkinnät tulkitaan yhdessä valvojan kanssa. Luetteloa verrataan lähetyslistoihin ja aineistodistuksiin.

- .2 Jos rakenteessa käytetään useampia teräslajeja tai muita ulkonäöltään samanlaisia mutta ominaisuuksiltaan erilaisia materiaaleja, on niiden sijainnin rakenteessa oltava valmistuksen jälkeenkin todettavissa.

Materiaalin käyttö voidaan taltioida merkitsemällä piirustuksiin ja osaluetteloihin tai tarkoitusta varten laadittuihin rakennekaavioihin, mistä sulatuksesta mikin osa on valmistettu. Esityksen on oltava tärkeimpien rakenneosien, kuten laippojen ja uumalevyjen osalta yksikäsitteinen. Sulatusnumeroiden siirtämisestä rakenneosiin sovitaan erikseen.

4.2.6.2 Puhdistus

- .1 Ennen rakenneosien valmistusta valssihilse, ruoste ja muut epäpuhtaudet poistetaan levyistä ja muototangoista niiltä osin kuin ne haittaavat polttoleikkausta ja hitsausta. Puhdistusaste on vähintään Sa 2 standardin SFS-ISO 8501-1 /16/ mukaan.

Puhdistetun teräspinnan saa suojata ns. konepajapohjamaalilla, jos se on valmistuksen tai pintakäsittelyn kannalta edullista ja jos se on mainittu hyväksytyssä pintakäsittelysuunnitelmassa.

- .2 Jos käytetään konepajapohjamaalia, jätetään hitsien kohdat maalaamatta tai maali poistetaan ennen hitsaamista.

4.2.6.3 Pintavikojen poisto

- .1 Levyjen ja muototankojen pintaviat poistetaan, jos ne heikentävät merkittävästi lujuutta tai korroosion kestävyyttä taikka ulkonäköä.
- .2 Lovet, halkeamat, säröt ja muut epätasaisuudet saa tasoittaa juoheiksi hiomalla standardin SFS-EN 10163-2 /11/ mukaisesti siten, että hiontasvyvyys, hiottujen alueiden koko ja vastakkaisilta puolilta hiottujen alueiden jäännöspaksuus täyttää ko. standardin luokan A vaatimukset. Syntynyt

kuoppa ei saa haitata osien yhteensovitysta tai rakenteen ulkonäköä. Korjausjäljen on oltava tasainen ja kaltevuudessa 1:10 tai loivempi. Työn jälkeen tarkastetaan magneettijauhemenetelmällä, että vika on kokonaan poistunut.

- .3 Pintavikojen korjaamisesta hitsaamalla laaditaan yksityiskohtainen tekninen työsuunnitelma (standardin SFS-EN 10163-2 /11/ alaluokka 2).
- .4 Pintavikojen korjaussuunnitelmassa käsitellään kaikki hitsaukseen liittyvät asiat (vrt. 4.3.3.2) mahdollisesti tarvittava lämpökäsittely mukaan luettuna. Lämpökäsittelyssä noudatetaan teräksen valmistajan suosituksia, ellei muusta sovi.
- .5 Kaikki pintavikojen korjaushitsit hiotaan pinnan tasoon ja tarkastetaan 100 %:sti hitsin laatuun ja laajuuteen sopivalla menetelmällä.

4.2.6.4 Oikaisu

- .1 Ellei rakenneosilta vaadita parempaa tarkkuutta (vrt. 4.3.1.5), on aineskappaleiden täytettävä seuraavat suoruusvaatimukset:
 - levyjen ja lattatankojen aaltomaisuuden korjausrajat ovat kohdan 4.2.2.2 mukaiset
 - muototankojen käyryyden korjausraja on $L/1000$.
- .2 Teräksen on täytettävä mekaanisille ominaisuuksille asetetut vaatimukset myös oikaisun jälkeen.
- .3 Jos oikaisu tehdään kylmänä, teräksen plastinen muodonmuutos ei saa ylittää 5 % (taivutussäteen ja ainepaksuuden suhde $R:t \geq 10$), ellei oikaisun jälkeen tehdä teräksen valmistajan ohjeiden mukaista lämpökäsittelyä.
- .4 Oikaisu on tehtävä soveltuvien standardien ja teräksen valmistajan ohjeiden mukaan.
- .5 Oikaistaessa teräskappaleita kuumana (kuumamuovaus) on teräksen oltava kuumamuovauslämpötilassa (825 – 1025 °C). Sen sijaan käytettäessä ns. kuumilla oikaisua, on teräksen oltava lämpötila-alueella 550 – 650 °C.

Termomekaanisesti valssatuilla teräksillä (SFS-EN10113-3 /6/) lämpötilan 650°C ylittäminen aiheuttaa teräksen lujuusominaisuuksien merkittävää heikkenemistä. Näitä teräksiä kuumana oikaistaessa (kuumamuovattaessa) on noudatettava teräksen valmistajan ohjeita.

4.3 RAKENNEOSAT

4.3.1 Yleistä

4.3.1.1 Valmistussuunnitelma

- .1 Valmistussuunnitelmassa käsitellään kaikki rakenneosien valmistuksen vaiheet.
- .2 Valmistussuunnitelma sekä ne laatujärjestelmäasiakirjat, joihin suunnitelmassa on viitattu, toimitetaan tilaajan edustajalle viimeistään viikkoa ennen valmistuksen aloittamista. Ks. myös SYL 1, kohta 1.4.4.
- .3 Tarvittaessa suunnitelmaan liitetään laskelmat tai niitä vastaavat selvitykset rakenteiden lujuudesta, vakavuudesta ja muodonmuutoksista käsittelyn eri vaiheissa. Se voi koostua useasta erillisestä suunnitelmasta. Esimerkiksi hitsaussuunnitelma (ks. kohta 4.3.3.2) voi olla valmistussuunnitelman osa tai erillinen suunnitelma.
- .4 Valmistussuunnitelmassa otetaan huomioon myös kuljetuksen, asennuksen ja pintakäsittelyn asettamat vaatimukset.
- .5 Asennusta ja pintakäsittelyä varten laaditaan erilliset suunnitelmat (ks. kohdat 4.4.4.2 ja 4.5.2).
- .6 Valmistussuunnitelman konepajatöitä koskevassa osassa käsitellään tarpeen mukaan ainakin seuraavat asiat:
 - materiaalin tilaus, vastaanotto ja varastointi,
 - materiaalin esikäsittely,
 - paloittelu ja muotoilu,
 - hitsaaminen,
 - vaarnojen kiinnittäminen,
 - pultti- ja kitkaliitosten tekeminen,
 - osakokoonpano,
 - koeasennus,
 - nostot ja siirrot,
 - pintakäsittelyn työvaiheet ja
 - varastointi.

4.3.1.2 Työkohtainen laatusuunnitelma

- .1 Työkohtainen laatusuunnitelma laaditaan SYL 1:n kohdan 1.4.2 mukaisesti.
- .2 Laatusuunnitelmassa määritellään mm. käytettävät resurssit eli työnjohto, työntekijät ja tarkastajat ja heidän pätevyytensä, työkoneet ja -välineet sekä valmistus- ja varastointitilat.

Laatusuunnitelmaan voidaan liittää otteita valmistajan laatujärjestelmään kuuluvista asiakirjoista.

- .3 Laatusuunnitelma toimitetaan tilaajan edustajalle tarkastettavaksi viimeistään viikkoa ennen rakenneosien valmistuksen aloittamista.

4.3.1.3 Työvaiheen laatusuunnitelma

- .1 Työvaiheen laatusuunnitelmassa (tarkastussuunnitelmassa) esitetään työvaiheen laadunvarmistustoimenpiteet ja kelpoisuuden osoittaminen.

Työvaiheen laatusuunnitelma voi olla yksi, koko valmistuksen kattava suunnitelma tai siihen voi kuulua myös useampia erillisiä suunnitelmia (esim. materiaalien, hitsaustöiden, muiden liitosten, vaarojen hitsauksen ja rakenneosien mittojen laadunvarmistus).

- .2 Työvaiheen laatusuunnitelmassa käsitellään SYL 1:n kohdassa 1.4.3.3 esitetyt asiat.
- .3 Työvaiheen laatusuunnitelma tai kopio laatujärjestelmään kuuluvista vastaavista asiakirjoista toimitetaan tilaajan edustajalle viimeistään kaksi päivää ennen työn aloittamista.

4.3.1.4 Muutokset rakennesuunnitelmaan

- .1 Valmistajan on huomautettava suunnitelmassa havaitsemistaan virheistä ja puutteista sekä sellaisista rakenneratkaisuista, joita on mahdotonta toteuttaa siten, että vaadittu laatutaso voidaan saavuttaa ja tarkastuksin todeta.
- .2 Sillan alusrakenteiden sijainti- ja mittapoikkeamat otetaan teräsrakenteen valmistuksessa huomioon muuttamalla rakenteen suunnitelmanmukaisia mittoja.

4.3.1.5 Rakenneosien mittatarkkuus

- .1 Palkkien ja pilarien sekä muiden sauvamaisten rakenneosien mittapoikkeamien hyväksymis- ja hylkäysrajat valmiissa rakenteessa on esitetty taulukossa 1.
- .2 Osien yhteensopivuus tai suunnitelmassa esitetyt vaatimukset voivat edellyttää parempaa valmistustarkkuutta.

Osien mitat on annettu rakennepiirustuksissa lämpötilassa +20°C, ellei muuta mittaustilaa ole annettu. Ne ovat teoreettisia, joten mahdolliset työvarat, railot, hitsauksen aiheuttamat muodonmuutokset ym. valmistukseen liittyvät tekijät on otettava osien mitoissa huomioon.

Taulukko 1. Rakenneosien mittapoikkeamien hyväksymis- ja hylkäysrajat.

Poikkeama	Tunnus	Kuva	Mittapituus	Suhteellinen poikkeama, % ¹⁾		Pienin poikkeama, mm ¹⁾		Huom
				Hyv. raja	Hylk. raja	Hyv. raja	Hylk. raja	
Koko rakenneosan:								
- pituus	Δl1	3	l1	∇0.1	∇0.2	∇2	∇4	
- muoto vaakasuunnassa	f1	3	l1	0.05	0.1	4	8 +8/-	
- muoto pystysuunnassa	f2	4	l1	+0.1/-0.05	+0.2/-0.1	+4/-2	4	2)
- kiertymä	f3	5	l1	0.1	0.2	4	8	3)
		5	b3	0.25	0.5			4)
Uuman:								
- korkeus	yh1	1	h1	∇0.25	∇0.5	∇4	∇8	5)
- vinous	v3	1	h1	0.5	1.0	2	4	5)
- asema	v1	1	b1	0.5	1.0	4	8	5)
- käyryys	v2	1	h2,h1,l2	0.5	1.0	2	4	5,6)
- jatkosyhteensopivuus	ep	7	t	10	20	1	2	11)
Laipan:								
- leveys	jb1	1	b1	+1.0/-0.25	+2.0/-0.5	+4/-1	+8/-2	5,7)
- kaltevuus	k	6	b1	0.5	1.0	2	4	8)
			b1/2	0.5	1.0	1	2	8)
- aaltomaisuus	g	2	l3	0.25	0.5	2	4	9)
		1	b1	0.5	1.0			10)
- jatkosten yhteensopiv.		7						
- paksuussuunnassa	ep	7	t	5.0	10.0	1	2	11)
- leveyssuunnassa	el		b1	1.0	2.0	3	6	7,12)
Jäykisteen:		1						
- leveys	jb2	1	b2	+2.0/-0.25	+4.0/-1.0	+4/-1	+8/-2	7)
- asema / vaakajäykiste	jh3	1	h1	∇0.25	∇0.5	∇5	∇10	5)
- asema / pystyjäykiste	jl4	2	l1	∇0.05	∇0.1	∇10	∇20	5,14)
- aaltomaisuus	g	1	l3	0.25	0.5	2	4	9)
			b2	1	2.0			10)
		1						
Laipan ja uuman jatkoksen ja poikkileikkauksen sijainti sillan pituussuunnassa	ym		l1	∇0.1	∇0.2	∇20	∇50	
Laakerin vastinpinnan tasomaisuus						0.5	1	15)

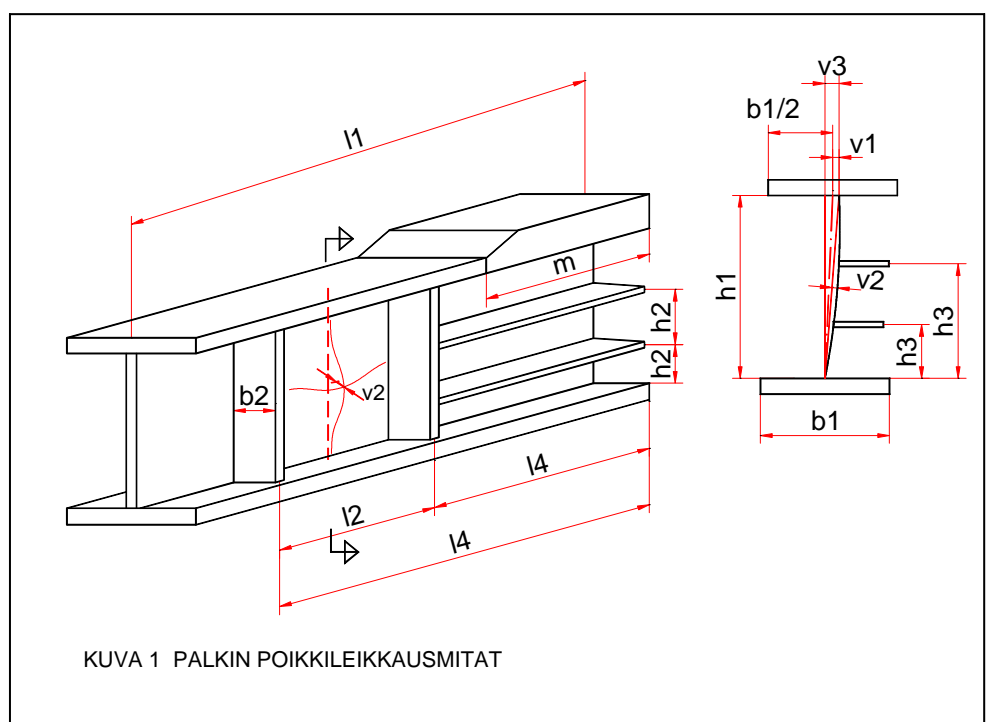
Kotelopalkin pohjalevyn osalla taulukkoa sovelletaan seuraavasti:

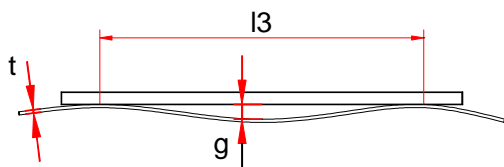
- pohjalevyn leveys vastaa laipan leveyttä, suhteelliset poikkeamat puolet taulukon arvoista
- uuman aseman poikkeamaa laskettaessa $b1 = (\text{pohjalevyn leveys} - \text{kotelon uumien väli})$
- pohjalevyn käyryys vastaa uumalevyn käyryyttä ($h2, h1$ ja $l2$ vastaavia mittoja pohjalevystä)
- pituusjäykiste vastaa uuman vaakajäykistettä
- poikkijäykiste vastaa uuman pystyjäykistettä
- pohjalevyn ulkoreunojen aaltomaisuus vastaa laipan aaltomaisuutta, $b1$ lasketaan kuten edellä

- 1) Suhteellinen poikkeama tarkoittaa ilmoitettua prosenttiosuutta mittapituudesta. Pienintä poikkeamaa pienempää hyväksymis- tai hylkäysrajan arvoa ei vaadita. Jos suhteelliselle poikkeamalle ei anneta arvoja, pienimmän poikkeaman arvoja käytetään hyväksymis- ja hylkäysrajoina.

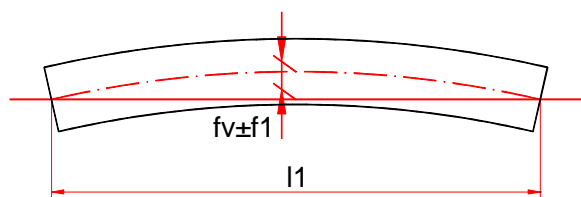
- 2) Positiivinen poikkeama tarkoittaa ylöspäin ja negatiivinen alaspäin.
- 3) Mitta f_3 tarkoittaa uumien kohdilta mitattujen alapinnan korkeuksien eroa.
- 4) Tätä käytetään, jos antaa pienemmän arvon kuin l_1 :n perusteella saatu.
- 5) Rakenneosien väliset liitokset voivat edellyttää pienempiä mittapoikkeamia.
- 6) Käyryysvaatimus koskee jokaista mittapituutta (h_2 , h_1 ja l_2). Pienempi kuttakin osa-/kokonaiskenttää koskevista poikkeamavaatimuksista on määräävä. h_2 = vierekkäisten vaakajäykisteiden välinen etäisyys tai alimman tai ylimmän vaakajäykisteen etäisyys lähimmästä laipasta.
- 7) Jatkosten kohdalla liitettävien levyjen leveysvirhe on tasattava lineaarisesti matkalla $10 \cdot \text{leveysero}$.
- 8) Laipan muoto ei kuitenkaan saa olla sellainen, että se keräisi vettä seisoamaan rakenteen päälle.
- 9) Mittapituus l_3 voidaan valita mielivaltaisesti. Aaltomaisuus mitataan laipan/jäykisteen reunalla.
- 10) Tätä käytetään, jos antaa pienemmän poikkeaman kuin l_3 :n perusteella saatu.
- 11) Mittapituutena t käytetään paksumman liitettävän levyn paksuutta.
- 12) Mittapituutena b_1 käytetään leveämmän liitettävän laipan leveyttä
- 13) Ellei liittyminen muihin rakenteisiin (ristikot, laipat) edellytä suurempaa tarkkuutta.
- 14) Ei koske tukijäykisteiden asemia, vaan niiden aseman poikkeamat on määriteltävä erikseen taulukossa 3
- 15) Poikkeama koskee laakerin ylälevyn ja päällysrakenteen liitospintaa. Poikkeama tarkoittaa suurinta poikkeamaa (poikkeus huomautukseen 1). Suunnitelmissa voidaan asettaa tiukempia vaatimuksia poikkeamalle.

Jos taulukon 3 kohdassa 4.4.1 vaatimusten täyttäminen edellyttää edellä esitettyä tiukempia vaatimuksia rakenteen osien mittapoikkeamille, on ne erikseen määriteltävä rakenneosia valmistettaessa.



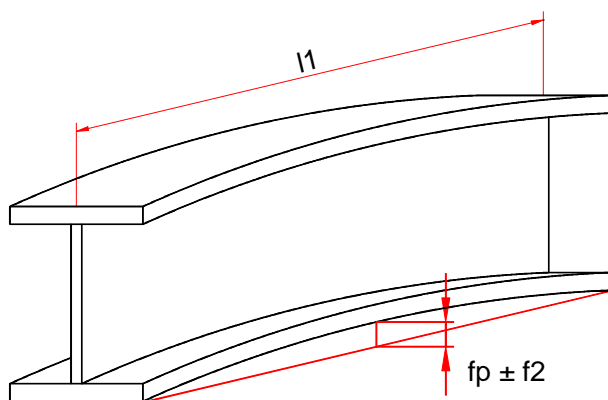


KUVA 2 UUMAN JÄYKISTEEN TAI LAIPAN REUNAN
AALTOMAISUUS, KANNATTAJAN SIVUKÄYRYYS



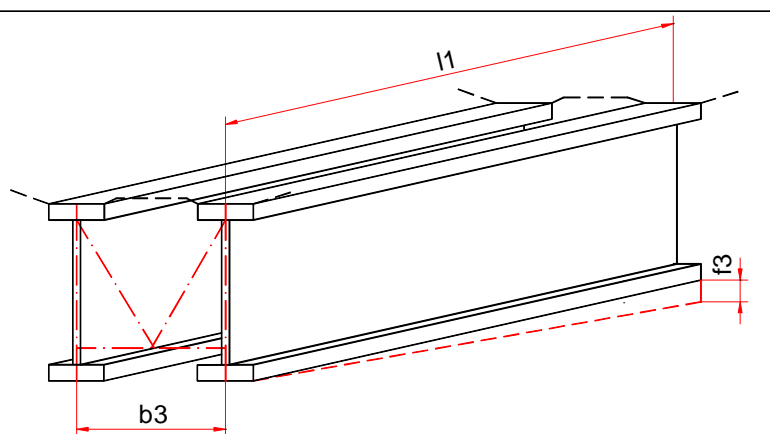
f_v = suunnitelman mukainen käyryys

KUVA 3 LAIPAN PITUUS JA SIVUTTAISKÄYRYYS

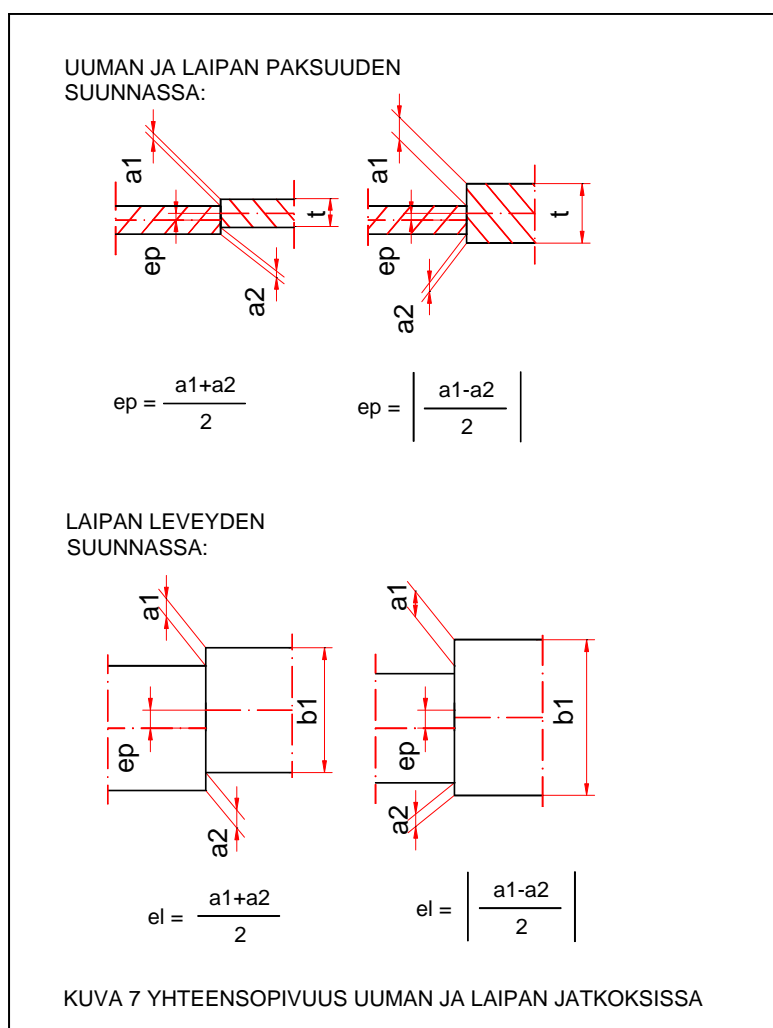
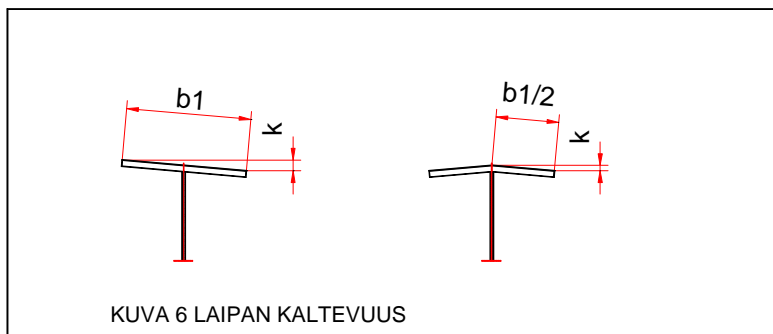


f_p = suunnitelman mukainen muoto

KUVA 4 RAKENNEOSAN MUOTO PYSTYSUUNNASSA



KUVA 5 KIERTYMÄ



- .3 Rakentajan on mitattava ja raportoitava rakennuttajalle kaikki taulukossa 1 esitetyt mitat jäljempänä kohdissa .8 - .14 esitetystä laajuudesta.
- .4 Suunnitelmissa esitettyjen rakenteen osien mittapoikkeamista on tehtävä poikkeamaraportit.
- .5 Valmistuksen kannalta tarpeelliset taulukossa 1 esitetyt mitat raportoidaan sisäisesti seuraavalle työvaiheelle.

- .6 Mittapöytäkirjaan kirjataan ainakin nimellismitta, sallitut poikkeamat tai raja-arvot ja mitattu mitta. Jos mitta tarkastetaan useammasta pisteestä, merkitään pöytäkirjaan ainakin kaikki raja-arvon ylittävät mitat tai lähinnä raja-arvoa oleva mitta. Ks. myös SYL 1, kohta 1.4.5.3.
- .7 Jos suunnitelmassa ei ole esitetty ristimittoja, niiden ominaisarvot lasketaan ja vastaavat mitatut mitat merkitään pöytäkirjoihin.
- .8 Laippojen leveydet mitataan palkin molemmista päistä, keskeltä ja aina silloin kun leveys vaihtuu. Laippojen kaltevuudet mitataan palkin päistä ja neljäsospisteistä.
- .9 Uuman korkeus, epäkeskeisyys, vinous ja vaakajäykisteiden sijainti mitataan palkin päistä ja neljännespisteistä.
- .10 Uuman käyryys mitataan jokaisesta osakentästä sekä jokaisesta pystyjäykisteiden ja laippojen rajoittamasta kokonaiskentästä tai ellei jäykisteitä ole, palkin neljännespisteistä.
- .11 Laippojen ja uuman jäykisteiden aaltomaisuus mitataan palkin tai jäykisteen koko pituudelta.
- .12 Jäykisteiden leveys mitataan jokaisen jäykisteen tasaleveän osuuden päistä ja jos jäykisteen pituus on ≥ 4 metriä, myös jäykisteen keskeltä.
- .13 Laakerin kosketuspinnan tasomaisuus tarkastetaan palkin suunnassa ja sitä vastaan kohtisuorassa suunnassa
- .14 Uuman jatkosten yhteensopivuus mitataan uuman korkeuden neljäsosapisteissä ja laipan jatkosten yhteensopivuus laipan reunoilla.
- .15 Kelpoisuuden osoittamista, dokumentointia ja raportointia koskevat vaatimukset on esitetty kohdassa 4.3.7.6.

4.3.1.6 Muut laatuvaatimukset

- .1 Suljettujen koteloiden on oltava ilmatiiviitä, ellei niitä ole pinnoitettu tai suojattu muulla tavalla korroosiolta. (Vrt. 4.5.6.4).

Koteloiden ilmatiiveyden tarkastusmenetelmä on esitetty kohdassa 4.3.7.6.4.

4.3.2 Paloittelu ja muotoilu

4.3.2.1 Leikkaus

- .1 Leikkauksesta ei saa aiheutua materiaalia vahingoittavaa kylmämuokkausta tai lämpövaikutusta eikä halkeamia.

- .2 Polttoleikatun pinnan laatuluokka on I ja tarkkuusluokka A standardin SFS-EN ISO 9013 /17/ mukaan (merkitään ISO 9013-IA), ellei suunnitelmassa ole muuta vaadittu.

Leikkausjälkeä saa parantaa hiomalla.

- .3 Kaikista polttoleikatuista pinnoista tulee poistaa polttoleikkauskuona esimerkiksi kevyesti hiomalla.
- .4 Maalattavaksi tulevat polttoleikatut pinnat on karhennettava kauttaaltaan kevyellä hionnalla tai suihkupuuhdistamalla särmikkäällä teräsrakeella.
- .5 Syvennykset viimeistellään juoheiksi kaltevuuteen 1:10 tai loivemmiksi.
- .6 Hitsauskorjauksesta laaditaan yksityiskohtainen suunnitelma (vrt. 4.3.3.2).
- .7 Leikattaessa mekaanisesti puristamalla osoitetaan menetelmäkokeilla ennakolta, että leikkausjälki on vapaa halkeamista ja että materiaalin kovuus leikkauksen vaikutusalueella on enintään 350 HV.
- .8 VäsytySKUORMITETUISSA rakenneosissa, kuten tie- ja rautatiesiltojen päällysrakenteissa, mekaanisesti puristamalla tapahtuvaa leikkausta ei sallita.
- .9 Paloittelu pitää tehdä sahaamalla tai muulla hyväksyttävällä työstömenetelmällä, jos osien mitta-tarkkuudelle tai leikkauspinnan ominaisuuksille asetetut vaatimukset taikka materiaalin ominaisuudet sitä edellyttävät.
- .10 Ellei leikkausreunan muotoa ole tarkemmin määrätty, rakenteessa vapaaksi jäävien reunojen särmät pyöristetään hiomalla noin 2 mm:n säteellä.

4.3.2.2 Taivutus ja särmääminen

- .1 Kylmänä taivutettaessa ei saa alittaa materiaalistandardissa tai teräksen valmistajan tuoteselosteessa määriteltyjä pienimpiä taivutussäteitä. Niitä pienempisäteiset taivutukset tehdään kuumamuovauslämpötilassa. (Vrt. 4.2.6.4.5)
- .2 Taivutusta ei saa tehdä lämpötilassa, joka on kylmän ja kuumamuovauslämpötilan välillä (n. 100...825°C).
- .3 Särmäämällä muotoiltavat osat tehdään teräksestä, jolle valmistaja antaa särmättävyystakuun.
- .4 Särmättäessä poikkeustapauksessa terästä, jota ei ole toimitettu särmättävyystakuulla, varmistetaan työn onnistuminen ennakkokokeilla ja laadunvalvonnassa tehdään 100 %:nen säröntodenta.

4.3.2.3 Reikien tekeminen

- .1 Reikien nimellismitat ja toleranssit määräytyvät suunnitelman ja liitoksia koskevien soveltuvien standardien perusteella.
- .2 Reikien on oltava pyöreitä, suoria, sileitä ja ehytpintaisia. Hyväkuntoisella poralla saatava pinnanlaatu on riittävä, ellei suunnitelmassa ole vaadittu sileämpää (hiottua) pintaa.
- .3 Purseet poistetaan ja reiän särmät viistetään vähintään 1.5x1.5 mm.
- .4 Jos reiät tehdään lävistämällä, osoitetaan työmenetelmän soveltuminen ennakkokokeilla.
- .5 Lävistämällä tehtyjen reikien säröntodenta tehdään koekappaleille 100 %:sti ja valmistukseen kuuluvassa laadunvalvonnassa pistokokein (≥ 10 %).
- .6 Väsytytkuormitetuissa rakenneosissa reikien lävistäminen ei ole sallittua.

4.3.2.4 Koneistaminen

- .1 Koneistaminen tehdään suunnitelmissa esitettyjen vaatimusten mukaan. Ellei suunnitelmissa ole esitetty vaatimuksia koneistettujen pintojen profiilisyvyydestä, se saa olla enintään $R_a = 12.5 \mu\text{m}$. Tämä on myös hylkäysraja.

4.3.2.5 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Paloittelun ja muotoilun laatua valvotaan ja kelpoisuus osoitetaan kaikkien asetettujen vaatimusten suhteen tarkastuksien ja niistä tehtyjen raporttien avulla.
- .2 Tarkastuksissa todetaan vähintään polttoleikkauksen laatu- ja tarkkuusluokka ja pinnan karheus, särmien pyöristys, taivutussäteet ja lämpötila sekä reikien koko ja laatu.
- .3 Kaikkien suunnitelmaan merkittyjen reikien paikat tarkastetaan mittaamalla myös ristimitat.

Katso myös SYL 1, kohta 1.4

4.3.3 Hitsausliitokset

4.3.3.1 Hitsien laatuvaatimukset

- .1 Hitsien laatuvaatimukset määräytyvät suunnitelmassa ilmoitetun laatuluokan ja standardin SFS-EN 25817 /18/ perusteella.

Jos suunnitelmissa hitsien laatuvaatimukset on määrätty vanhan standardin SFS 2379 /19/ mukaan, käytetään sen mukaisia hitsien laatuvaatimuksia tai sovelletaan soveltuvin osin standardia SFS-EN 25817 /18/ lukuunottamatta WA-luokan hitsiä, joka on hiottava perusaineen tasoon.

- .2 Laipan jatkosten hitsit on aina hiottava 50 mm:n leveydeltä laipan reunasta ja uuman kohdalta perusaineen tasoon.
- .3 Pinnoitettavien rakenneosien hitseissä ja niiden ympäristössä ei saa olla hitsin laatuluokasta riippumatta kuonaa, roiskeita eikä sellaisia pintaan ulottuvia yksittäisiä huokosia, joita ei voida luotettavasti peittää.
- .4 Korroosionestomaalaus, metalliruisutus ja kuumasinkitys edellyttävät hitseiltä standardin SFS 8145 /20/ mukaista terästyön laatuastetta 05. (Vrt. 4.5.3.2, 4.5.4.2 ja 4.5.5.2)
- .5 Säänkestävästä teräksestä tehtyjen rakenneosien hitsien laatuvaatimukset ovat samat sillä erolla, että pintaan ulottuvia yksittäisiä huokosia ei tarvitse korjata.

4.3.3.2 Hitsaussuunnitelma

- .1 Hitsaussuunnitelmassa käsitellään ainakin seuraavia asioita soveltuvin osin:
 - selvitys perusaineen hitsattavuudesta,
 - hitsausolosuhteet,
 - esilämmityksen tarpeellisuus,
 - maksimityölämpötila,
 - lämpötilan mittaustapa,
 - hitsausjärjestys,
 - railon muodot ja railojen viimeistely,
 - hitsausasennot,
 - hitsausmenetelmät ja laitteet (myös vaarnojen hitsaus),
 - lisäaineet: puikot, langat, jauheet ja suojakaasut sekä niiden säilytys,
 - hitsausenergia: kuljetusnopeus, jännite ja virranvoimakkuus (tai puikolla saatava palon pituus),
 - palkojen lukumäärä ja järjestys,
 - menetelmäkokeet (myös pultinhitsauksessa),
 - hitsaajien pätevyys,
 - hitsien jälkikäsittely,
 - hitsattujen kappaleiden lämpökäsittely,
 - hitsien viimeistely.

Esilämmitys, suurin työlämpötila, lisäaineet, hitsausenergia ja -asennot sekä railomuodot, palkojen lukumäärä ja hitsausjärjestys esitetään hitsaussuunnitelmaan liitettävissä kirjallisissa hitsausohjeissa (WPS). (Ks. 4.3.3.6).

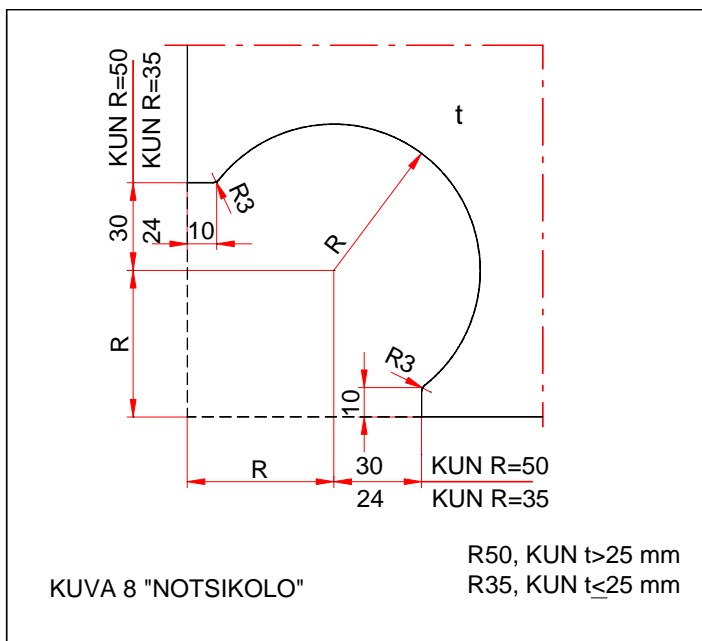
- .2 Suunnitelma toimitetaan tilaajan edustajalle tarkastettavaksi viimeistään viikkoa ennen hitsaustöiden aloittamista.
- .3 Menetelmäkokeiden vaatima aika on otettava huomioon hitsaussuunnitelmaa laadittaessa.
- .4 Menetelmäkokeiden hyväksyttävien koetulosten pitää olla käytettävissä ennen kuin hitsaussuunnitelma voidaan kokonaisuudessaan tarkastaa.

4.3.3.3 Railot

- .1 Railojen mittojen ja muodon on oltava standardin SFS-EN 29692 /21/ mukaisia, ellei menetelmäkokeilla osoiteta muita railon muotoja edullisemmiksi.
- .2 Railot sovitetaan hitsausmenetelmän ja hitsin laatuluokan edellyttämällä tarkkuudella.
- .3 Railojen on oltava puhtaita hitsin laatua heikentävistä aineista, kuten maalista, rasvasta ja kosteudesta. Niissä ei saa olla leikkaushilsettä ja purseita eikä hitsausta haittaavia epätasaisuuksia.

Railojen muodon suunnittelussa voidaan käyttää esimerkiksi standardia SFS-EN 29692 /21/.

- .4 Hitsauksen ja pintakäsittelyn helpottamiseksi uuman jäykisteiden sisäkulma leikataan kuvan 8 mukaiseksi.



4.3.3.4 Lisäaineet

- .1 Lisäaineet valitaan perusaineen ja hitsausmenetelmän asettamat vaatimukset huomioon ottaen siten, että hitsausliitos täyttää sille asetetut laatuvaatimukset.
- .2 Hitsausliitoksen lujuus- ja iskutietoisuusvaatimukset ovat samat kuin perusaineella, ellei suunnitelmassa ole muuta vaadittu. Perusainetta huomattavasti lujempaa lisäainetta ei yleensä saa käyttää.

Valinnan saa yleensä perustaa lisäaineen valmistajan suositukseen ja Teknillisen tarkastuskeskuksen (TTK) käyttöluviin.

- .3 Hitsattaessa on lisäaineiden oltava kuivia ja puhtaita. Lisäaineiden säilytyksessä ja kuivauksessa on noudatettava lisäainevalmistajan antamia lisäainekohtaisia varastointi- ja kuivausohjeita.
- .4 Sellaisia lisäaineita, joiden laatua ei voida tunnistaa, ei saa käyttää.

4.3.3.5 Hitsausjärjestys

- .1 Hitsausjärjestys valitaan sellaiseksi, että hitsausliitokset täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset ja että rakenneosiin ja rakenteisiin ei synny lujuuden tai käytön kannalta haitallisia jännityksiä eikä muodonmuutoksia.
- .2 Hitsausjärjestys suunnitellaan sellaiseksi, että rakenne saavuttaa lopullisen jäykkyytensä mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa, jolloin hitsien kutistumisesta aiheutuvat sisäiset jännitykset jäävät yleensä pieniksi.

Palkin jatkoksen hitsausjärjestykseksi suositellaan kuvassa 9 esitettyjä tapoja.

Hitsauksen aiheuttamia muodonmuutoksia ehkäistään esitavutuksella tai muilla sopivilla toimenpiteillä.

Rakenneosien paikallista kuumennusta voidaan käyttää myös hyväksi hitsauksesta aiheutuvien muodonmuutosten ja jännitysten vähentämisessä.

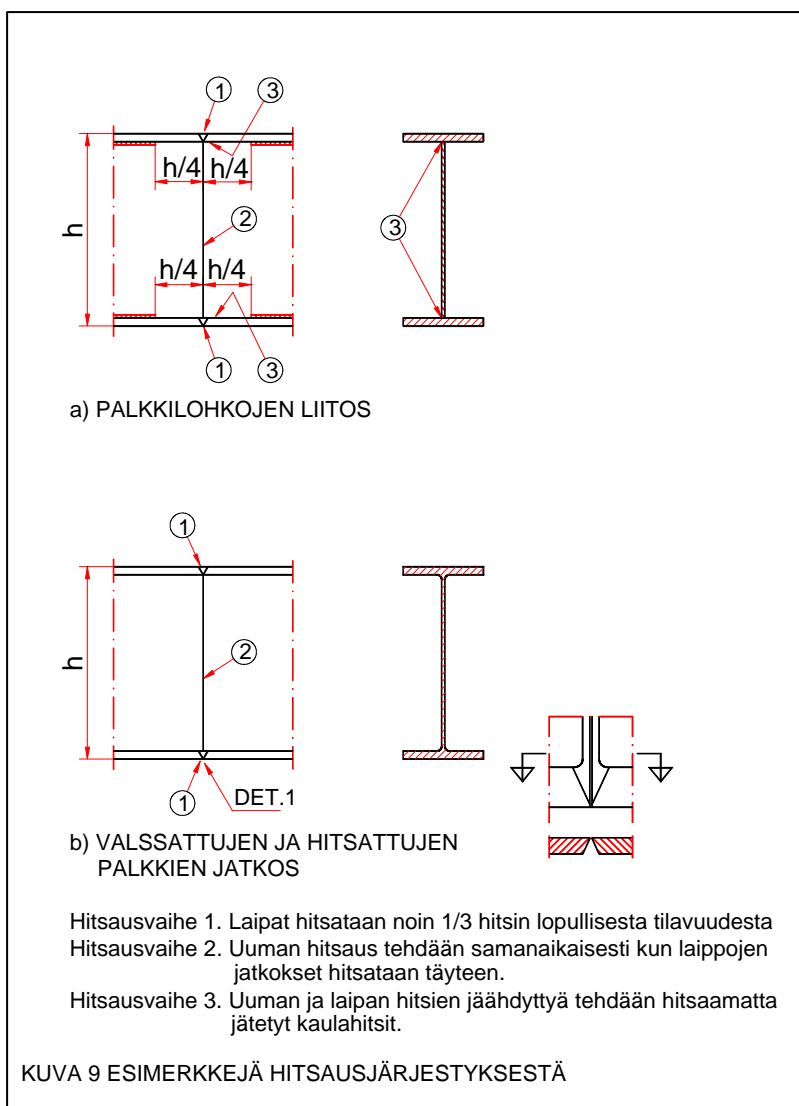
- .3 Lämpökäsittelyssä on noudatettava teräksen valmistajan ohjeita ja suosituksia. (Vrt. 4.2.6.4).

4.3.3.6 Hitsaaminen

- .1 Hitsaamisen konepajalla ja asennuspaikalla tulee täyttää standardissa SFS-EN 729-2 /22/ esitetyt laatuvaatimukset.

Hitsaamiseen liittyviä suosituksia (esilämmitys, vetyhalkeamien estäminen, lisäaineiden käsittely, siltahitsit jne.) on esitetty standardissa SFS-EN 1011-2 /23/.

- .2 Hitsaustyöstä on laadittava hitsikohtaiset kirjalliset hitsausohjeet (WPS).
- .3 Kaikkien päittäisliitosten ja läpihitsautumista edellyttävien hitsien sekä sellaisen pienahitsien, joiden tunkeumaa aiotaan käyttää hyväksi hitsien kokoa määrittäessä, hitsausohjeiden tulee perustua standardin SFS-EN 288-3 /24/ mukaisiin menetelmäkokeisiin, jotka ovat valmistaja-, ja eri työnjohton ja hitsausinsinöörin ollessa kyseessä, myös tuotantolaitoskohtaisia. Saman valmistajan aikaisemmin samalla perusaineella ja samoilla lisäaineilla tekemät ja muutenkin vertailukelpoiset menetelmäkokeet voidaan hyväksyä uudessa teräsrakennetyössä.



- .4 Hitsaajalta edellytetään standardin SFS-EN 287-1 /25/ ja hitsausoperaattorilta vähintään standardin SFS-EN 1418 /26/ mukaista pätevyyttä. Pätevyys voidaan todeta myös muulla hyväksyttävällä tavalla.

- .5 Hitsausolosuhteet on järjestettävä sellaisiksi, että vaatimukset täyttävä työntulos on mahdollinen. Ainakin seuraavista asioista on huolehdittava:
 - raiilojen kastuminen tai likaantuminen on estettävä.
 - hitsauspaikalla ei saa olla suojakaasuun haitallisesti vaikuttavia ilmavirtauksia
 - hitsattujen kappaleiden liian nopea jäähtyminen on estettävä
 - hitsaajan työskentelyolosuhteiden tulee olla asianmukaiset
 - hitsaaminen työmaalla tuulisissa ja kylmissä, alle -5°C :n, olosuhteissa edellyttää sääsuojan käyttöä
 - hitsiä ei saa jäähdyttää esim. vedellä.
- .6 Ellei olosuhteisiin liittyviä häiritseviä tekijöitä voida kokonaan poistaa, on työn onnistuminen varmistettava menetelmäkokeilla tai niihin verrattavalla koetyöllä.
- .7 Hitsauksen lisäaineet on suojeltava kastumiselta ja säilytettävä lisäaineiden valmistajan säilytysohjeiden mukaisesti.

4.3.3.7 Lämpökäsittely

- .1 Hitsattavat kappaleet esilämmitetään, jos perusaine, ainevahvuus, olosuhteet tai hitsausmenetelmä sitä edellyttävät. Vaatimukset määräytyvät teräksen ja lisäaineiden valmistajien ohjeiden perusteella.
- .2 Lämpökäsittelyä on käsiteltävä yksityiskohtaisesti hitsaus-suunnitelmassa, jossa määritellään käytettävät laitteet, lämpötilan mittaukset, lämmön pitoaika sekä jäähdyttämisaika ja -olosuhteet.
- .3 Esilämmitetyn alueen pitää olla riittävän leveä, jotta haluttu jäähtymisnopeuden hidastuminen saavutetaan. Esilämmitys ja lämpötilan mittaus on tehtävä standardin SFS-EN ISO 13916 /27/ mukaisesti.

Hitsauksesta tai muista syistä aiheutuneet vääristymät saadaan yleensä oikaista kuumennusta käyttäen. (Vrt. 4.2.6.4)

- .4 Jos suunnitelma tai laatuvaatimusten saavuttaminen sitä edellyttää, tehdään hitsatuille kappaleille jännitystenpoistohehkutus tai normalisointi perusaineen valmistajan ohjeiden mukaan.

4.3.3.8 Hitsien korjaaminen

- .1 Korjaamisen takia rakenteen lujuus ei saa heikentyä eivätkä muut sen käyttökelpoisuuteen vaikuttavat ominaisuudet huonontua.
- .2 Alamittaisia pienahitsejä ei tarvitse vahvistaa, jos alitus on paikallinen (pituudeltaan enintään 500 mm, tai korkeintaan 20 % sauman pituudesta, kun sauman pituus on < 2500 mm) ja mitattu a-mitta on enintään 1 mm vaadittua pienempi silloin kun vaatimus on yli 5 mm ja enintään 0,5 mm vaadittua pienempi kun vaatimus on ≤ 5 mm.

Teräsrakenteen valmistajalla on oikeus korjata hitsi.

- .3 Hitsin liian suuri a-mitta on poistettava hiomalla, mikäli sen mitta ylittää suunnitelmassa esitetyn luokan raja-arvot standardin SFS-EN 25817 /18/ mukaan arvosteltuna, ja jos siitä on jännitysten jakautuman, väsytykestävyyden tai rakenteen ulkonäön kannalta haittaa.
- .4 Jos hitsejä korjauksessa avataan ja hitsataan uudelleen, on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma, jossa käsitellään soveltuvin osin samat asiat kuin hitsaussuunnitelmassa.
- .5 Hitsien korjaussuunnitelma on esitettävä tilaajan edustajalle ennen kuin korjaukseen ryhdytään. Kirjallista korjaussuunnitelmaa ei tarvita, jos työ on tavanomainen ja vaikutuksiltaan yksinkertainen.
- .6 Korjaushitsauksen onnistuminen osoitetaan tarvittaessa menetelmäkokeilla.
- .7 Ennen hitsien lopullista tarkastamista on hitseistä ja niiden ympäristöstä poistettava kaikki kuona ja roiskeet.

Sytytysjäljet saadaan poistaa hiomalla perusainetta n. 1 mm juosteasti.

Hitsin pinnan tasaisuutta, muotoa ja liittymistä perusaineeseen voidaan parantaa esimerkiksi hiomalla. TIG-käsittely on myös yleensä sallittu. Jos hitsaussuunnitelman hyväksyminen edellyttää menetelmäkokeita, on TIG-käsittely otettava mukaan kokeisiin.

Korjausta varten hitsiä avataan vähintään 10-kertaisen hitsin paksuuden tai a-mitan matkalta kuitenkin vähintään n. 75 mm. Korjaushitsauksessa esilämmitys saattaa olla tarpeen, vaikka varsinainen hitsaus ei sitä edellyttäisikään. Korjausten yhteydessä suositellaan 50 °C korkeampaa esilämmitystä kuin valmistuksessa. Kuumentamalla korjauskohdan ympäristöä voidaan hitsauksesta aiheutuvia sisäisiä jännityksiä pienentää.

Jos hitsausvirhe on paikallinen sekä laadultaan ja sijainniltaan sellainen, että rakenteen kestävyys on vielä riittävä, ei seuraavaksi alemmassa laatuluokassa sallittavia hitsausvirheitä yleensä tarvitse korjata

4.3.3.9 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Tarkastajalla on oltava standardin SFS-EN 473 /28/ tason 2 mukainen tai sitä vastaava pätevyys NDT-tarkastuksiin. Pätevyyden tulee koskea kaikkia käytettäviä tarkastusmenetelmiä.

- .2 Tarkastuksessa käytetään tarkastusmenetelmään soveltuvia ja toimintavarmoja laitteita. Ne on kalibroitava ohjeiden mukaisin määräajoin ja tarvittaessa muulloinkin.
- .3 Tarkastuksen laajuus on seuraava, ellei suunnitelmassa ole muuta määrätty:
- a) Kaikki hitsit tarkastetaan silmämääräisesti koko pituudeltaan.
 - b) Ultraäänitarkastus (UT) tehdään 100 %:sti kaikille laipan päittäishitseille ja uuman jatkosten asennushitseille sekä sellaisille T-liitoksille, joissa on levyn paksuussuunnassa vetorasituksia. Sama koskee laipan ja uuman välistä K-hitsiä, jos se on määrätty hiottavaksi tai se on tehty asennuspaikalla. 10 %:sti tarkastetaan kaikki muut päittäis- ja K-hitsit sekä muut sellaiset läpihitsatut liitoshitsit, joista UT-menetelmällä voidaan saada luotettava tarkastuksen tulos. Tavallisia pienahitsejä ei tarvitse tarkastaa, ellei se tunkeuman toteamisen takia ole tarpeen.

Jos aineen vahvuus on < 6 mm, UT-tarkastus korvataan radiografisella tarkastuksella.
 - c) Radiografisella tarkastuksella (RT) täydennetään UT-tarkastusta. Jos aineen vahvuus on < 6 mm, päittäishitsit kuvataan kohdassa b) esitetystä laajuudesta. Paksuudeltaan 6...40 mm hitsit kuvataan, jos UT-tarkastuksessa löytyy virheitä, joiden laatua ja laajuutta ei UT-menetelmällä voida luotettavasti määrittää. Yli 40 mm paksuja hitsejä ei kuvata.
 - d) Magneettijauhetarkastuksen (MT) kohteita ovat kaikki hiotut hitsit, B-luokan jatkoshitsien päätteet ja laipan jatkosten hiotut reuna-alueet.
- .4 Jos 10 %:n tarkastuksessa havaitaan virhe, jota hitsiluokassa ei sallita, laajennetaan tarkastusta siten, että virheen laajuus voidaan varmuudella määrittää.
- .5 Tarkastukset ja raportointi tehdään seuraavien standardien mukaan:
- silmämääräinen tarkastus SFS-EN 970 /29/; hitsiluokat ja hyväksymisrajat SFS-EN 25817 /18/ mukaan tai SFS 2379 /19/, jos suunnitelmin hitsiluokat on määritetty tämän standardin mukaan. Tarkastuspöytäkirjaan merkitään myös hitsin pienin mitattu a-mitta,
 - ultraäänitarkastus SFS-EN 1714 /30/ tarkastustaso B; hyväksymisperuste SFS-EN 1712 /31/ hyväksymisraja 2 ja hitsausvirheiden tyypit SFS-EN 1713 /32/ mukaan
 - radiografinen tarkastus SFS-EN 1435 /33/; hyväksymisrajat SFS-EN 12517 /34/ mukaan ja

- magneettijauhetaarkastus SFS-EN 1290 /35/; hyväksymisperuste SFS-EN 291 /36/ hyväksymisraja 1.
- .6 Ainettarikkomaton tarkastus (NDT) tehdään kylmähalkeilulle alttiille materiaaleille aikaisintaan 16 tunnin kuluttua tarkastettavien hitsien valmistuksesta. Yli 40 mm paksuille päittäishitseille ja kaikille terästen S420 ja S460 hitsausliitoksille lopullinen NDT-tarkastus tehdään aikaisintaan 40 tuntia hitsauksen jälkeen.
- .7 Tarkastuksen tulokset esitellään tilaajan edustajalle, ennen kuin hitsejä aletaan korjata, ellei työkohtaisesti toisin sovita.
- .8 Laaturaporttiin merkitään lohkoittain tiedot tehdyistä tarkastuksista ja maininta täyttääkö hitsit asetetut vaatimukset sekä mahdolliset poikkeamat ja korjaukset.
- .9 Tarkastuspöytäkirjat ja poikkeamaraportit liitetään laaturaporttiin.

4.3.4 Pulttiliitokset

4.3.4.1 Yleistä

Pulttiliitokset jaotellaan toimintatapansa mukaan seuraavasti:

- Tavallisessa pulttiliitoksessa on ruuvien reikä varren suhteen väljä, joten tarvitaan pieni siirtymä, ennen kuin voimat siirtyvät liitososasta toiseen
- Sovitepulttiliitoksessa ruuvien varsi on sovitettu reikäänsä tiiviisti, joten voimat siirtyvät ilman sanottavaa siirtymää.

Edellä kuvatut toimintatavat ovat liitoksille asetettuja toiminnallisia laatuvaatimuksia. Suunnitelmassa voidaan käyttää muitakin nimityksiä.

Epäselvissä tapauksissa suunnittelija määrittelee liitosten toimintatavan.

4.3.4.2 Tarvikkeet

- .1 Ruuvien, muttereiden ja aluslaattojen on oltava asennettaessa puhtaita kirstystä haittaavista, korroosiota aiheuttavista tai muuten haitallisista aineista.
- .2 Varastointi ja käsittely pitää järjestää siten, että toimitustilan mukainen tai kirstämistä varten tehty pintakäsittely säilyy.
- .3 Eri laatuluokkiin kuuluvat tarvikkeet on eroteltava ja varastoitava siten, että sekaantumisen vaaraa ei ole.

4.3.4.3 Liitososat

- .1 Yhteen liitettävät osat muotoillaan ja sovitetaan siten, että liitospinnat menevät tiiviisti vastakkain.
- .2 Paksuuserot tasoitetaan viistämällä tai täytelevyillä, joiden yhteenlaskettu paksuus saa olla enintään 0,15d tai 6 mm, missä d tarkoittaa ruuvin varren nimellishalkaisijaa.

Pulttiliitoksissa saa ruuvien kiristysvoimaa käyttää liitososien pakottamiseen.

- .3 Hitsausta ei saa käyttää liitososien tilapäiseenkin kiinnitykseen.
- .4 Ellei suunnitelmassa tai kohdassa 4.5.2 tarkoitetussa pintakäsittelysuunnitelmassa muuta vaadita, maalataan liitospinnat hyväksyttävällä sinkkipölymaalilla, jonka nimelliskerrospaksuus on $\geq 60 \mu\text{m}$.

Liitospinnat voivat olla myös kuuma- tai ruiskusinkittyjä.

- .5 Esikäsittelyn tulee täyttää pinnoitteen asettamat laatuvaatimukset.
- .6 Osia yhteen liitettäessä tulee liitospintojen olla puhtaat ja pinnoitteen kovettunut.

4.3.4.4 Vapaareiät

- .1 Ellei suunnitelmassa muuta vaadita, tehdään tavallisen pulttiliitoksen vapaareiät standardissa SFS 3898 ISO 273 EN 20273 /37/ määritellyn keskisarjan mukaan.
- .2 Ellei ruuvin kannan puolella käytetä aluslaattaa, viistetään reiän reuna ruuvin kannan ja varren välistä pyöristystä vastaavasti. (Vrt. myös 4.3.2.3)
- .3 Liitososien kokoamisen jälkeen rei'issä ei saa olla 1 mm suurempaa kohdistusvirhettä ja ruuvien pitää mennä pakottamatta pakoilleen.

Tarvittaessa saa tavallisen pulttiliitoksen reikien yhteensopivuutta parantaa suurentamalla vapaareikää enintään 1mm.

- .3 Sovitepulttiliitoksen vapaareiät saavat olla enintään 0,3 mm ruuvin vartta väljempiä.

Sovitepulttiliitoksen reiät tehdään osien valmistusvaiheessa n. 3 mm nimellismittaansa pienemmiksi. Lopulliseen mittaansa ne suurennetaan sen jälkeen, kun liitososat on koeasennus- tai asennusvaiheessa sovitettu lopulliseen asentoonsa ja puristettu liikkumattomasti vastakkain. Reiät viimeistellään kalvamalla.

Ruuvien pinnoite otetaan vapaareikää mitattaessa huomioon.

4.3.4.5 Ruuvien kiristäminen

- .1 Ellei suunnitelmassa muuta vaadita, kiristuksen jälkeen ruuvien kierteistetyllä osalla jännityspoikkipinnalle lasketun jännityksen on oltava n. 60 % ruuvin myötöjännityksestä ja kaikissa liitoksen ruuveissa sama kiristysaste.
- .2 Kevyesti öljytyillä kierteillä tämä vaatimus saavutetaan taulukossa 2 annetuilla kiristysvääntömomentin arvoilla. Muulla tavalla käsitellyille pulteille kiristämisen vastaavat ohjearvot määritetään kokeilla, joilla osoitetaan, että taulukon 2 mukainen esijännitysvoima saavutetaan.

Kokemus on osoittanut, että toimitustilassa (kevyesti öljytyinä) pultin sisäinen kitka vaihtelee paljon. Pienempään hajontaan voidaan päästä käsittelemällä kierteet soveltuvilla voiteluaineilla. Jos mutterien kierteet käsitellään mehiläisvahalla saadaan samalla kiristysvääntömomentilla n. kaksinkertainen esijännitys verrattuna toimitustilassa oleviin pultteihin. (Vrt. taulukko 2.) Koetulosten hajonta on myös pienempi.

- .3 Jos suunnitelmassa asetetaan kiristykselle tai pultin esijännitykselle tarkkuusvaatimuksia, pitää kiristysvääntömomentin ja esijännitysvoiman välinen riippuvuus määrittää kokeellisesti.

Myös kohdassa 4.3.5.5 käsiteltyä kiertokulmamenetelmää voidaan käyttää riittävän kiristuksen varmistamiseen.

Taulukko 2. Tavallisen pulttiliitoksen ja sovitepulttiliitoksen pulttien (lujuusluokat 5.6, 8.8 ja 10.9) vaaditut esijännitysvoimat ja kevyesti öljytyjen ruuvien kiristysvääntömomentit.

Nimellis- halkaisija mm	Esijännitysvoima kN			Kiristysvääntömomentti Nm		
	5.6	8.8	10.9	5.6	8.8	10.9
12	21	35	48	50	80	110
16	39	64	90	120	200	280
18	47	79	110	170	280	390
20	58	97	136	230	380	530
22	69	116	162	300	500	700
24	82	137	191	390	650	910
27	108	180	253	580	960	1340
30	132	220	308	780	1300	1820

- .4 Liitoksissa, joissa on useita pultteja tai liitososia joudutaan pakottamaan pulteilla, pitää kiristys tehdä kahdessa vaiheessa pulttiryhmän keskeltä aloittaen.
- .5 Kiristämisen jälkeen mutterit varmistetaan.

- .6 Mutteri tulee varmistaa lysmistämällä kierteet, käyttämällä lukkomutteria tai toisella mutterilla. Hitsausta ei saa käyttää mutterin varmistamiseen.

4.3.4.6 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Kelpoisuus osoitetaan tarkastus- ja mittauspöytäkirjoilla, jotka liitetään laaturaporttiin.
- .2 Tarkastuksessa todetaan liitosten yhteensopivuus, reikien koko ja laatu sekä pulttien koot, laadut ja lukumäärät.
- .3 Liittimien esijännitysvoima mitataan yleensä kalibroidulla momenttiavaimella.

4.3.5 Kitkaliitokset

4.3.5.1 Yleiset laatuvaatimukset

- .1 Valmiissa kitkaliitoksessa liitososien välillä on oltava suunnitelmassa tai soveltuvassa standardissa vaadittu esipuristus.
- .2 Liitospintojen kitkakertoimen on täytettävä kohdassa 4.3.5.4 tai suunnitelmassa asetetut vaatimukset.
- .3 Kiristämiseen käytetään suunnitelmassa määriteltyjä ruuveja. Liitintyyppin vaihtaminen edellyttää suunnitelman muuttamista.

4.3.5.2 Reiät

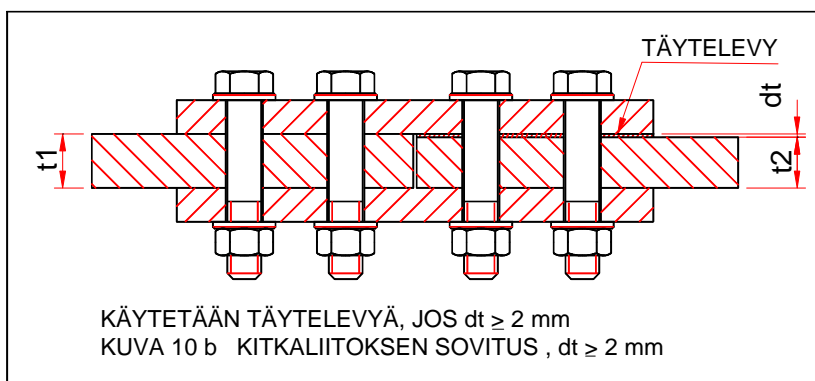
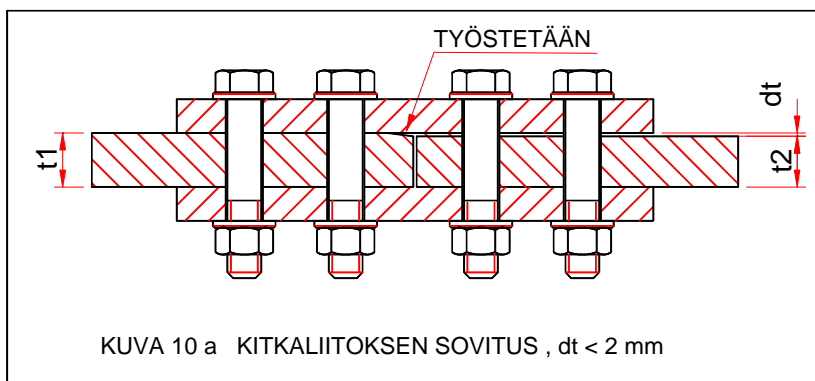
- .1 Ellei suunnitelmassa muuta vaadita, ovat ruuvien vapaareiät standardissa SFS 3898 ISO 273 EN 20273 /37/ määritellyn keskisarjan mukaisia.
- .2 Ruuvien tulee mennä pakottamatta paikoilleen.
- .3 Porauslastuja ja -purseita ei saa olla rei'issä eikä liitospinnoilla.
- .4 Reiän reunassa tulee olla ruuvin kannan puolella viiste n. 1,5 x 1,5 mm, jos kannan alla ei käytetä aluslaattaa.
- .5 Muille reikien särmille asetetut vaatimukset ovat kohdan 4.3.2.3 mukaiset.

Jos reiät porataan koeasennus- tai asennusvaiheessa, ne voidaan tehdä enintään 1 mm ruuvin nimellishalkaisijaa suuremmiksi, elleivät liitoksen toiminnalliset syyt aseta muita vaatimuksia.

- .6 Porattaessa tai kalvettaessa ei porausnestettä saa päästää valmiiksi käsitellyille kitkapinnoille.

4.3.5.3 Liitososien sovittaminen

- .1 Liitososien tulee sopia koko liitoksen alueella toisiinsa siten, että liittimien esijännitysvoimasta ei tarvitse käyttää 10 % enempää tiiviin kosketuksen aikaansaamiseen.
- .2 Jos jatkettavien levyjen paksuudet poikkeavat toisistaan, paksuusero tasoitetaan joko työstämällä paksumman levyn päätä juoheasti tai käyttämällä täytelevyä. (Katso kuvat 10a ja 10b)
- .3 Jatkoslevyt on taivutettava ennen liitoksen tekemistä.
- .4 Täytelevyjen on oltava lujuus- ja kitkaominaisuuksiltaan samanlaisia kuin liitososat.
- .5 Kitkaliitosten sovitustarkkuus on otettava huomioon mm. osien valmistustarkkuudessa sekä hitsausjärjestystä ja kokoonpanoa suunniteltaessa.



4.3.5.4 Liitospintojen käsittely

- .1 Liitospinnoilla tulee olla yhteen liitettäessä vaadittavat kitka- ja korroosionest ominaisuudet.
- .2 Kitkakertoimen tulee olla $\mu \geq 0,5$, ellei suunnitelmassa aseteta muita vaatimuksia.

Tämä on saavutettavissa pinnan terävämuotoisella profiililla, jonka syvyys on 30...40 µm, joko ilman pinnoitetta tai ohuella sinkkisilikaattimaalilla pinnoitettuna.

- .3 Ellei kitkakerrointa todeta menetelmäkokeella, viimeistellään puhdistetut pinnat hiekkapuhaltamalla. Kvartsihiekan raekoko on 1...1,5 mm ja ilmanpaine \geq 7 baaria.
- .4 Hiekkapuhalletut liitospinnat (Sa 2,5 / SFS-ISO 8501-1 /16/) pinnoitetaan sinkkisilikaattimaalilla siten, että saavutetaan tasainen maalikerros, jonka nimellispaksuus on 40...60 µm.
- .5 Sinkkisilikaattimaalissa tulee olla metallista sinkkiä vähintään 80 paino-% kuivakalvosta.
- .6 Muut kitkapinnoilla käytettävät pinnoitteet voidaan hyväksyä menetelmäkokeiden perusteella.

Menetelmäkokeissa koesarjojen tulee olla riittävän laajoja (yleensä vähintään 6 kpl), jotta hajonta voidaan myös määrittää.

- .6 Osia yhteen liitettäessä tulee liitospintojen olla puhtaat, kuivat ja pinnoitteen kovettunut.
- .7 Kitkaa heikentävien sinkkisuolojen muodostumisen estämiseksi kitkaliitoksen kiristys on tehtävä saman työvuoron aikana kuin sinkkipölymaalaus. Jos väliaika on pitempi, on sinkkisuolat poistettava pyyhkäisykupuhdistuksella (ks. kohta 4.5.3.2.9).

Sinkkisilikaattimaali vaatii kovettuakseen vähintään 50 %:n suhteellisen kosteuden. Tarvittaessa pintoja voidaan kostuttaa ohuella vesisumutuksella tai kostealla rievulla. Sinkkipölymaalin kovettumisen voi tarkastaa maalin liuotteella.

4.3.5.5 Liittimien kiristäminen

- .1 Kitkaliitoksen ruuvit kiristetään sellaisilla menetelmillä ja laitteilla, että vaadittu esipuristus liitospintojen välillä saavutetaan luotettavasti.
- .2 Kitkaliitoksen ruuvit kiristetään seuraavien ohjeiden mukaan, ellei muuta menettelyä osoiteta työntuloksen kannalta edullisemmaksi.
- .3 Ellei suunnitelmissa ole toisin määrätty, esikiristetään ensin joka toinen ruuvi sen jännityspituudesta riippumatta noin 60 %:iin lopullisesta arvostaan. Tätä vastaavat esijännitysvoimat ja kiristysvääntömomentit ovat noin 80 % taulukon 2 arvoista.

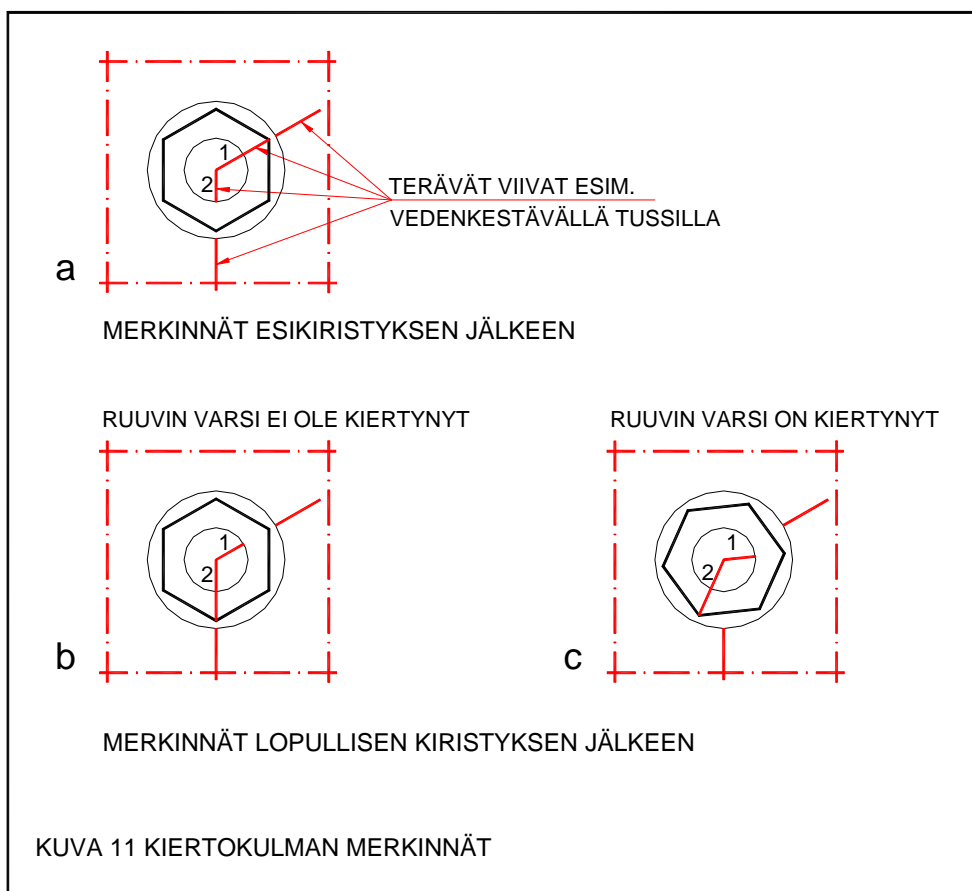
Taulukon 2 kiristysvääntömomentin arvot on ruuveille ja muttereille, joiden kierteet on kevyesti öljytty, mikä vastaa normaalia toimitustilaa. Kierteissä voidaan käyttää myös muita tarkoitukseen soveltuvia voiteluaineita, jolloin esikiristykseen

tarvittavat momentit ovat pienempiä ja pulttien esijännitysvoiman hajonta pienenee. (Vrt. 4.3.4.5)

- .4 Ruuvien jännityspituuden ollessa 60 ... 150 mm esikiristetään tämän jälkeen loput ruuvit noin 60 %:iin lopullisesta arvostaan aloittaen liitoksen keskikohdalta ja edeten vuorotellen keskikohdan kummaltakin puolen liitoksen reunoja kohti. Esikiristuksen jälkeen kaikki ruuvit jännitetään lopulliseen kireyteen kiertämällä mutteria tai kantaa siten, että mutteri kiertyy ruuvin varren suhteen kulman 120° . Mutterin asennot merkitään siten, että kiertokulma voidaan luotettavasti todeta.

Kiertokulmat suositellaan merkittäväksi kuvan 11 mukaisesti.

- .5 Ruuvien jännityspituuden ollessa <60 mm tai >150 mm kiristetään kaikki ruuvit kohdan .3 mukaisen esikiristuksen jälkeen lopulliseen kireyteensä B7 Teräsrakenteet, ohjeet 1996 /1/ kohdan 9.3.4 mukaisesti aloittaen liitoksen keskikohdalta ja edeten vuorotellen keskikohdan kummaltakin puolen liitoksen reunoja kohti.
- .6 Jos kierteissä käytetään muita voiteluaineita kuin öljyä, oikea kiristysmomentti pitää tällöin määrittää kokeilla, joissa mitataan kiristysvääntömomentin ja pultin esijännitysvoiman välinen riippuvuus.



4.3.5.6 Liitoksen viimeistely

- .1 Kaikki raot liitososien välissä ja ympärillä sekä liittimien eri osien ja perusaineen välillä tiivistetään siten, että kosteus ei pääse tunkeutumaan liitososien väliin.
- .2 Tiivistämiseen käytetään sellaisia maaleja ja kittejä, jotka soveltuvat rakenteen korroosionestopinnoitukseen.

Hyvin sovitettut liitokset voidaan tiivistää sivelemällä niihin pohjamaalia.

- .3 Avoimet raot esim. jatkettujen levyjen päiden välissä täytetään kitillä pohjamaalauksen jälkeen.
- .4 Olosuhteiden ja rakentamisen aikataulun niin vaatiessa pitää tiivistäminen tehdä väliaikaisella pinnoitteella, joka poistetaan kokonaan lopullisen pintakäsittelyn yhteydessä.
- .5 Poistettaessa rasvaa ruuvien kannoista ja muttereista ei liuotinta saa käyttää niin runsaasti, että sitä tunkeutuu liitospintojen väliin.
- .6 Kitkaliitosten tiivistäminen otetaan huomioon pintakäsittelysuunnitelmassa. (vrt. 4.5.2).

4.3.5.7 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Kelpoisuus osoitetaan tarkastus- ja mittauspöytäkirjoilla, jotka liitetään laaturaporttiin.
- .2 Tarkastuksessa todetaan liitoksen yhteensopivuus, liitospintojen pintakäsittely (vrt. 4.5.3.5), reikien koko ja laatu sekä kitkaruuvien koko, laatu ja lukumäärä.
- .3 Kiristettäessä varmistetaan liittimeen syntyvä esijännitysvoima mittaamalla kiristysväntömomentti kalibroidulla momenttiavaimella ja lopullinen kiertokulma kiertokulmamerkinnöistä.

4.3.6 Vaarnat

4.3.6.1 Yleiset laatuvaatimukset

- .1 Leimuhitsauksella kiinnitetyn vaarnapultin tulee olla hitsautunut koko poikkipinnaltaan.
- .2 Vaarnapultti ei saa olla enempää kuin 2 mm suositusmittaansa pitempi.

Suositusmitalla tarkoitetaan täydellisesti hitsaantuneen vaarnapultin pituutta. Vaarnapulttien valmistaja ilmoittaa sen tuoteseloituksessaan tai se määritetään tyyppihyväksyntä- tai menetelmäkokeiden perusteella.

- .3 Lyöntikokeen jälkeen ehjiksi osoittautuneet vaarnapultit saavat jäädä vinoon, elleivät työmenetelmät tai vaarnapulttien toiminta rakenteessa vaadi niiden oikaisemista.
- .4 Pienahitsillä kiinnitettyjä vaarnapultteja koskevat samat laatuvaatimukset kuin leimuhitsattuja pultteja.
- .5 Pienahitsin tulee ympäröidä vaarnapultti kokonaan. (Vrt. 4.3.6.3)
- .6 Muita vaarnoja koskevat laatuvaatimukset riippuvat vaarnatyypistä ja kiinnitystavasta.

4.3.6.2 Hitsaaminen

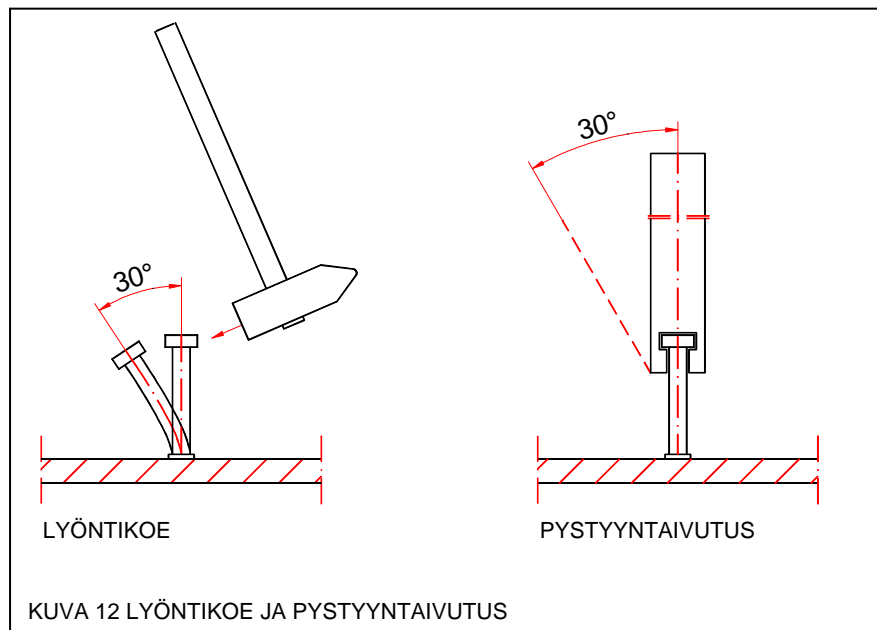
- .1 Hitsaamiseen saadaan käyttää vain sellaisia vaarnapultin hitsaamiseen kehitettyjä leimuhitsauslaitteita, joiden toimintavarmuus on osoitettu valmistajakohtaisin menetelmäkokein. Hitsauspistooli ja ohjausyksikkö testataan yhdessä virtalähteen kanssa.
- .2 Vaarnapulttien, suojarenkaiden ja hitsauskohdan perusaineessa on oltava puhtaita. Perusaine suihkupuhdistetaan puhtausasteeseen Sa 2,5 standardin SFS ISO 8501-1 /16/ mukaan.
- .3 Hitsauskohdan tulee olla kuiva.
- .4 Vaarnapultin keskikohdan tulee sijaita vähintään 30 mm:n päässä laipan päitäishitsin reunasta.
- .5 Perusaineen kovuus hitsauskohdassa ei saa ylittää 400 HV.
- .6 Jos perusaineen lämpötila hitsattaessa on alle 0°C, kovuus määritetään menetelmäkokeella.
- .7 Menetelmäkokeissa perusaineen, olosuhteiden ja laitteiden on oltava samat kuin varsinaisessa työssä.
- .8 Aloitettaessa pulttien hitsausta uudessa työkohteessa on tehtävä koetyö, jossa pultteja hitsataan vähintään 10 kpl samaan perusaineeseen, jota sillassa käytetään. Kaikille pulteille tehdään sointi- ja lyöntikoe. Jos pultteja irtoaa, on koetyö uusittava, kunnes oikeat hitsausarvot ja työmenetelmät löydetään.
- .9 Irtoamisen syyn selvittämiseksi on tarvittaessa tehtävä menetelmäkokeita, joihin kuuluu veto-, taivutus- ja kovuuskokeita sekä hitsausliitosten tutkimista NDT-menetelmillä ja makrohieitten avulla. Menetelmäkokeissa sovelletaan standardia SFS-EN 14555 /38/.

4.3.6.3 Korjaukset

- .1 Puutteelliseksi jääneen tai muulla tavalla heikoksi osoittautuneen hitsin saa korjata pienahitsillä, jonka $a \geq 5$ mm, jos pultin halkaisija on 20 mm ja $a \geq 6$ mm, jos halkaisija on 22 mm.
- .2 Korjaushitsauksesta pitää tehdä kohdassa 4.3.3.2 tarkoitettu hitsaus suunnitelma.
- .3 Murtuneiden pulttien jäljet tasoitetaan hiomalla. Uusi vaarna hitsataan murtopaikan viereen.
- .4 Ne lyöntikokeessa vinoon menneet vaarnapultit, jotka eivät saa kohdassa 4.3.6.1.3 määritellyistä syistä jäädä vinoon, oikaistaan hitaasti taivuttaen. (Vrt. kuva 12)

4.3.6.4 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Kaikki hitsatut vaarnapultit tarkastetaan silmämääräisesti.
- .2 Hitsattujen vaarnapulttien pituus tarkastetaan mittaamalla vähintään 5 % pulttien määrästä. Mitattavat vaarnapultit valitaan silmämääräisesti. Jos poikkeavia vaarnapultteja löydetään, lisätään tarkastusten määrää niin, että saadaan luotettava kuva 'koholla' olevien vaarnapulttien määrästä.
- .3 Kaikki vaarnapultit, jotka ovat enemmän kuin 2 mm suositusmittaansa pitempiä, tutkitaan lyöntikokeella tai niiden kiinnitys vahvistetaan pienahitsillä. (Vrt. 4.3.6.3)
- .4 Kaikille vaarnapulteille tehdään sointikoe, jossa vasaralla napauttamalla saatetaan vaarnapultti värähtelemään. Kaikille soinnin perusteella epäilyttäviksi todetuille vaarnapulteille tehdään lyöntikoe, ellei niitä vahvisteta pienahitsillä.
- .5 Sointikokeessa tyydyttäväksi todetuille ja pienahitsillä vahvistetuille vaarnapulteille tehdään lyöntikokeita vähintään yksi alkavaa 200 vaarnapulttia kohti. Tämän lisäksi tehdään kaksi ylimääräistä lyöntikoeita kutakin murtunutta vaarnapulttia kohti.
- .6 Lyöntikoe ja taivutus tehdään kuvassa 12 esitetyllä tavalla.
- .7 Lyöntikokeessa vaarnapultti lyödään isolla vasaralla yhdellä iskulla vähintään 30° vinoon. Vaarnapulttia ei hyväksytä, jos siihen tai kiinnityshitsiin on syntynyt murtumia tai säröjä.
- .8 Kaikki lyöntikokeessa taivutetut vaarnapultit tarkastetaan silmämääräisesti ja sointikokeella. Kiinnityshitsien säröt tutkitaan magneettijauhekokeella kohdan 4.3.3.9.5 mukaan.
- .9 Tarkastuksen tulokset kirjataan tarkastuspöytäkirjaan, joka liitetään laaturaporttiin.



4.3.7 Kokoonpano

4.3.7.1 Yleiset laatuvaatimukset

- .1 Osien kokoonpano rakenteeksi suunnitellaan sellaiseksi, että kaikki osat voidaan sovittaa hallitusti paikoilleen ja että liitokset voidaan tehdä niitä koskevien laatuvaatimusten mukaisesti. (Vrt. 4.1.5)
- .2 Jos rakenteen kokoonpano edellä esitettyjen vaatimusten mukaisesti on mahdotonta tai kohtuuttoman vaikeaa, tulee valmistajan huomauttaa siitä kohdassa 4.3.1.4 tarkoitetulla tavalla ja tehdä esitys suunnitelman muuttamiseksi.

4.3.7.2 Mittaus

Suunnitelmissa on annettu rakenteiden teoreettiset mitat lämpötilassa +20°C, ellei muuta ole ilmoitettu.

- .1 Liitostavasta johtuvat muodonmuutokset ennakoidaan kokoonpanomittoja asetettaessa.
- .2 Mittaukset tehdään sellaisella tarkkuudella, että mahdollinen mittausvirhe on enintään 1/10 rakenteille tai rakenneosille asetetuista mittatarkkuusvaatimuksista.

4.3.7.3 Osien sovittaminen

- .1 Osat sovitetään toisiinsa siten, että kokoonpano- ja asennusliitokset sekä valmiit rakenteet täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset.

Osien sovitustarkkuus vaikuttaa mm. hitsien laatuluokkaan (vrt. SFS 2379 /19/ tai SFS-EN 25817 /18/ suunnitelmissa käytetyn standardin mukaan).

- .2 Suunnitelmaan merkityt puskuliitokset sovitetään siten, että liitospinnat ovat tiiviissä kosketuksessa. Liitospintojen välillä saa olla enintään 0,50 mm leveä paikallinen rako, jonka pituus ei saa ylittää 1/10 kosketuspinnan pituudesta.
- .3 Puskuliitokseen ei saa hitsata hitsiä, ennen kuin liitoksen sovitustarkkuus on todettu.

4.3.7.4 Väliaikaiset kiinnitykset

- .1 Kaikki rakenneosien kokoonpanossa tarvittavat väliaikaiset kiinnitykset esitetään yksityiskohtaisesti valmistussuunnitelmassa.
- .2 Väliaikaiset kiinnitykset eivät saa heikentää rakenteen lujuusominaisuuksia eikä sen käyttökelpoisuutta.
- .3 Siltojen teräksisiin päällysrakenteisiin ei saa tehdä mitään suunnitelmaan kuulumattomia reikiä eikä hitsejä ilman suunnittelijan lupaa.
- .4 Pulteilla koottavissa rakenteissa ei saa käyttää hitsauskiinnityksiä, ellei siitä ole mainintaa suunnitelmassa.
- .5 Kiinnikkeitä ei saa hitsata rakenneosiin ilman suunnittelijan lupaa.
- .6 Kiinnikkeiden hitsit on poistettava siten, että niistä ei ole lujuuden, ulkonäön tai pintakäsittelyn kannalta haittaa.
- .7 Kiinnikkeitä ei saa sijoittaa näkyviin pintoihin.
- .8 Asennuslohkoihin saa kiinnittää nostokorvakkeita sekä muita siirtoja ja kuljetusta helpottavia osia pysyvästi vain, jos ne sijoitetaan ulkonäön kannalta haittattomiin paikkoihin ja ne eivät heikennä rakenteen kantavuutta.

Hitsien käyttö kiinnityksessä on rajoitettua. Hitsit lisäävät rakenteen alttiutta haurasmurtumalle. Sen vuoksi kiinnikkeiden hitsaus saattaa vaatia esilämmitystä, vaikka kokoonpanohitsaus ei sitä vaatisikaan.

Kiinnikkeiden hitsit voidaan poistaa hiomalla.

4.3.7.5 Kokoonpanoliitokset

- .1 Liitoksia koskevat vaatimukset ovat kohtien 4.3.3, 4.3.4 ja 4.3.5 mukaiset.
- .2 Yhdistetyissä kitka- ja hitsausliitoksissa hitsaus tehdään ennen liittimien kiristämistä.

4.3.7.6 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Rakenneosien mittauksesta laaditaan pöytäkirjat, joihin merkitään SYL 1:n, kohdan 1.4.5.3 mukaisesti ainakin mittaustulokset, teoreettiset mitat sekä sallitut poikkeamat ja niiden ylitykset.
- .2 Jos mittaustulos ylittää raja-arvon, selvitetään hyväksymisrajaa suuremman poikkeavuuden esiintymisalue ja korjataan rakenneosa hyväksyttävällä tavalla, ellei ole sovittu arvonvähennysmenettelystä.
- .3 Liitosten osalta kelpoisuuden osoittamista ja dokumentointia koskevat vaatimukset on esitetty kohdissa 4.3.3.9, 4.3.4.6, 4.3.5.7 ja 4.3.6.4.
- .4 Ilmatiiviiksi suunniteltujen koteloiden tiiviys (pääkannattajarakenteet) todetaan painekokeella, jossa käytetään 0,1 baarin ylipainetta, ellei muuta painetta ole määrätty käytettäväksi. Kokeesta tehdään pöytäkirja. Sekundäärirakenteissa (esim. palkkisiltojen poikkiristikkojen sauvat) koteloiden tiiveys todetaan 100 %:n silmämääräisen tarkastuksen perusteella. Tarkastuksista tehdään merkinnät laaturaporttiin.

4.4 RAKENTEET

4.4.1 Rakenteen muoto- ja mittatarkkuus

- .1 Sillan, jossa on teräsrakenteita, on valmiina täytettävä SYL 1:n kohdassa 1.2 asetetut sillan yleiset mitta- ja muototarkkuusvaatimukset.
- .2 Ellei suunnitelmassa ole asetettu muita tarkkuusvaatimuksia, ovat asennetun teräsrakenteen mitta- ja muotopoikkeamien hyväksymis- ja hylkäysrajat taulukon 3 mukaiset.

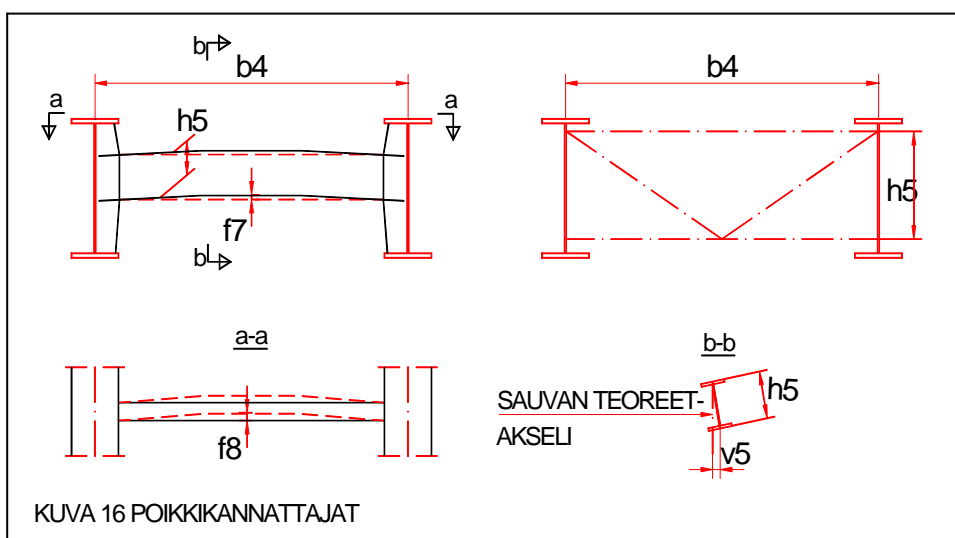
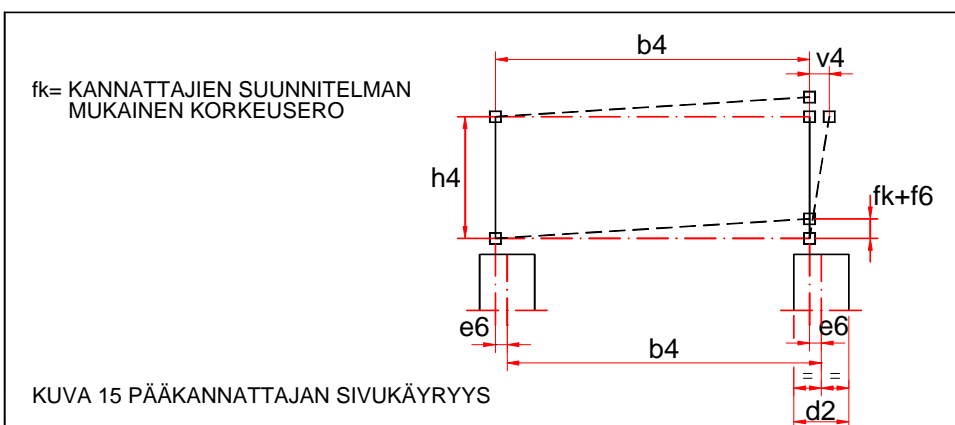
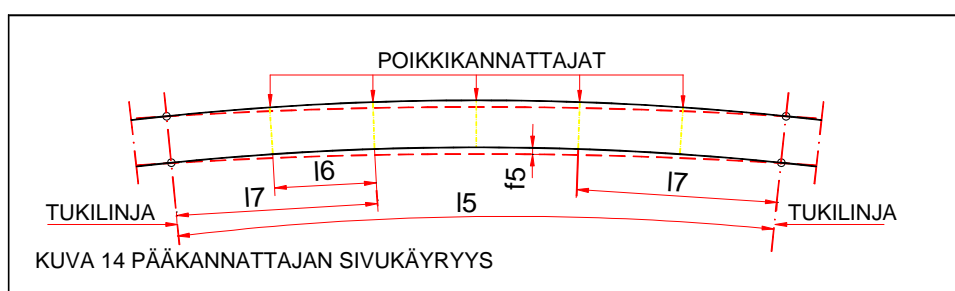
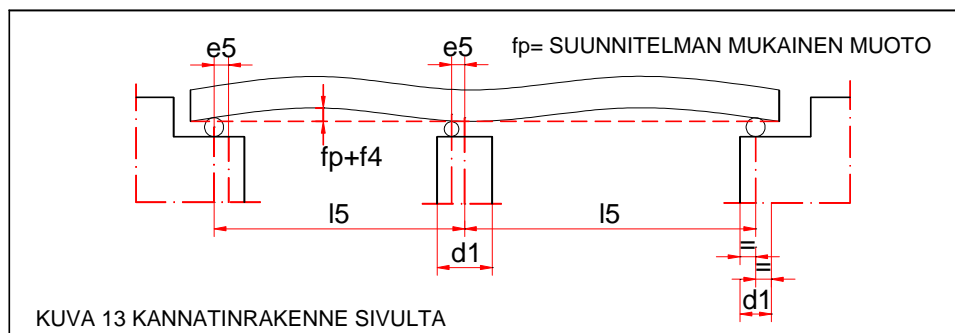
Taulukko 3.Valmiin rakenteen mittapoikkeamien hyväksymis- ja hylkäysrajat

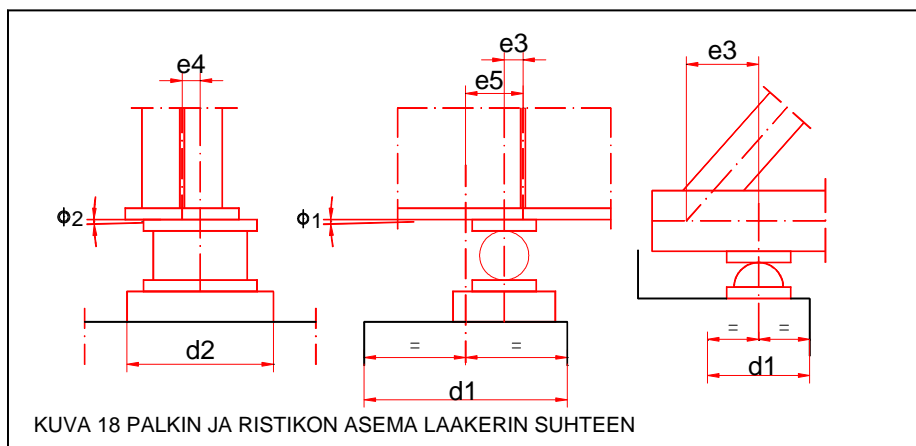
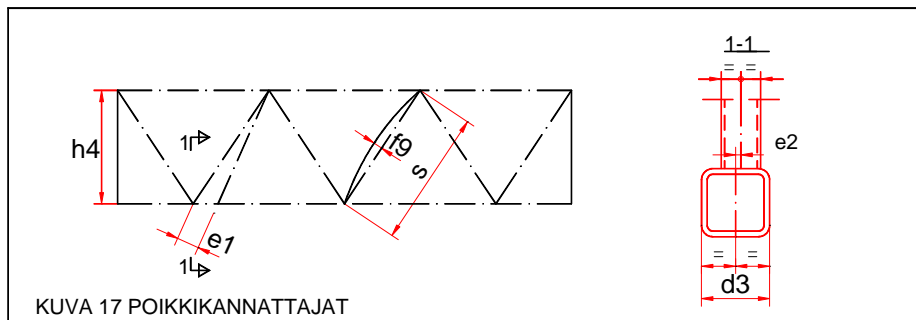
Mitattava asia	Tun- nus	Ku- va	Mit- ta- pi- tuus	Suhteellinen poikkeama, % 1)		pienin poikkeama, mm 1)		Huom
				Hyv. raja	Hylk. raja	Hyv. raja	Hylk. raja	
Pääkannattajat:								
- jännemitat	yl5	13	l5	∇0.1	∇0.2	+60/-30	+120/-60	2)
- rakennekorkeus	yh4	15	h4	∇0.25	∇0.5	∇4	∇8	3)
- muoto pystysuunnassa								
- jätteen keskellä	f4	13	l5	+0.1/-0.05	+0.2/-0.1	+20/-10	+40/-20	
- neljäsosa pisteissä	f4	13	l5	+0.07/ - 0.04	+0.14/-0.07	+15/-7	+30/-15	4)
- sivukäyryys								
- jätteen keskellä	f5	14	l5	0.1	0.2	20	40	
- neljäsosapisteissä	f5	14	l5	0.07	0.14	15	30	
- kallistuma	v4	15	h4	0.5	1.0	2	4	5)
- kannattajien välinen etäisyys	yb4	15	b4	0.2	0.4	4	8	6)
- korkeusero samassa poikkileikkauksessa	f6	15	b4	0.25	0.5	4	8	7)
- laakerin vastinpinnan kaltevuus:								
- sillan suunnassa	yN1	18	N1			5	10	8)
- poikkisuunnassa	yN2	18	N2			5	10	8)
Poikkikannattajat:								
- rakennekorkeus	yh5	16	h5	∇0.25	∇0.5	∇4	∇8	3)
- muoto pystysuunnassa	f7	16	b4	+0.1/-0.1	+0.2/-0.2	+4/-4	+8/-8	
- sivukäyryys	f8	16	b4	0.1	0.2	4	8	9)
- kallistuma	v5	16	h5	0.5	1.0	2	4	5)
- kannattajien välinen etäisyys	yl6	14	l6	∇0.25	∇0.5	∇10	∇20	10)
- asema	yl7	14	l7	∇0.1	∇0.2	∇20	∇40	11)
Sauvarakenteet lisäksi:								
- sauvan akselin käyryys	f9	17	S	0.1	0.2	5	10	12)
- sauvan epäkeskisyyden nurkassa								
- rakenteen tasossa	e1	17				10	20	13)
- rakenteen tasosta	e2	17	d3	2	4	2	4	13)
Asema laakerin suh- teen:								
- sillan suunnassa	e3	18				20	40	14)
- sillan poikkisuunnassa	e4	18				10	20	14)
Sijainti alusrakenteen suhteen:								
- sillan suunnassa	e5	13,18	d1	1.0	2.0	20	40	15)
- sillan poikkisuunnassa	e6	15,18	d2	1.0	2.0	10	20	16)

- 1) Suhteellinen poikkeama tarkoittaa ilmoitettua prosenttiosuutta mittapituudesta. Pienintä poikkeamaa pienempää hyväksymis- tai hylkäysrajan arvoa ei vaadita. Jos suhteelliselle poikkeamalle ei anneta arvoja, pienimmän poikkeaman arvoja käytetään hyväksymis- ja hylkäysrajoina. '+'-merkinen poikkeama tarkoittaa muodosta puhuttaessa poikkeamaa ylöspäin.
- 2) Sillan jännemittojen summalle sovelletaan pisimmän jätteen mukaan laskettua arvoa (tai pienimmän poikkeaman arvoa). Jännemitalla tarkoitetaan teräsrakenteen tukijäykisteiden keskikohtien välistä etäisyyttä.

- 3) Rakennekorkeudella tarkoitetaan kantavan teräsrakenteen rakennekorkeutta tai sauvarakenteilla ns. systeemikorkeutta.
- 4) Muodolla pystysuunnassa ja sivukäyryydellä tarkoitetaan teräksisten pääkannattajien pystysuuntaista ja vaakasuuntaista muotoa. Muoto mitataan aina jänteittäin sillan toteutuneiden tukien asemien suhteen. Poikkeamien hyväksymis- ja hylkäysrajojen arvot muissa pisteissä voidaan tarvittaessa interpoloida parabolisesti.
- 5) Kallistuma mitataan kannattajan teoreettisesta asemasta, joka ei välttämättä ole pystyasento.
- 6) Kannattajien välinen etäisyys mitataan kannattajien ylä- ja alareunalla. Jos kannattajia on useampia kuin kaksi, mitataan kaikkien vierekkäisten kannattajien välit sekä äärimmäisten kannattajien väli. Viimeksi mainitussa tapauksessa mittapituutena suhteellista poikkeamaa määrättäessä käytetään äärimmäisten kannattajien välistä teoreettista etäisyyttä.
- 7) Korkeusero tarkoittaa pääkannattajien alapinnoilta mitattujen korkeuksien eroja. Korkeus mitataan aina uuman kohdalta tai sauvarakenteissa alalaipan alapinnan keskilinjalta. Jos kannattajia on useampia kuin kaksi, mitataan kaikkien vierekkäisten kannattajien väliset korkeuserot sekä äärimmäisten kannattajien välinen korkeusero. Viimeksi mainitussa tapauksessa mittapituutena suhteellista poikkeamaa määrättäessä käytetään äärimmäisten kannattajien välistä teoreettista etäisyyttä.
- 8) Poikkeama tarkoittaa pääkannattajan alapinnan kaltevuuspoikkeamaa teoreettisesta, yksikkönä millimetri / metri ($= E/BB$).
- 9) Sivukäyryys tarkoittaa levypalkkirakenteen sivukäyryyttä, jolloin mittapituutena b_4 käytetään pääkannattajien väliä tai kaksinkertaista ulokepituutta. Sauvarakenteisen poikkikannattajan käyryydet käsitellään 'sauvojen akselin käyryytenä'.
- 10) Mittapituutena l_6 käytetään peräkkäisten poikkikannattajien teoreettista etäisyyttä.
- 11) Mittapituus l_7 tarkoittaa teoreettista etäisyyttä lähimmän tuen poikkikannattajasta.
- 12) Mittapituus S on varsinaisen sauvan pituus.
- 13) Epäkeskisyyys tarkoittaa ko. sauvan painopisteakselin kohtisuoraa etäisyyttä kahden muun sauvan painopisteakseliin leikkauspisteestä. Saman nurkan epäkeskisyyksistä suurin on määräävä.
- 14) Etäisyys e_3 mitataan tukijäkisteiden todelliselta painopisteakselilta tai sauvarakenteen todellisesta solmupisteestä.
- 15) Mittapituus d_1 on välituen pilarin sillan suuntainen mitta laakerin kohdalla tai maatuella teoreettisen laakerilinjan ja maatuen rintamuurin etureunan välinen etäisyys kaksinkertaisena.
- 16) Mittapituus d_2 on välituen pilarin tukilinjan suuntainen mitta, jos välituella on erilliset pilarit jokaisen laakerin kohdalla. Jos taas välituella on yksi seinämäinen pilari, mittapituus d_2 on pilarin kokonaisleveys jaettuna laakerien lukumäärällä. Maatuella mittapituus d_2 on puolet vierekkäisten laakerien välisestä tukilinjan suuntaisesta etäisyydestä. Poikkeaman hyväksymisraja on kuitenkin maa- ja välituella aina #40 mm ja hylkäysraja #80 mm.

Sillan alusrakenne tai kansirakenne, (esim. betonielementit) voivat vaatia parempaa tarkkuutta kuin mitä taulukossa on esitetty. Taulukossa 3 esitettyä tiukemmat hyväksymis- ja hylkäysrajat esitetään suunnitelmissa.





- .3 Teräsrakenteen asentajan on mitattava ja raportoitava rakennuttajalle kaikki taulukossa 3 esitetyt mitat kappaleissa .6 - .14 esitetystä laajuudesta.
- .4 Kaikista hyväksymisrajan ylittävistä mittapoikkeamista on tehtävä poikkeama-raportti.
- .5 Mittauspöytäkirjaan kirjataan ainakin nimellismitta, sallitut poikkeamat tai raja-arvot ja mitatut mitat. Jos mitta tarkastetaan useammasta pisteestä, merkitään pöytäkirjaan ainakin kaikki raja-arvon ylittävät mitat tai lähinnä raja-arvoa oleva mitta. Ks. myös SYL 1, kohta 1.4.5.3

Jos rakenteen muodon mittatarkastuksissa tarvitaan ristimittoja, joita ei yleensä ole esitetty suunnitelmissa, niiden arvot lasketaan suunnitelmissa annettujen mittojen perusteella.

- .6 Sillan jännemitat mitataan kunkin pääkannattajan kohdalta. Jännemitta on peräkkäisten tukien tukijäkisteiden painopisteakselin vaakasuora etäisyys pääkannattajaa pitkin mitattuna.
- .7 Pääkannattajien rakennekorkeus mitataan jokaisen poikkikannattajan ja/tai –ristikon kohdalta.
- .8 Pääkannattajan muoto pystysuunnassa tarkastetaan kohdilta, joille suunnitelmassa on annettu korkeustiedot, kuitenkin vähintään kannattajan päistä, keskeltä ja jänteen neljäosasapisteistä.

Muoto tarkistetaan yleensä

- ennen ja jälkeen lohkojen yhteen hitsaamisen,
- sen jälkeen, kun teräsrakenne on asennettu paikoilleen,
- kun rakenne on täysin valmis.

Muoto tarkistetaan kuitenkin aina kaikissa niissä vaiheissa, joihin suunnitelmissa on annettu korkeustiedot.

Mittaukset tehdään kannattajan ylä- tai alalaipan tasossa.

- .9 Pääkannattajien sivukäyryys, välit ja kallistumat tarkastetaan poikkipalkkien ja/tai -ristikoiden kohdilta.

Kannattajien sivukäyryys, välit ja kallistuma tarkastetaan yleensä

- ennen paikoilleen asennusta,
- kun ko. osa rakennetta on koottu lopulliseen muotoonsa,
- teräsrakenteen ollessa lopullisessa asemassaan sekä
- täysin valmiista rakenteesta.

- .10 Pääkannattajien keskinäinen korkeusero mitataan niitä yhdistävien poikkipalkkien ja/tai -ristikoiden kohdilta.

- .11 Poikkikannattajien rakennekorkeus, kallistuma ja kannattajien väliset etäisyydet sekä asemat lähimpiin tukiin nähden mitataan kannattajien molemmista päistä. Jos poikkikannattaja on palkki, muoto pystysuunnassa ja sivukäyryys mitataan kannattajien keskeltä. Jos poikkikannattaja on ristikko, mitataan etäisyydet ja asemat sekä ylä- että alapaarteen tasossa.

- .12 Pääkannattajaristikon, kaaren tai muun sauvarakenteen rakennekorkeus tarkastetaan laakereiden kohdalta, jänteen keskeltä ja neljäsosapisteistä.

- .13 Sauvan akselin käyryys tarkastetaan sauvan ulkopinnalta sauvan keskikohdalta kummankin pääjähäyksensä suunnassa.

- .14 Sauvan epäkeskeisyys nurkassa ja nurkan poikkeama kannatintasosta mitataan jokaisessa ristikon nurkassa.

4.4.2 Koeasennus

4.4.2.1 Yleistä

- .1 Koeasennuksen tarve selvitetään rakenteen valmistus- ja asennussuunnitelmia tehtäessä ellei koeasennusta ole vaadittu tehtäväksi siltasuunnitelmassa.

Jos liitosten sovitustyö asennuksen yhteydessä ei ole aikataulun, vallitsevien olosuhteiden tai muun syyn takia mahdollista taikka tarkoituksenmukaista, kootaan rakenneosat koeasennuksessa rakenteiksi tai yhtenäisiksi rakenneosiksi siten, että asennusosien yhteensopivuus voidaan varmistaa.

Yksinkertaisissa rakenteissa koeasennus voidaan korvata tar-koilla laadunvalvontamittauksilla.

4.4.2.2 Vaatimukset

- .1 Koeasennuksessa rakenne tuetaan jännityksettömään tilaan ellei suunnitel-massa ole annettu mittoja ja muotoa muussa kuormitustilassa.
- .2 Asennusliitosten sovitusta koskevat ja muut yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään valmistus- tai asennussuunnitelmassa.
- .3 Ellei jännityksetöntä tilaa voida järjestää, pitää rakenteen muodonmuutokset määrittää koeasennuksen eri vaiheissa ja ottaa ne mittauksissa ja rakenneosien välisiä liitoksia tehtäessä huomioon.
- .4 Koeasennuksessa asennusliitokset valmistellaan siten, että ne menevät asen-nettaessa työstämättä paikoilleen. Liitoksiin, joissa on liitostavasta johtuvaa väljyyttä tai muuta liikuntavaraa, tulee tehdä kohdistusmerkit oikean asennon varmistamiseksi.

Rakenteen koeasennus voidaan tehdä myös osissa siten, että vain tärkeimmät tai monimutkaisimmat asennusosat koeasen-netaan ja muihin asennusliitoksiin jätetään työvaraa. Esim. ris-tikko- ja kaarikannattimet voidaan koeasentaa vaakatasossa.

4.4.3 Siirrot, kuljetus ja varastointi

4.4.3.1 Yleistä

- .1 Siirrot ja kuljetukset otetaan valmistus- ja asennussuunnitelmissa huomioon. Niihin liitetään tarvittaessa myös rakenneosien varastointia koskevat suunni-telman osat.
- .2 Yleisvaatimus on, että rakenneosien ja rakenteiden laatu ei saa heikentyä siirtojen, kuljetusten tai varastoinnin aikana eikä niitä varten tehtyjen kiinnik-keiden ja tukien vaikutuksesta. Ne eivät saa myöskään heikentää myöhemmin tehtävien työvaiheiden, kuten esimerkiksi pinnoituksen laatutasoa.

Jos suunnitelman mukainen lohkojako on siirtojen ja kuljetuksen kannalta epäedullinen, voi valmistaja tai asentaja esittää siihen muutosta. Sen vaikutus valmistukseen ja asentamiseen tulee selvittää etukäteen.

Pinnoitteen vaurioituminen nostojen, varastoinnin ja kuljetuksen aikana vaikuttaa laatutasoa alentavasti ja kustannuksia lisääväs-ti.

- .3 Valmistajan tai asentajan on selvitettävä, tarvitaanko rakenneosien siirtojen ja kuljetuksen aikaisen vakavuuden varmistamiseksi tai pysyvien

muodonmuutosten estämiseksi lisäjäykisteitä tai muita tukemistoimenpiteitä. Nostolenkkien ja -korvakkeiden tarve on selvitettävä myös. Edellä tarkoitetut rakenteiden yksityiskohtaiset suunnitelmat sisällytetään valmistussuunnitelmaan.

- .4 Pysyvien rakenneosien lisääminen tai muuttaminen käsitellään suunnitelman muutoksena.

Katso SYL 1, kohta 1.1.7.

4.4.3.2 Nostot

- .1 Nostoista ei saa aiheutua rakenteisiin lujuuden kannalta haitallisia jännityksiä eikä sellaisia pysyviä muodonmuutoksia, jotka heikentävät kantokykyä, kestävyyttä, muita käyttöomaisuuksia tai ulkonäköä. Tämä vaatimus on otettava nostokohtia ja -kiinnikkeitä suunniteltaessa sekä nostoapulaitteita käytettäessä huomioon.
- .2 Kiinnikkeiden ja nostolaitteiden varmuustason on oltava työturvallisuutta koskevien viranomaismääräysten ja -ohjeiden mukainen.
- .3 Nostoissa vaikuttavat sysäykset otetaan rasituksia määritettäessä huomioon.
- .4 Nostoissa ei saa käyttää sellaisia tarraimia tai muita apulaitteita, jotka aiheuttavat paikallisia vääntymiä tai pintavikoja. Myös pinnoitteen vaurioituminen pitää rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi.

Rakenteen jännitysten ja muodonmuutosten kannalta varottavia seikkoja ovat mm. hoikkien levypalkkien kiepahtaminen sekä puristusrasitusten syntyminen kaari- ja ristikkorakenteiden hoikkiin vetosauvoihin, jolloin ne helposti nurjahtavat.

Pinnoitettujen rakenneosien käsittelyn kannalta on eduksi, jos nostolenkit ja vastaavat kiinnikkeet kiinnitetään pysyvästi. (Vrt. 4.3.7.4)

4.4.3.3 Rakenneosien tuenta

- .1 Tuentaa suunniteltaessa otetaan huomioon alustan liikkeet sekä kaikki rakenteisiin kohdistuvat kuormat ja muut vaikutukset.
- .2 Rakenteisiin ei saa tehdä rakenne- tai valmistussuunnitelmaan kuulumattomia reikiä tai hitsata kiinnikkeitä. (Vrt. 4.3.7.4)

Korkeat palkit, joilla on kapea ylälaippa (liittopalkit), voivat kuljetuksen ja siirtojen aikana menettää vakavuutensa kiepahdamalla. Tämä voidaan estää siirron aikaisilla lisäjäykisteillä tai lisäämällä puristetun laipan leveyttä, mikä on aina käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

Kuljetuksen aikana rakenteisiin kohdistuu oman painon lisäksi tuulikuorma sekä vaaka- ja pystysuoria hitausvoimia.

4.4.3.4 Suojaaminen

- .1 Siirtojen ja kuljetuksen sekä mahdollisen välivarastoinnin aikana estetään, tarvittaessa suojauksia apuna käyttäen rakenneosien ominaisuuksien huononeminen sään, liikenteen ja muiden haitallisten tekijöiden vaikutuksesta siinä määrin, että niitä ei puhdistus- ja korjaustoimenpiteiden jälkeenkään saada täyttämään kaikkia niille asetettuja vaatimuksia.

Veden kerääntyminen koteloihin ja liitoksiin lisää korroosion vaaraa, ja talvella jää voi halkaista rakenneosia tai aiheuttaa niihin pysyviä muodonmuutoksia.

Kuljetuksen aikana rakenneosat saattavat likaantua mm. pölystä, kurasta, suolasta ja bitumista siten, että kuljetuksen aikainen pinnoite ei sitä kestä tai sitä ei saada niin puhtaaksi, että päälle tuleva pinnoite täyttäisi laatuvaatimukset.

- .2 Kitkaliitokset on suojattava huolellisesti, jotta liitospinnat täyttävät yhteen liitettäessä niille asetetut vaatimukset. Tarpeen vaatiessa on kuljetuksen ja suojaustoimenpiteiden vaikutukset kitkaominaisuuksiin selvitettävä kokeilla. (Vrt. 4.3.5.4)

4.4.4 Asentaminen

4.4.4.1 Yleistä

- .1 Asennustyön johtajan on koulutus pohjan ja kokemuksen perusteella ymmärrettävä asennettavan rakenteen käyttäytyminen eri työvaiheissa asennusmenetelmän edellyttämällä tarkkuudella sekä hallittava työmenetelmät perusteellisesti. (ks. 4.1.7)
- .2 Asennussuunnitelman laatijan on oltava hyvin perehtynyt siltojen asentamiseen sekä asentamisessa käytettävien koneiden ja laitteiden toimintaan. Hänetä tai häntä avustavalta suunnittelijalta, joka tekee asennuksen suunnittelussa mahdollisesti tarvittavan suunnittelun ja lujuuslaskelmat, edellytetään lisäksi kokemusta terässiltojen suunnittelusta.
- .3 Työvoiman pätevyysvaatimukset liittyvät asennusmenetelmän sekä koneiden ja laitteiden käytön hallintaan.
- .4 Hitsaajien pätevyysvaatimukset on määritelty kohdassa 4.3.3.6.4.

4.4.4.2 Asennussuunnitelma ja laatusuunnitelmat

- .1 Asennussuunnitelmassa esitetään sillan osien kokoaminen ja paikoilleen siirtäminen valmiiksi siltarakenteeksi kaikkine siihen liittyvine toimenpiteineen ja selvityksineen. Sen on oltava kirjallinen.

- .2 Asennussuunnitelma toimitetaan tilaajan edustajalle tarkastettavaksi viimeistään viikkoa ennen asennuksen aloittamista.

Tyypikohtaisia asennussuunnitelmia voidaan käyttää hyväksi ja noudattaa sellaisenaankin, jos olosuhteet ja asennusmenetelmän sallivat.

- .3 Asennussuunnitelmaa laadittaessa käsitellään ja otetaan huomioon ainakin
- asennuksen aikaiset olosuhteet siltapaikalla,
 - asennusvaiheisiin liittyvät kuormitustilanteet ja muut vaikutukset,
 - työmaan vaikutusalueella kulkevan liikenteen vaatimukset ja sen aiheuttamat häiriöt,
 - vesioikeuden antaman tai muun rakennusluvan asettamat ehdot,
 - rakenteen ominaisuudet,
 - aikataulu,
 - käytettävissä oleva kalusto ja työvoima sekä
 - työturvallisuus.

Asennustyöhön vaikuttavia olosuhdetietoja ovat mm.:

- luonnonolosuhteet kuten tuulisuus,
- pohjatutkimustulokset,
- tiedot vesistöstä ja vesiliikenteestä,
- vanhat rakenteet,
- alusrakenne- ja maarakennustöiden järjestelyt,
- käytettävissä olevat työmaa-alueet ja
- kulkuyhteydet.

- .4 Suunnitelmaan liittyviä pohjatutkimuksia on täydennettävä tarvittaessa telien tai muiden apurakenteiden kohdilta.
- .5 Asennussuunnitelmassa esitetään piirroksilla ja teksteillä mm. seuraavat asiat kohteen edellyttämällä tarkkuudella ja laajuudessa:
- asennustyön järjestely ja alueen käyttö eri vaiheissa,
 - apurakenteet,
 - asennusosien kokoonpano,
 - siirrot ja niitä koskevat olosuhderajoitukset,
 - asennusliitosten tekeminen ja niihin liittyvät yksityiskohtaiset tekniset työsuunnitelmat,
 - laakerointi ja
 - työn yksityiskohtainen aikataulu.

Asennussuunnitelman perustana voi olla suunnitelmiin liittyvä, rakennesuunnittelijan laatima rakenteen asennustapaehdotus. Se perustuu yleensä tavanomaisiin työmenetelmiin ja asennuskalustoihin. Asennustapaehdotuksessa esitetyt voimat ja siirtymät ovat suuntaa antavia. Asennussuunnitelman laatijan on tarkistettava ne asennuskalustoon sopiviksi vaikka käytettävä asennustapa olisi sama kuin asennustapaehdotuksessa. Asennussuunnitelman laatija voi esittää rakenteen asennettavaksi myös muulla parhaaksi katsomallaan tavalla.

-
- .6 Jos asennussuunnitelma edellyttää suunnitellun rakenteen muuttamista (jako asennusosiin tai rakenteen mittoja tms.), käsitellään tämä suunnitelman muutoksena.
- .7 Asennussuunnitelmaan liitetään sellaiset laskelmat, joilla yhdessä suunnitelmaan liittyvien laskelmien kanssa osoitetaan rakenteiden varmuus sekä määrävät tai mitattavat siirtymät ja muodonmuutokset kaikissa asennusvaiheissa. Kuormituksina käytetään julkaisujen Siltojen kuormat (TIEL 2172072-99) /39/ ja Rakenteiden kuormitusohjeet (RIL 144-1997) /40/ mukaisia kuormia. Rakennuttaja voi tarvittaessa antaa näitä täydentäviä ohjeita.
- .8 Asennettavaan rakenteeseen ja apurakenteisiin kohdistuvat tuulikuormat n lasketaan Rakenteiden kuormitusohjeiden (RIL 144-1997) /40/ mukaan.

Jos tuulen mahdollisesti aiheuttama vahinko rajoittuu pelkästään taloudellisiin menetyksiin, voidaan tuulenpaineena käyttää 75 % em. ohjeen antamista arvoista.

Kestoltaan verraten lyhytaikaisessa siirto- tai asennusvaiheessa voidaan tuulikuormaa laskettaessa käyttää tuulen nopeutena 20...25 m/s edellyttäen, että säätilan muutokset voidaan riittäväällä tarkkuudella ennakoita.

Hyvin lyhytaikaisissa siirroissa saadaan tuulikuorma määrittää vielä pienemmästä nopeudesta, kuitenkin vähintään 15 m/s edellyttäen lisäksi, että rakenne voidaan nopeasti esim. tukea harustamalla tai vahvistaa muulla tavalla suurempaa tuulikuormaa vastaan.

- .9 Asennuksen eri vaiheissa sallitut tuulen nopeudet on merkittävä asennussuunnitelmaan.

Rakenteen pysyvät kuormat sekä poikkileikkausarvot ovat saatavissa joko tilaajan edustajalta tai tämän luvalla suoraan suunnittelijalta. On huomattava, että rakenteen todellinen paino saattaa poiketa teoreettisesti lasketusta arvosta. Asennuspainoissa on tarpeen mukaan otettava huomioon myös telien, muottien ja raudoituksen paino. Näiden paino pitää merkitä asennussuunnitelmaan.

Rakennetta siirrettäessä siihen kohdistuu värinästä ja sysäyksistä aiheutuvia lisärasituksia. Ne otetaan huomioon sysäyskertoimen avulla, jonka tulee olla $\geq 1,1$.

- .10 Apurakenteiden suunnitteluperusteita ovat soveltuvat viranomaisten antamat määräykset ja ohjeet. Suunnitelmat on laadittava niin yksityiskohtaisesti, että apurakenteet voidaan valmistaa asennustyön edellyttämien vaatimusten mukaisesti.
- .11 Jos apurakenteet tulevat vesiväylän, rautatien, tien tai kadun vaikutusalueelle, on niiden suunnitelmat esitettävä ao. viranomaisten tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.

- .12 Suunnitelmat on laadittava kaikista sellaisista apurakenteista, joiden varaan asennettava rakenne tai sen osia tuetaan varastoinnin, siirtojen tai asentamisen aikana. Myös niistä apurakenteista, joiden varaan tuetaan nostoon tai siirtoon käytettäviä koneita tai laitteita, on laadittava suunnitelmat.
Myös penkereet ja muut maarakenteet ovat suunniteltavia apurakenteita.
- .13 Apurakenteiden suunnitelmat käsittävät selvitykset suunnitteluperusteista, rakennepiirustukset, lujuuslaskelmat ja mahdollisesti tarvittavat työselitykset tai vastaavat valmistusohjeet.
- .14 Suunnittelussa noudatetaan soveltuvin osin julkaisua Tukitelineet (RIL 147-1993) /41/ ja sitä täydentävää ohjetta Siltojen tukitelineet 1996 (TIEL 2170009) /42/.

4.4.4.3 Asennuksen laatusuunnitelmat

- .1 Työkohtaisessa laatusuunnitelmassa esitetään mm. työmaan organisaatio, työnjohdolle ja työvoimalle asetettavat pätevyysvaatimukset, työssä ja sen valvonnassa käytettävä erikoiskalusto sekä varautuminen työhön liittyviin riskeihin, poikkeuksellisiin tilanteisiin jne. (Vrt. myös SYL 1:n kohta 1.4.2.)
- .2 Työvaiheen laatusuunnitelmassa esitetään mm. eri asennusvaiheisiin liittyvät
 - rakenteen mittojen muodon, siirtymän ja muodonmuutosten mittaaminen,
 - nosto- ja tukivoimien mittaaminen,
 - asennusliitosten laadunvalvonta,
 - laakerointiin liittyvät mittaukset ja tarkastukset ja
 - viimeistelyyn ja pintakäsittelyyn liittyvät tarkastukset (vrt. 4.5)(Vrt. myös SYL 1:n kohta 1.4.3)

4.4.4.4 Nostot ja siirrot

- .1 Asennukseen liittyviä nostoja ja siirtoja varten tehtävät kiinnikkeet esitetään liitoksineen yksityiskohtaisesti valmistus- tai asennussuunnitelmassa (Vrt. 4.4.3.2). Niitä koskevia rajoituksia on käsitelty myös kohdassa 4.3.7.4.
- .2 Kiinnikkeet poistetaan rakennetta vaurioittamatta, ellei niitä ole suunniteltu pysyviksi.
- .3 Nostoihin ja siirtoihin käytetään vain sellaista kalustoa, jolla työ voidaan hallitusti ja turvallisesti suorittaa.
- .4 Kaluston luotettavuus on tarvittaessa osoitettava lujuuslaskelmin tai muulla luotettavalla tavalla. Sen käyttökelpoisuus on tarkastettava ennen asennustyöhön ryhtymistä. Käyttöohjeiden tulee olla seikkaperäiset.

- .5 Työn aikana on tehtävä kaikki toimintavarmuuden edellyttämät huolto- ja säätötoimenpiteet. Kriittisiä työvaiheita varten on varauduttava varakalustoon tai kaluston korjaamiseen viivytyksettä.

4.4.4.5 Asennusliitokset

- .1 Asennusliitoksia koskevat kohdissa 4.3.3, 4.3.4 ja 4.3.5 sekä suunnitelmassa asetetut vaatimukset.
- .2 Työolosuhteet tehdään tarvittaessa suojauksia ja apulaitteita käyttäen sellaisiksi, että liitosten vaadittu laatutaso voidaan varmuudella saavuttaa ja tarkastuksin luotettavasti todeta.
- .3 Asennukseen liittyvää rakenneosien väliaikaista tuentaa ja kiinnitystä koskevat samat rajoitukset kuin kokoonpanossa. (Vrt. 4.3.7.4)
- .4 Asennusliitoksia tehtäessä varaudutaan asennusosien liikkeisiin.

Asennusosien asennusaikaiset liikkeet voivat aiheutua mm.

- lämpötilan muutoksista tai lämpötilaeroista
- apurakenteiden siirtymistä tai muodonmuutoksista
- nosto- tai siirtolaitteiden liikkeistä tai muodonmuutoksista.

Lämpötilan muuttumisesta aiheutuu pituudenmuutosten lisäksi liitososien välillä kulmanmuutoksia. Rakenneosien epätasainen lämpeneminen aiheuttaa lisäksi kiertymistä. Aurinkoisella säällä saattaa asennusliitosten tekeminen olla vaikeaa, jopa mahdollonta.

Asennushitsejä tehtäessä saattaa esilämmitys olla olosuhteiden takia välttämätöntä, vaikka vastaavat hitsit eivät valmistuspaikalla edellytä sitä. Paarteiden peitelevyjä jatkettaessa voidaan suuret hitsausjännitykset välttää kuumentamalla muuta palkkia jatkoksen kohdalta siten, että sen lämpötilan nousu vastaa peitelevyn jatkohitsin kutistumaa.

- .5 Asennusliitosten tarkastaminen sovitaan työvaiheisiin siten, että mahdolliset korjaukset voidaan tehdä rakenteen laatua heikentämättä.
- .6 Jos asennushitseissä havaitaan virheitä, on virheiden syyt selvitettävä, ennen kuin korjaamiseen ryhdytään

Kitkaliitoksia tehtäessä on tärkeää varmistaa, että liitospinnat ovat liittämishetkellä vaatimusten edellyttämässä kunnossa. Asennustyön yhteydessä saattaa pulteille tulla osien yhteen - pakottamisesta aiheutuvia vetovoimia, jotka pienentävät liitokset kitkaa ja siten heikentävät liitoksen lujuutta. Tämä voidaan välttää valitsemalla asennusjärjestys oikein, sovittamalla liitokset ennakolta huolellisesti sekä järjestämällä väliaikaiset tuet siten, että pakkovoimia ei synny.

4.4.4.6 Viimeistely

- .1 Rakenne ja siltapaikka puhdistetaan asennustyön jäljiltä. (vrt. SYL 1.7)
- .2 Pintakäsittelyn puhdistukselle asettamat vaatimukset esitetään kohdassa 4.5.

4.4.4.7 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Kelpoisuuden osoittamista koskevat vaatimukset on esitetty SYL 1:n kohdassa 1.4.
- .2 Asennetun sillan kelpoisuus osoitetaan tekemällä mittauksia ja silmämääräisiä tarkastuksia sekä vertaamalla tuloksia asetettuihin laatuvaatimuksiin.
- .3 Ennen kelpoisuusmittauksia tarkastetaan, että rakenne on oikein tuettu eikä siihen kohdistu ylimääräisiä kuormia tai muita vaikutuksia. Rakenteen eri osien ja ilman lämpötilat havaitaan ja niiden vaikutus rakenteiden mittoihin määritetään.
- .4 Sillan mitat ja muoto ja muoto tarkastetaan SYL 1:n kohdan 1.2 sekä tämän asiakirjan kohdan 4.4.1 mukaisesti.
- .5 Teräsrakenteen mitat ja muoto tarkastetaan ennen kansirakenteen tekoa.
- .6 Jos mittaustulos ylittää raja-arvon, selvitetään sallittua suuremman poikkeavuuden esiintymisalue ja korjataan rakenneosa hyväksyttävällä tavalla ellei sovita arvovähennysmenettelystä.
- .7 Asennusliitosten kelpoisuuden osoittamista ja laadunvalvontaa koskevat samat vaatimukset kuin muitakin liitoksia. (Vrt. 4.3.3.9, 4.3.4.6, 4.3.5.7 ja 4.3.6.4)
- .8 Asennuksen yhteydessä suljettujen koteloiden tiiviys osoitetaan kohdassa 4.3.7.6 asetettujen vaatimusten mukaisesti.
- .9 Ennen laakereiden kiinnijuottamista mitataan sillan tukireaktiot, ellei se ole kannatinrakenteen tukiehtojen takia tarpeetonta tai sillan koon tai muun rakenteen ominaisuuksista johtuvan syyn johdosta mahdotonta. Mittaustulosten perusteella määritetään laakerien oikeat korkeusasemat.

Jos pääkannattajat ovat jatkuvia tai kysymyksessä on vääntöjäykkä kotelo- tai arinarakenne, on tukireaktiot yleensä mitattava.

Mittaustuloksia tulkittaessa on huomattava, että rakenneosien välisillä ja sisäisillä lämpötilaeroilla on vaikutusta tukireaktioihin. Tämän vuoksi mittaus on syytä tehdä silloin, kun lämpötilaerot ovat tasoittuneet, esim. pilvisellä säällä.

- .10 Mittaustulokset esitetään selkeissä ja johdonmukaisissa mittaus- ja tarkastuspöytäkirjoissa sekä yhteenvetoraportissa.

4.5 PINTAKÄSITTELY

4.5.1 Yleistä

4.5.1.1 Soveltaminen

- .1 Tätä yleisen työselityksen kohtaa noudatetaan uusien teräsrakenteiden pintakäsittelyssä sekä kunnossapitokäsittelyissä.
- .2 Tätä yleisen työselityksen kohtaa voidaan soveltaa myös silloin, kun vanhoja teräsrakenteita pintakäsitetään.

Tässä kohdassa on asetettu laatuvaatimuksia sekä annettu työtapaa, laadunvalvontaa ja kelpoisuuden osoittamista koskevia ohjeita: korroosionestomaalaukselle, kuumasinkitykselle ja metalliruisutukselle.

Lisäksi on käsitelty pinnoittamattoman teräspinnan viimeistelyä sekä koteloiden sisäpuolista korroosionestoa.

4.5.1.2 Käsitteet

Edellä kohdassa 4.1.3 ja SYL 1:n kohdassa 1.1.4 esitettyjen käsitteiden lisäksi käytetään SILKO-ohjeessa 1.351 /63/ määritellyjä pintakäsittelyalan käsitteitä.

4.5.1.3 Pinnoitteiden yleiset laatuvaatimukset

- .1 Pinnoitteen korroosionesto- ja muiden ominaisuuksien tulee olla kestäviä. Uusien siltojen pinnoitteessa ei saa olla viiden (5) vuoden kuluttua eikä vanhojen siltojen pinnoitteessa kolmen (3) vuoden kuluttua merkkejä ruostumisesta eikä muitakaan silmin havaittavia vikoja.
- .2 Pinnoitteen on värisävyltään ja muilta ulkonäköön vaikuttavilta ominaisuuksiltaan oltava erityisesti edustavilta pinnoiltaan tasalaatuinen.

Pinnoitteen tasalaatuisuudelle voidaan määritellä laatuvaatimus valmistamalla työn alussa rakenteeseen kuuluva vertailupinta, jonka käsittelystä sovitaan ja johon pinnoitetusta kohteesta tehtyjä havaintoja verrataan.

- .3 Pinnoitteen tulee täyttää suunnitelmassa, jäljempänä tässä yleisessä työselityksessä ja tarkastetussa pintakäsittelytyösuunnitelmassa asetetut paksuusvaatimukset.
- .4 Pinnoitteen tartunnan alustaansa ja eri kerrosten välisen tartunnan on täytettävä pinnoitetyypille asetetut vaatimukset.
- .5 Pinnoitteessa ei saa olla huokosia tai muuta edellä mainitsematonta vikaa, joka heikentää sen korroosionesto-ominaisuuksia.

- .6 Teräsrakenteiden korroosionestossa maaliyhdistelmillä noudatetaan standardisarjan SFS-EN ISO 12944-1...-8 /43...50/ ohjeita, ellei tässä yleisessä työselityksessä tai suunnitelmassa toisin esitetä.

Mekaanisesta tai muusta ulkoisesta vaikutuksesta rakenteen käyttöönoton jälkeen syntynyttä vikaa ei oteta pinnoitteen laatua ja kestävyyttä arvosteltaessa huomioon.

4.5.1.4 Laatusuunnitelmat

- .1 SYL 1:n kohdassa 1.4.2 tarkoitetussa työkohtaisessa (urakan) laatu-suunnitelmassa esitetään pintakäsittelystä ainakin:
- aikataulu
 - työjohdosta, pintakäsittelystä ja laadunvalvonnasta vastaava henkilöstö ja heidän pätevyytensä
 - työssä ja tarkastuksissa käytettävä mittauskalusto ja mittalaitteiden kalibrointi
 - varautuminen työssä esiintyviin riskeihin ja poikkeuksellisiin tilanteisiin
 - korjaustoimenpiteet ja
 - kelpoisuuden osoittaminen.
- .2 SYL 1:n kohdassa 1.4.3 tarkoitetussa työvaiheen laatusuunnitelmassa esitetään ainakin:
- rakenteen jako työ-, tarkastus- ja vertailualueisiin (vrt. liite 3). Suositeltava työalueen koko on 4-8 tunnin aikana suihkupuhdistettava alue. Tarkastusalueen suositeltava koko on noin 100 m². Jokaiselta tarkastusalueelta valitaan vertailualue, jolta vaadittava määrä mittauksia tehdään.
 - työnaikaiset laadunvarmistustoimenpiteet ja laadunvalvontamittaukset työ-, tarkastus- ja vertailualueittain
 - työvaiheen kelpoisuuden osoittaminen. Siihen kuuluu mm.
 - mitattavat ja tarkastettavat asiat ja niihin liittyvät laatuvaatimukset ja hyväksymisrajat
 - tarkastusten ja mittausten laajuus, ajankohta ja mittauskaaviot
 - tarkastus- ja mittausmenetelmät, kalusto ja vastuhenkilö sekä
 - tarkastusten ja mittausten dokumentointi (pöytäkirjamallit).

Työvaiheen laatusuunnitelmaa tehtäessä pintakäsittelytyö kokonaisuudessaan voidaan käsitellä yhtenä työvaiheena.

Pienissä pintakäsittelytyöissä työkohtainen ja työvaiheen laatusuunnitelma voidaan yhdistää yhdeksi pintakäsittelyn laatusuunnitelmaksi.

4.5.2 Pintakäsittelyn työsuunnitelma

4.5.2.1 Suunnitelman muoto ja sisältö

Pintakäsittelyn työsuunnitelma on SYL 1:n kohdassa 1.4.4 ja edellä kohdassa 4.1.5 tarkoitettu erillinen tekninen työsuunnitelma, jossa määritellään pintakäsittelyn vaiheet ja pinnoitustyö ja -aineet.

- .1 Pintakäsittelyn työsuunnitelma toimitetaan tilaajan edustajalle viimeistään viikkoa ennen pintakäsittelyn aloittamista.

Työsuunnitelman perusteena ovat suunnitelmassa ja tässä asiakirjassa esitetyt rakenneosien pintakäsittelyä koskevat vaatimukset ja ohjeet sekä suunnitelmassa määritelty pintakäsittely.

Työsuunnitelmassa voidaan ehdottaa myös jotain muuta kuin suunnitelmassa esitettyä tiehallinnon hyväksymää pintakäsittelyjärjestelmää kohdassa 4.5.2.2 esitetyissä rajoissa.

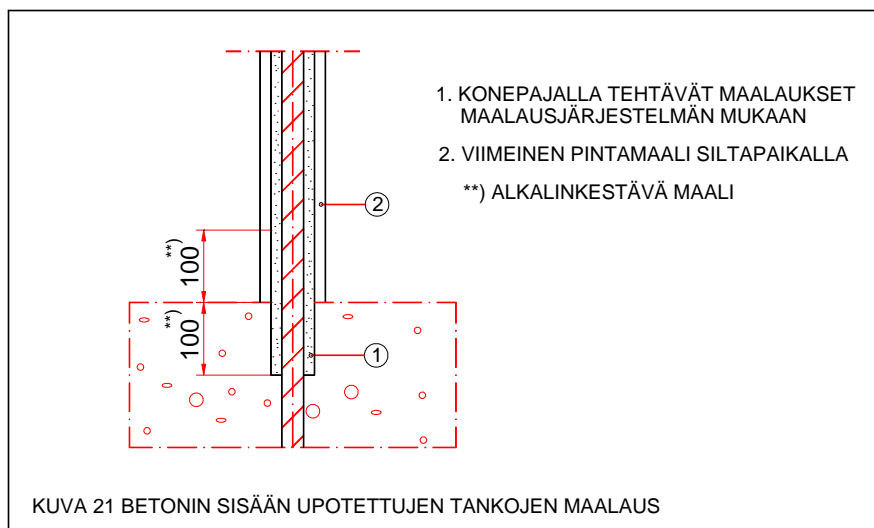
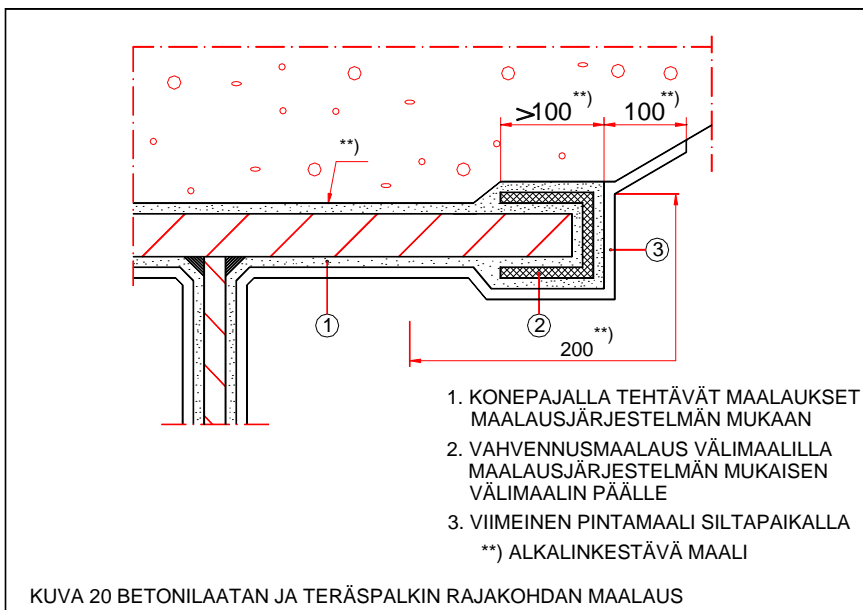
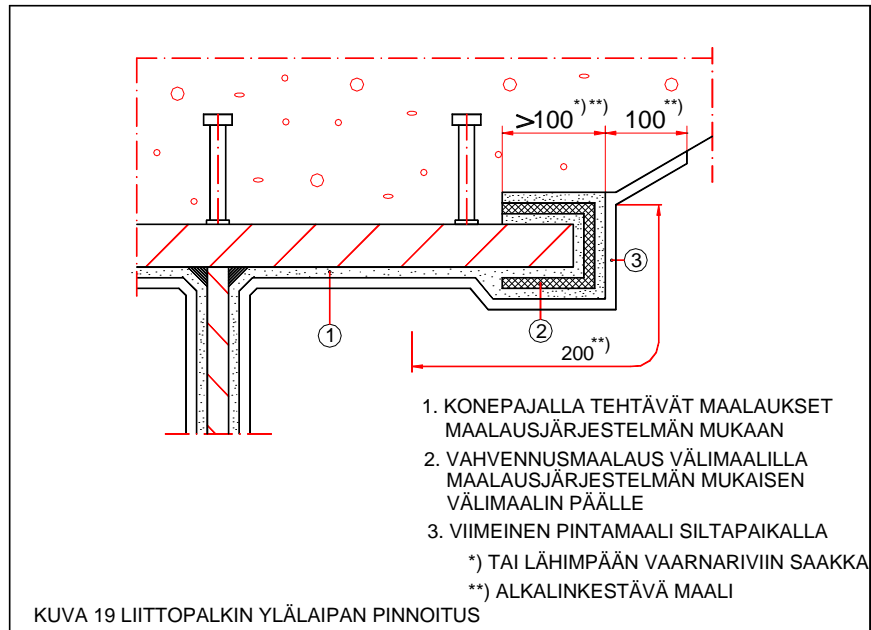
- .2 Poikkeamat suunnitelmassa määritellystä pintakäsittelystä käsitellään suunnitelman muutoksina. Työsuunnitelma toimitetaan tällöin tilaajalle hyväksyttäväksi viimeistään kaksi viikkoa ennen pintakäsittelytöiden aloittamista.
- .3 Työsuunnitelmassa esitetään yksityiskohtaisesti, millä tavalla ja mitä tuotteita käyttäen pintakäsittely toteutetaan. Siinä määritellään yksikäsitteisesti pintakäsittelyjärjestelmä ja sille asetettavat laatuvaatimukset. Tuoteselosteet ja mahdolliset muut tuotteiden koostumusta, ominaisuuksia tai käyttöä koskevat selvitykset liitetään pintakäsittelysuunnitelmaan.
- .4 Pinnan esikäsittelylle asetettavat laatuvaatimukset määritellään yksityiskohtaisesti. Myös kaikki välivaiheisiin liittyvät puhdistus- tai muut toimenpiteet selvitetään.
- .5 Suunnitelmaa laadittaessa tarkistetaan myös, että rakenneosien valmistussuunnitelmassa (vrt. 4.1.5, 4.3.1.1 ja 4.3.3.2) määritelty terästyön laatuaste (SFS 8145 /20/) on pintakäsittelyjärjestelmän kannalta riittävä.
- .6 Työsuunnitelmassa rakenne jaetaan työalueisiin, joiden ohjeellinen koko on 4-8 tunnin aikana käsiteltävä alue. (vrt. liite 2)
- .7 Betonin kanssa kosketuksiin joutuvat teräspinnat on käsiteltävä siten, että pinnoite kestää betonin alkalisuuden aiheuttaman erikoisrasituksen ja että raja-kohtaan ei jää vaikeasti huollettavaa aluetta.
- .8 Liittopalkkisiltojen teräspalkkien ylälaippa pinnoitetaan kuvan 19 mukaan.
- .9 Jos teräsbetonisen kansilaatan ja teräspalkin välillä ei ole liittovaikutusta (vaarvoja), betonia vasten tulevat pinnat käsitellään 20 mukaisesti.

- .10 Myös puukantisten teräspalkkisiltojen ylälaippa maalataan kuvan 20 mukaisesti.
- .11 Betonin sisään menevät tangot ym. teräsosat maalataan kuvassa 21 osoitettulla tavalla.

Alkydimaalit ovat yleisimmät silloissa käytettävät maalit, jotka eivät kestä betonin alkalisuutta eivätkä puun kyllästysaineita.

Pinnoitekerrosten rajakohtien tekeminen on suunniteltava huolella. Sinkkipölymaalin ja teräspinnan välissä ei hyväksytä muita maalikerroksia.

- .12 Korroosionestomaalauksesta esitetään lisäksi ainakin
- teräspintojen sekä tarvittaessa myös maalattujen pintojen esikäsittely (sisältäen pinnan karheuden ja puhallusmateriaalin) mahdollinen konepajapohja mukaan luettuna
 - maalausjärjestelmä tiehallinnon tunnuksin
 - käytettävät tuotteet ja niiden värisävyt kerroksittain (tuoteselosteet ja värikartat liitteiksi)
 - maalikerrokset ja niiden kuivakalvon nimellispaksuudet sallittuine vaihtelurajoineen
 - märkäkalvon paksuudet
 - vahvennusmaalaukset
 - vaikeasti maalattavien kohtien maalaus
 - rakojen ja huokosten kittaus
 - maalauksessa käytettävät laitteet ja työvälineet
 - maalikerrosten rajaukset
 - eri materiaalien välisten saumakohtien pintakäsittely
 - olosuhteille asetettavat vaatimukset
 - kuivumis- ja päällemaalausajat olosuhdetekijät huomioon ottaen
 - paikkamaalausta koskevat ohjeet
 - suorituspaikat ja mahdolliset suojaustoimenpiteet ja -rakenteet
 - ympäristön suojelu ja jätteiden käsittely sekä
 - pintakäsittelijä ja vastaavan työnjohtajan nimi.
- .13 Kuumasinkitys suoritetaan standardin SFS-EN ISO 1461 /51/ mukaisesti ja siitä esitetään lisäksi ainakin
- sinkkikerroksen vaadittu paksuus SYL 4.5.4.1 mukaan
 - esikäsittelyn työvaiheet ja käytettävät aineet
 - sinkin lämpötila ja jäähdystystapa
 - kappaleiden mahdollinen tuenta ja muut toimenpiteet
 - korjaustoimenpiteet sekä
 - käsittelylaitos ja vastaavan työnjohtajan nimi.



- .14 Metalliruiskeutus suoritetaan standardin SFS-EN ISO 22063 /52/ mukaisesti. Siitä esitetään lisäksi ainakin
- alustan esikäsittely
 - ruiskutettavan metallin koostumus ja olomuoto
 - kerrospaksuudet sallittuine vaihtelurajoineen
 - käytettävät työvälineet
 - olosuhteille asetettavat vaatimukset
 - suorituspaikat ja mahdolliset suojaustoimenpiteet ja rakenteet
 - ympäristön suojeleminen ja jätteiden käsittely
 - korjaustoimenpiteet sekä
 - metalliruiskeuttaja ja vastaavan työnjohtajan nimi.
- .15 Jos pintakäsittelyjärjestelmä on muu kuin maalaus, kuumasinkitys tai metalliruiskeutus, mainitaan pintakäsittelysuunnitelmassa mm. aineet, kerrospaksuudet vaihtelurajoineen, pinnoitteen ominaisuudet ja työtapat. Aineita ja työmenetelmiä kuvaavat esitteet liitetään pintakäsittelysuunnitelmaan.

4.5.2.2 Hyväksyttävät siltapinnoitteet

- .1 Siltojen pintakäsittelytyöissä saa käyttää vain hyväksytyjä pinnoitejärjestelmiä.
- .2 Maalausjärjestelmän ja siinä käytettävien tuotteiden tulee olla Tiehallinnon hyväksymiä.
- .3 Suositeltavat ja muut hyväksytyt maalausjärjestelmät on esitetty käyttörajoituksineen liitteessä 1.

Järjestelmät määritellään Tiehallinnon numeroilla (esim. TIEL 4.12). Hyväksytyjen maalausjärjestelmien luetteloa päivitetään käyttökokemusten ja hyväksymistestien tulosten perusteella.

Hyväksytyt maalausjärjestelmät ja niissä käytettävät tuotteet on esitetty SILKO-ohjeessa 3.352 /53/ ja sitä täydentävissä Tiehallinnon kirjeissä.

- .4 Maalituotteiden valmistuksen tulee olla valvottua. Valvonnan tulee perustua yleisesti hyväksyttyyn laadunhallintajärjestelmään ja täyttää tilaajan asettamat vaatimukset.
- .5 Muita hyväksyttäviä pinnoitusmenetelmiä ovat kuumasinkitys ja metalliruiskeutus sinkillä tai alumiinilla tai niiden seoksella.
- .6 Kuumasinkitystä ei saa käyttää, ellei sitä ole otettu rakenteen varmuustarkastelussa huomioon.

Suunnitelmassa voi olla myös kuumasinkityn pinnan maalaimista koskeva vaatimus.

- .7 Muita pinnoitusmenetelmiä koskevia vaatimuksia ja ohjeita on esitetty kohdissa 4.5.6.

4.5.3 Korroosionestomaalaus

4.5.3.1 Maalipinnoitteen yleiset laatuvaatimukset

- .1 Kohdassa 4.5.1.3 esitettyjen pinnoitteiden yleisten laatuvaatimusten lisäksi maalipinnoitteen on täytettävä seuraavat laatuvaatimukset.
- .2 Paikallisen kalvonpaksuuden eli mittausalueiden kalvonpaksuusmittaustulosten keskiarvon pitää jokaisella vertailualueella olla vähintään nimelliskalvonpaksuus, ja keskiarvo saa olla enintään kaksi kertaa nimelliskalvonpaksuus.
- .3 Yksittäisen kalvonpaksuuden mittaustuloksen mittausalueella (kolmen yksittäisen mittaustuloksen keskiarvon) pitää olla vähintään 80 % nimelliskalvonpaksuudesta, ja se saa olla enintään kolminkertainen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna. (Ks. SFS 5873 /61/, kohta 5.2)
- .4 Jos edellisissä kohdissa esitetyt vaatimukset eivät täyty, menetellään seuraavasti:
 - Jos vertailualueelta mitattu paikallinen kalvonpaksuus on alle nimelliskalvonpaksuuden, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan ja nimelliskalvonpaksuuden alittavat alueet kartoitetaan ja korjataan.
 - Jos vertailualueelta mitattu paikallinen kalvonpaksuus on yli kaksinkertainen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan, ylittävät alueet korjataan ja niiden kuntoa seurataan, ellei sovita arvovähennysmenettelystä.
 - Jos vertailualueelta mitatut yksittäiset kalvonpaksuudet ovat yli kolminkertaisia, kyseinen tarkastusalue mitataan kokonaisuudessaan, ja ylittävät alueet kartoitetaan ja korjataan. Tämä korjausvaatimus ei koske kohtia, joissa maalausteknisesti ei ole voitu välttää ylimää räisiä, päällekkäisiä maalikerroksia. Maalikerrosten lukumäärä voidaan varmistaa kiilaauran leikkaavalla menetelmällä (SFS-EN ISO 2808 /65/, menetelmä 5B)
- .5 Maalikalvon paksuus mitataan ja raportoidaan erikseen pohjamaalista ja valmiista pinnoitteesta. Vastaavat mittaukset ja raportointi tehdään myös työmaalla paikkausmaalauksena korjatuista kohdista siten, että saadaan riittävä tieto näiden kohtien kalvonpaksuudesta.

Konepajalla tehdyn maalauksen jälkeen mitattuja kalvonpaksuuksia käytetään hyväksi valmistajan ja asentajan sisäisessä laadunvarmistuksessa.

- .6 Valmiille maalipinnoitteelle standardin SFS-EN 24624 /54/ mukaan tehdyssä vetokokeessa murtumisen on tapahduttava pääosin koheesiomurtumana maalikalvossa. Mitattujen vetokoetulosten keskiarvon on oltava
 - $\geq 2 \text{ N/mm}^2$ alkydi-, sinkkiepoksi/kloorikautsu- ja sinkkisilikaatti-/kloorikautsu-järjestelmille
 - $\geq 3 \text{ N/mm}^2$ sinkkiepoksi/epoksi-, sinkkiepoksi/hartsimodifioituepoksi- ja sinkin päälle maalatuille epoksi/polyuretaani-järjestelmille, sekä

- $\geq 4 \text{ N/mm}^2$ sinkkiepoksi/epoksi/polyuretaani-, sinkkisilikaatti/epoksi-/polyuretaani- ja teräksen päälle maalatuille epoksi/polyuretaani-järjestelmille, ellei tartunnalle ole maalausjärjestelmän hyväksynnän yhteydessä (vrt. liite 1) asetettu muita vaatimuksia.

Pintakäsittely on hylättävä, jos

- irtoaminen tapahtuu kokonaan alustasta ja vetokoetulosten keskiarvo on $\geq 5 \text{ N/mm}^2$.
- vetokoetulosten keskiarvo on pienempi kuin 50 % edellä esitetyistä keskiarvovaatimuksista
- yksittäinen vetokoetulos pienempi kuin 25 % edellä esitetystä keskiarvovaatimuksesta.

Irtoamisen syyt ja vian laajuus on selvitettävä ja heikon tartunnan alueet korjattava uusintamaalauksena.

Niiltä alueilta, jotka eivät täytä vaatimusta, mutta joilta mitatut arvot ovat hylkäysrajoja suuremmat, voidaan periä arvonvähennys.

Taulukko 4. Vaatimukset teräs- ja sinkittyjen pintojen maalipinnoitteiden tartuntavetolujuudelle hyväksyntätesteissä ja kelpoisuusmittauksissa, yhteenveto.

Maalausjärjestelmä	Tartuntavetolujuus SFS-EN 24624 [N/mm^2]			
	Hyväksyntätestit	Kelpoisuusmittaukset siltapaikalla		
		Keskiarvo	Hylkäysraja keskiarvo	Hylkäysraja yksitt. mitaus
TIEL				
3.1; 3.2; 3.3, 4.21, 4.22	≥ 2	≥ 2	< 1	$< 0,5$
4.1; 4.2; 4.20	≥ 3	≥ 3	$< 1,5$	$< 0,75$
3.4; 4.6; 4.8; 4.9; 4.12	≥ 4	≥ 4	< 2	< 1
Muut yhdistelmät	≥ 2	≥ 2	< 1	$< 0,5$

- .7 Tartuntakokeita on tehtävä valmiiksi pinnoitetusta rakenteesta 3 kpl jokaista alkavaa 1000 m² kohti ja vähintään 6 kpl.
- .8 Vetokokeita tehtäessä maalikalvojen on oltava kuivia ja kovettuneita.

Ellei maalityypin ominaisuuksista muuta johdu, pidetään kuukauden kuivumisaikaa optimiolosuhteissa (lämpötila n. 23°C ja suhteellinen kosteus n. 50 %) riittävänä. Jos olosuhteet poikkeavat edellä mainitusta, ilmoittaa maalin valmistaja kokeissa sovellettavan kuivumisajan.

Tartunta alustaan voi heikentyä, jos suihkupuhdistuksessa käytetyt rakeet ovat rasvaisia tai puhallusilmassa on rasvaa. Myös puhallusletkuista irtoava kumi saattaa heikentää tartuntaa.

Maalikerrosten välinen tartunta voi heikentyä, jos rakenneosat on maalattu konepajalla pohja- ja välimaalilla ja ne likaantuvat kuljetuksen aikana tai muissa käsittelyvaiheissa. Eräät maalit (mm. epoksi ja polyuretaani) kovettuvat tartunnan kannalta haitallisesti, jos maalauksen väliaika venyy liian pitkäksi.

Tartunnan riittävyys voidaan todeta menetelmäkokeilla. Valmistuspaikalla työn alussa tehdyillä vetokokeilla voidaan selvittää, onko tartunta alustaan riittävä, ennen kuin koko rakenne esikäsitellään ja maalikerroksia levitetään. Koko pinnoiteyhdistelmälle ennen rakenneosien siirtoa asennuspaikalle tehty koe antaa hyvän vertailupohjan selvittäessä mm. kuljetuksesta aiheutuneen likaantumisen vaikutusta ja puhdistuksen onnistumista.

- .9 Maalatun pinnan laatua arvostellaan silmämääräisesti. Kohteena olevaa pintaa tarkastellaan kohtisuoraan vähintään 2 m:n etäisyydeltä. Valaistuksena on kohteessa vallitseva luonnonvalo tai erikoistapauksissa pintaa vasten kohtisuoraan suunnattu keinovalo.
- .10 Arvosteltavia asioita ovat mm. pinnan värisävy, kiiltoaste, rypistyminen, valuminen, karheus, huokoisuus, kupliminen, halkeilu, tasaisuus ja maalaamattomat alueet. Pinnoitteen kiiltoa ja tasaisuutta arvosteltaessa otetaan pohjan mahdollinen epätasaisuus huomioon.
- .11 Ylälaipan jatkosten paikkamaalaus on tehtävä ennen kansilaatan valua.

4.5.3.2 Esikäsitely

- .1 Esikäsitelyn laatuaste on 05 standardin SFS 8145 /20/ mukaan määriteltynä, ellei maalausjärjestelmä edellytä parempaa. Poikkeamat otetaan huomioon pintakäsittelysuunnitelmaa laadittaessa.
- .2 Esikäsitely tehdään standardin SFS-EN ISO 12944-4 /46/ mukaan.
- .3 Maalattavat pinnat tarkastetaan ennen esikäsitelyä tai sen aikana. Pinnoitteen kannalta haitalliset epätasaisuudet ja terävät säröt poistetaan. Jos ruostumisaste on osittainkin D standardin SFS-ISO 8501-1 /16/ mukaan arvosteltuna, on rakenteiden käyttökelpoisuus selvitettävä ennen pinnoitusta.

Esikäsitelyaste ja esikäsitelyyn kuuluvat toimenpiteet määrittyvät käsiteltävien pintojen ominaisuuksien sekä pinnoitejärjestelmän asettamien vaatimusten perusteella.

- .4 Esikäsitelyaste määritellään ja arvioidaan standardin SFS-ISO 8501-1 /16/ mukaan.
- .5 Konepajapohjakäsittelyä ei siltamateriaaleille tehdä, ellei sitä ole sisällytetty valmistus- tai pintakäsittelysuunnitelmaan.

- .6 Konepajapohjalla käsitellyt pinnat esikäsitellään ennen lopullista pinnoitusta maalausjärjestelmän edellyttämällä tavalla (kts. standardi SFS 8145 /20/).
- .7 Maalattaviksi tulevat kuumasinkityt pinnat esikäsitellään maalausjärjestelmän asettamien vaatimusten mukaisesti.
- .8 Sinkkipölymaaleilla maalatut ja ruiskusinkityt pinnat esikäsitellään samalla tavalla kuin kuumasinkityt, jos niitä ei maalata välimaalilla tai tiivistyslakalla, ennen kuin sinkkisuoloja ehtii muodostua.

Sinkkisuolojen muodostumista tapahtuu haitallisessa määrin ulko-olosuhteissa 2-4 tunnin aikana ja hallituissa sisäolosuhteissa noin yhden työvuoron kuluessa. Siksi vasta kuumasinkitty pinta tulisi maalata niin nopeasti kuumasinkityksen jälkeen, ettei sinkkisuoloja ole ehtinyt muodostua sinkityksen pintaan.

- .9 Jos maalattavalle pinnalle on ehtinyt muodostua sinkkisuoloja, puhdistetaan pinta pyyhkäisysuihkupuhdistuksella standardin SFS-EN ISO 12944-4 /46/ mukaan esikäsitteilyasteeseen ZnSaS (kts. standardi SFS 5873 /61/) ja maalataan tämän jälkeen niin nopeasti, ettei sinkkisuoloja ehdi muodostua.
- .10 Uusia maalikerroksia levitettäessä on maalattavien pintojen oltava puhtaita suolasta ja muusta liasta.
- .11 Suihkupuhdistuksessa käytettävien rakeiden ja puhallusilman puhtaus pitää tutkia ennen työn aloittamista ja tarpeen vaatiessa työn aikana, jotta heikon tartunnan takia tehtävältä uudelleen puhdistamiselta voidaan välttyä.
- .12 Pultti- ja kitkaliitoksissa on öljy tai muu voiteluaine poistettava muttereista ja ruuvien kannoista liuottimella ennen suihkupuhdistusta. Kitkaliitoksissa on kitkapintoja varottava. (Vrt. 4.3.5.6)
- .13 Jos maalattavat pinnat ovat likaantuneet, ne on pestävä ennen seuraavan kerroksen levitystä.

Pinnat kastellaan vedellä ja pestään harjaa sekä tarvittaessa tarkoitukseen ja ympäristöön soveltuvaa (esim. alkalista) pesuainetta käyttäen. Harjauksen jälkeen ne puhdistetaan painepesulla 100-150 baarin paineella noin 0,5 metrin etäisyydeltä ja huuhdellaan lopuksi runsaalla puhtaalla makealla vedellä.

- .14 Pinnan puhtaus tarkastetaan kokeella, jossa pestyä, märkää pintaa pyyhkitään valkoisella nukkaamattomalla kankaalla n. 10 cm:n matkalta. Kokeessa kankaaseen saa tarttua likaa vain vähäisessä määrin. Puhtaus todetaan puhdistamalla pinta uudelleen ja toistamalla pyyhkiminen. Tarkastuskerroilla saatuja tuloksia verrataan keskenään ja puhtaalla pinnalla saatuun koetulokseen sekä arvioituun pinnan puhtautta kankaaseen tarttuneen lian perusteella.

- .15 Maalattavan pinna kokonaissuolapitoisuuden määrittämistä varten tarvittava näyte otetaan Bresle-menetelmällä standardin ISO 8502-6 mukaan. Liukoiset suolat kerätään tutkittavalta pinnalta enne suihkupuhdistusta ionivaihdetulla vedellä ja tarkoitusta varten suunniteltujen, pintaan kiinnitettävien kennojen avulla. Liuos kerätään talteen ja siirretään erilliseen astiaan. Liuoksen kokonaissuolapitoisuus määritetään standardin ISO 8502-9 mukaisella johtokykyyn perustuvalla menetelmällä /62/ tai tutkitaan laboratoriossa. Kokonaissuolapitoisuus saa olla korkeintaan 5 g/cm^2 , ellei pintakäsittelysuunnitelmassa määrätä toisin. Määrittämiä tehdään ensimmäiseltä tarkastusalueelta kolme, minkä jälkeen tehdään tarvittaessa pistokoetarkastuksia. Jos kokonaissuolapitoisuus ylittää ohjearvon, pinnat on pestävä makealla vedellä ja suolapitoisuusmääritys on uusittava.

4.5.3.3 Aineet

- .1 Aineiden toimituksessa ja varastoinnissa noudatetaan standardin SFS-EN ISO 12944-7 /49/ ohjeita.
- .2 Aineet toimitetaan työpaikalle alkuperäispakkauksissa, joissa tulee olla kaikki lakien, asetusten ja muiden viranomaismääräysten mukaiset merkinnät. Merkintöjen tulee olla yhdistettävissä materiaalin valmistajan laadunvalvontaan.
- .3 Maalausjärjestelmän eri kerrosten tulee värisävyltään poiketa selvästi toisistaan valvonnan helpottamiseksi.

Ohuet pintamaalikerrokset saavat kuitenkin olla samanvärisiä

- .4 Tuotteiden tulee varastoinnin aikana säilyttää ominaisuutensa ja niiden on oltava yksikäsitteisesti tunnistettavissa.

Varastoinnissa noudatetaan valmistajan ohjeita.

4.5.3.4 Maalaustyö

- .1 Maalaustyössä on otettava huomioon suunnitelmassa, standardeissa SFS 5873 /61/ ja SFS-EN ISO 12944-7 /49/ ja maalin valmistajan ohjeissa asetetut olosuhteita, maalin lämpötilaa ja työtä koskevat vaatimukset.
- .2 Maali levitetään kerroksiksi, joiden paksuus on pintakäsittelysuunnitelmassa määritellyissä rajoissa.
- .3 Kaikkien kerrosten on annettava kuivua vähintään maalin tuoteselosteessa ilmoitetun päällemaalausajan ennen seuraavan yhtenäisen maalikerroksen levittämistä.
- .4 Vaikeasti maalattavat kohdat, kuten notsikolot, reiät ja ahtaat raot on käsiteltävä kunkin ruiskumaalauskerroksen yhteydessä siveltimellä tai telalla ja siveltimellä sen varmistamiseksi, että myös näissä vaikeasti maalattavissa kohdissa on suunnitelmassa vaadittu kalvonpaksuus. Tämä varmistusmaalaus tehdään märkää-märälle tekniikkaa käyttäen.

- .5 Laippojen reunat, kulmat ja särmät, niitit, ruuvien kannat ja kierteet sekä rei-
kien reunat vahvennusmaalataan ylimääräisellä välimaalikerroksella sivellintä tai
telaa ja sivellintä käyttäen.
- .6 Raot ja pintaan aukeavat, hitsin laatuluokassa sallittavat yksittäiset huokokset,
jotka eivät täyty maalilla, kitataan ilmatiiviisti maaliyhdistelmään soveltuvalla
kitillä.
- .7 Maalaustyön aikana on ilman suhteellisen kosteuden oltava maalin tuoteselos-
teessa esitettyjen vaatimusten mukainen. Maalattavan pinnan lämpötilan on
oltava vähintään 3°C yli kastepisteen.

Kuivumisen ja kovettumisen aikana ylläpidetään, tarvittaessa
suojauksia apuna käyttäen, sellaisia olosuhteita, että maalikal-
von ominaisuudet kehittyvät suotuisasti.

Välineiden, joilla maali levitetään on oltava maalityypille ja maa-
lattavaan kohteeseen sopivia. Niitä pitää käyttää ja huoltaa siten,
että ne pysyvät koko työn ajan moitteettomassa kunnossa. Te-
lan käyttö siltojen maalauksessa ei ole sallittua muualla kuin vai-
keasti maalattavien kohtien vahvennusmaalauksessa silloinkin
maalauks on viimeisteltävä siveltimellä.

Asennushitsien kohdat rakenneosissa jätetään riittävän leveältä
alalta maalaamatta. Maalikerrokset lopetetaan ns. harsorajalla n.
200 mm:n välein. Hitsin railosta ja sen välittömästä läheisyydestä
poistetaan hitsin lämmöstä vahingoittunut maali terveeseen
maalipintaan saakka.

- .8 Korjausmaalauks tehdään SILKO-ohjeen 1.351 /63/ mukaan.

4.5.3.5 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja rapor- tointi

- .1 Työnaikaisissa ja valmiin maalipinnan tarkastuksissa sovelletaan standardia
SFS-EN ISO 12944-7 /49/ laatusuunnitelmissa tarkemmin esitetyllä tavalla.
- .2 Kaikki valmiit työvaiheet tarkastetaan silmämääräisesti. Tarkastuksessa to-
detaan muun muassa :
 - pintojen puhtaus
 - maalattujen pintojen mahdolliset virheet, kuten valumainen, kupliminen,
ryppyntyminen, huokoisuus, kraatterinmuodostus, halkeileminen
 - vaikeiden kohtien, kuten särmien ja ahtaiden kohtien maalautuminen
pintamaalauksesta lisäksi värisävy ja kiiltoaste sekä niiden tasaisuus
- .3 Standardin SFS 5873 /61/ taulukossa 9 on esitetty pintakäsittelyn aikana ja
työn valmistuttua tehtävät mittaukset ja tarkastukset. Taulukossa on esitetty
myös hyväksymisperusteet ja korjaustoimenpiteet.

- .4 Kalvonpaksuuden mittaukset tehdään standardin SFS-EN ISO 2178 /64/ mukaisesti käyttäen hyväksyttäviä mittalaitteita. Mittarit säädetään aina ennen käyttöä mittarin valmistajan sekä standardin SFS-EN ISO 2808 /65/ mukaan käyttämällä likimain mitattavan maalikerroksen paksuista säätöliuskaa ja standardin SFS 5873 /61/ mukaista sileää kalibrintilevyä. Mittauksiin vaikuttavia tekijöitä on selostettu myös standardissa SFS-EN ISO 2064 /66/.

- .5 Kalvonpaksuuden mittausta varten valitaan jokaista edustavan pinnan alkavaa 100 m^2 :n pinta-alaa (tarkastusalue) kohti yksi 10 m^2 :n vertailualue, jolta valitaan 20 mittausaluetta.

Liitteessä 2 on esitetty esimerkki maalattavan pinnan jakamisesta työ-, tarkastus- ja vertailualueisiin.

- .6 Tartuntamittaukset tehdään standardin SFS-EN 24624 /54/ ja laatusuunnitelman mukaisesti.
- .7 Kelpoisuus osoitetaan vertaamalla silmämääräisten tarkastusten ja mittausten tuloksia asetettuihin vaatimuksiin.

Kaikille pinnoille tehdään ennen pohjamaalikerroksen levitystä silmämääräinen tarkastus, jossa todetaan terästyön laatuaste ja pinnan puhtaus. Myös jokaisen maalikerroksen levittämisen jälkeen pinnat tarkastetaan silmämääräisesti. Maalikalvon paksuudet tarkastetaan kerroksittain.

- .8 Kelpoisuusmittaukset tehdään pohjamaalista ja kokonaisesta maalikalvosta sekä erikseen työmaalla tehtävistä paikkamaalauksista. Olosuhdetiedot tarkastetaan työvuoroittain.
- .9 Kaikista tarkastuksista ja mittauksista tehdään pöytäkirja, joka liitetään laatuporttiin.

Pöytäkirjamalleja on esitetty SILKO-ohjeen 1.351 /63/ liitteessä 4.

- .10 Maalipinnoitteen korjausta koskevia vaatimuksia on esitetty kohdassa 4.5.3.1. Katso myös SYL 1:n kohta 1.4.

4.5.4 Kuumasinkitys

4.5.4.1 Sinkkipinnoitteen laatuvaatimukset

- .1 Sinkkikerroksen paksuuden tulee olla taulukon 5 mukainen, ellei suunnitelmassa määrätä toisin.

Taulukon 5 mukaisten paksuusvaatimusten saavuttamiseksi suositellaan, että kuumasinkittävän teräsmateriaalin piipitoisuus on 0.15 - 0.22 %.

Taulukko 5. Tiehallinnon vaatimukset kuumasinkkipinnoitteiden paksuudelle siltarakenteissa.

Teräksen ainesvahvuus	Keskimääräinen kerrospaksuus (minimi) ¹⁾ ;m	Paikallinen kerrospaksuus (minimi) ²⁾ ;m
≥6 mm	100	90
≥3, <6 mm	85	75
≥1.5, <3 mm	60	50

1) Paikallisten kerrospaksuuksien keskiarvo.

2) Paikallisella kerrospaksuudella tarkoitetaan tässä mittausalueen yk
sittäisten mittauslukemien (5 kpl) keskiarvoa. Yksittäiset mittaus- lukema
voivat olla tätä alhaisempia.

- .2 Muuten kuumasinkityksen tulee täyttää standardin SFS-EN ISO 1461 /51/ vaatimukset.
- .3 Näkyviin jäävien (edustavien) pintojen värin on oltava tasainen.
- .4 Pinnoitteen tarttuvuus alustaansa testataan standardin SFS-EN 22063 /52/ mukaisesti.
- .5 Kuumasinkityissä kappaleissa ei saa olla haitallista valumaa, eikä kuona-kerroksia. Sinkityt tuotteet tulee kuljettaa ja varastoida siten, ettei niihin tule haitallisessa määrin ns. valkoruostetta.
- .6 Ruuvien, muttereiden ja muiden liitososien (lingottavien tuotteiden) sinkkikerroksen paksuuden tulee olla standardin SFS-EN ISO 1461 /51/ taulukon 3 mukainen.
- .7 Sinkin maksimilämpötila on kappalekuumasinkityksessä 460 °C ja ruuvien, muttereiden ja muiden liitososien kuumasinkityksessä 570 °C.
- .8 Kuumasinkittyjä rakenneosia ei saa oikoa kuumennusta apuna käyttäen.
- .9 Asennettaessa kuumasinkittyjä teräsosia valettavan betonirakenteen sisään, tulee haitallinen vedyn muodostuminen estää. Vetyreaktion estäminen on esitettävä työsuunnitelmassa.

Vedyn muodostumista betonoinnin yhteydessä voidaan vähentää sinkityn teräsosan riittävän pitkällä ilmastorasituksella, keinovanhentamisella tai pinnoituksella. Myös betonin alhainen vesisementtisuhde vähentää vetyreaktiota.

4.5.4.2 Esikäsittely ennen kuumasinkitystä

- .1 Esikäsittelyssä noudatetaan standardia SFS-EN 12944-4 /46/ soveltuvin osin.
- .2 Sinkittävistä kappaleista poistetaan valssihilse, paksut ruostekerrokset, hitsauskuona ja -roiskeet, öljy, rasva ja muut epäpuhtaudet sekä maali ennen peittausta.
- .3 Terästyön laatuasteen on oltava 05 standardin SFS 8145 /20/ mukaan arvoiteltuna. Teräskappaleiden on oltava metallinpuhtaita ennen kuumasinkitystä.

Kappaleiden soveltuminen kuumasinkitykseen todetaan esikäsittelyn yhteydessä. Hitsien on oltava tiiviitä, ja liitoksissa ei saa olla avoimia rakoja joihin peittausnesteitä voi jäädä eikä sellaisia suljettuja osia tai rakoja, joissa kehittyvä kaasun paine voi aiheuttaa räjähdysten tai haitallisen muodonmuutoksen. Tarvittaessa rakenneosiin tehdään paineen tasaamista ja sinkin valumista varten reikiä rakenteiden suunnittelijan kanssa sovittaviin kohtiin.

4.5.4.3 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Sinkityslaitokselta edellytetään hyväksyttävää laadunvarmistusmenettelyä. Laatua valvotaan sen mukaisesti.
- .2 Kuumasinkitsijän on laadittava sinkityksestä tekninen työsuunnitelma ja laatusuunnitelmat, ellei yrityksellä ole laatujärjestelmää, joka sisältää vastaavat ohjeet (vrt. kohdat 4.5.1.4 ja 4.5.2.1).
- .3 Sinkkikerroksen paksuus mitataan kohdan 4.5.3.5.4 ohjeita soveltaen. Näytteenotto, mittaalueet ja mittausten määrä on esitetty standardissa SFS-EN ISO 1461 /51/.
- .4 Kuumasinkityksestä annetaan todistus tai vastaavat tiedot muulla tavalla kelpoisuuden toteamista varten. Todistuksessa selvitetään mm.:
 - esikäsittelyt
 - peittauksen eri vaiheet ja käytetyt aineet
 - sinkin lämpötila
 - linkous tai muu viimeistely
 - jäähdytystapa
 - sinkkikerroksen paksuuden mittaustulokset
 - muoto- ja mittatarkkuus, jos rakenteen muoto on muuttunut oleellisesti kuumasinkityksessä
 - laatuvaatimusten alitukset ja niiden sijainti ja korjaustapa sekä käsittelylaitos ja laadusta vastaavan henkilön nimi.

Katso myös SYL 1:n kohta 1.4.

4.5.5 Metalliruiskutus

4.5.5.1 Metallipinnoitteen laatuvaatimukset

- .1 Pinnoitetta koskevat vaatimukset ovat standardin SFS-EN 22063 /52/ mukaiset. Pinnoitteen paksuus mitataan standardin SFS-EN ISO 2178 /64/ mukaan. Pinnoitteen tartuntakoe tehdään standardin SFS-EN 22063 /52/ mukaisena naarmutuskokeena.
- .2 Sinkkipinnoitteen tulee olla standardin SFS-EN 22063 /52/ mukaista sinkkiä.
- .3 Pinnoitteen on oltava paksuudeltaan ja tiiviydeltään tasalaatuinen.
- .4 Kohdassa 4.5.3.1 esitettyjä vaatimuksia noudatetaan soveltuvin osin.

4.5.5.2 Esikäsittely

- .1 Esikäsittelyssä noudatetaan standardia SFS-EN 12944-4 /46/ soveltuvin osin.
- .2 Pintojen puhdistusaste on Sa3 standardin SFS-ISO 8501-1 /16/ mukaan.
- .3 Pinnan karheusvaatimus on keskikarhea G standardin SFS-ISO 8503-2 /67/ mukaan arvosteltuna.

4.5.5.3 Ruiskutus

- .1 Metalliruiskutus tehdään standardin SFS-EN 22063 /52/ ja työtä varten laaditun pintakäsittelysuunnitelman mukaisesti (vrt. kohta 4.5.2.1).
- .2 Olosuhteet ruiskutukselle on järjestettävä sellaisiksi, että pinnoite täyttää sille asetetut laatuvaatimukset.
- .3 Ilman suhteellisen kosteuden on oltava alle 70 % ja ilman sekä rakenteen lämpötilan vähintään +5°C.

4.5.5.4 Jälkikäsittely

- .1 Ruiskusinkityt pinnat tiivistetään lakalla ellei pintakäsittelysuunnitelmassa vaadita niiden maalaamista. Lakkaukseen ja maalaukseen käytetään hyväksyttyjä tuotteita.
- .2 Aikaisemmin ruiskusinkityt pinnat pitää esikäsitellä kohdassa 4.5.3.2 vaaditulla tavalla.
- .3 Tiivistys tehdään välittömästi ruiskutuksen jälkeen, ennen kuin pölyyntymistä, likaantumista tai sinkkisuolojen muodostumista ehtii tapahtua.

- .4 Alumiinilla ruiskutetun pinnan jälkikäsitteilyä koskevat vaatimukset määritellään pintakäsittelysuunnitelmassa, ellei niitä ole esitetty suunnitelmassa.

4.5.5.5 Laadunvalvonta, kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .1 Laatua valvotaan kohdan 4.5.1.4 mukaisia laatusuunnitelmia noudattaen.
- .2 Lisäksi noudatetaan soveltuvin osin kohtaa 4.5.3.5.

Katso myös SYL 1:n kohta 1.4.

4.5.6 Muut menetelmät

4.5.6.1 Yleistä

- .1 Muut pinnoitusmenetelmät kuin maalaus, kuumasinkitys ja ruiskusinkitys voivat tulla kysymykseen, jos ne on määrätty rakenne- tai hyväksytyssä pintakäsittelysuunnitelmassa tai ne kuuluvat rakennusaineiden ja tarvikkeiden normaaliin toimitustilaan. Kysymyksessä voi olla myös tilapäissuojaus.

4.5.6.2 Teräspinnat ilman pinnoitetta

- .1 Ne säänkestävästä teräksestä tehdyt rakenteet, joita ei suunnitelmassa ole määrätty maalattavaksi, suihkupuuhdistetaan asteeseen Sa 2½ standardin SFS-ISO 8501-1/16/ mukaan tasaisen värisävyn varmistamiseksi. Betonin valusta ja muista rakentamistoimenpiteistä aiheutuva lika ja muut jäljet poistetaan rakenteen pinnoilta.
- .2 Ruostumattomien ja haponkestävien terästen hitsauksessa käytetään sellaisia hitsauslisäaineita ja teräspinnat käsitellään siten, että korroosiota ei pääse tapahtumaan. Hitsisaumat hiotaan tai peitataan korroosionkestävyyden varmistamiseksi. Esikäsitteilyssä noudatetaan standardia SFS-EN 12944-4 /46/ soveltuvin osin.

4.5.6.3 Tilapäiset korroosionestomenetelmät

- .1 Siltarakenteissa voidaan käyttää rakennuttajan luvalla joko rakennusajaksi tarkoitettuja tai käytön aikana määräajoin uusittavaksi tai vahvistettavaksi suunniteltuja tilapäisiä korroosionestomenetelmiä.

Kalvon muodostavia tilapäisiä korroosionestoaineita ovat mm.

- emulgoivat ruosteenestoaineet
- ruosteenestoöljyt
- ruosteenestonesteet, joista muodostunut kalvo voi olla vahamainen, lakkamainen, öljymäinen tai rasvakalvo
- ruosteenestorasvat sekä
- lämpimänä levitettävät kiinteät ruosteenestoaineet, kuten vaseliinit, vahat ja sulatemuovit.

Levitysmenetelmiä ovat mm.

- ruiskuttaminen
- lastalevitys
- kastaminen
- sively tai harjaaminen ja
- sisäinen täyttö.

Kaasumaisia korroosionestoaineita ovat kaasufaasi-inhibiitit (VPI tai VCI). Ne soveltuvat käytettäväksi kotelomaisissa rakenteissa. Niistä haihtuva kaasusitoutuu metallipinnalle estäen korroosion. Ne voidaan levittää pulveroimalla tai ruiskuttamalla metallipinnalle, tai voidaan käyttää inhibiittejä sisältäviä pusseja tai nauhoja, jotka sijoitetaan rakenteiden sisälle.

Kaasufaasi-inhibiittejä valmistetaan eri tarkoituksiin. Niillä voi olla myös haitallisia ominaisuuksia. Ne saattavat vahingoittaa tiettyjä orgaanisia yhdisteitä kuten maaleja ja lakkoja. Suojattavissa hitsatuissa kappaleissa ei saa olla hitsauskuonaa eikä varsinkaan happamia epäpuhtauksia.

- .2 Tilapäisiä korroosionestomenetelmiä käytettäessä on pintakäsittelysuunnitelman perustuttava aineiden valmistajalta saatuihin käyttöohjeisiin.
- .3 Tilapäisten korroosionestomenetelmien soveltuvuus, huoltokäsittely huomiottaen, osoitetaan koetustodistuksilla tai vastaavilla käyttökelpoisuustodistuksilla sekä aineiden koostumusta ja vaikutustapaa koskevilla selvityksillä.
- .4 Käytetyt aineet sekä työ- ja laadunvarmistusmenetelmät dokumentoidaan.

Aineiden sekä työ- ja laadunvarmistusmenetelmien yksityiskohtainen dokumentointi on huoltokäsittelyjen suunnittelun ja ajoituksen kannalta välttämätöntä.

4.5.6.4 Koteloiden suojaaminen

- .1 Sellaiset kotelot, joita ei voida maalata tavanomaisilla menetelmillä ja joita ei tehdä ilmatiiviiksi, käsitellään ruiskuttamalla sisäpinnoille tarkoitukseen soveltuvia, tilapäisiä korroosionestoaineita taikka käyttämällä kaasufaasi-inhibiittia.
- .2 Suojattavat kotelot on valmistettava suihkupuhdistetuista osista (puhdistusaste vähintään Sa 2 standardin SFS-ISO 8501-1/16/ mukaan) siten, että suojattavat pinnat jäävät puhtaksi. Puhdistusaste riippuu pinnoitukseen käytettävistä tuotteista. Se määritellään pintakäsittelysuunnitelmassa. Suojaus on tehtävä ennen kuin ruostuminen on alkanut.
- .3 Käsittelyreiät suljetaan siten, että ne voidaan työkaluilla avata tarkastusta ja huoltokäsittelyä varten.
- .4 Koteloiden tuuletukseen suunnitelmassa esitettyjä aukkoja ei saa sulkea eikä pienentää.

Kotelomaisissa rakenteissa voidaan korroosionestopinnoite tai muu suojaus korvata tai sen kestävyyttä ja suojaavaa vaikutusta lisätä kuivatusjärjestelyllä, joka pitää suhteellisen kosteuden kriittisen kosteuden alapuolella ($< 40\%$), jolloin korroosiota ei tapahdu tai se on hyvin hidasta.

Hermeettisesti ilmatiiviiksi todettuja (vrt. 4.3.7.6.4) koteluita ei tarvitse suojata.

4.6 KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ B 7 Teräsrakenteet. Ohjeet. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. 1996. Helsinki.
- /2/ SFS-EN 10027-1. 1993. Terästen nimikejärjestelmät. Osa 1: Terästen nimikkeet ja tunnukset. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto. 33 s.
- /3/ SFS-EN 10025. 1994. Kuumavalssatut seostamattomat rakenneteräokset. Tekniset toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 44 s.
- /4/ SFS-EN 10113-1. 1993. Kuumavalssatut hitsattavat heinoraerakenneteräokset. Osa 1: Yleiset toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 25 s.
- /5/ SFS-EN 10113-2. 1993. Kuumavalssatut hitsattavat heinoraerakenneteräokset. Osa 2: Normalisoitujen/normalisointivalssattujen terästen toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 12 s.
- /6/ SFS-EN 10113-3. 1993. Kuumavalssatut hitsattavat heinoraerakenneteräokset. Osa 3: Termomekaanisesti valssattujen terästen toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 12 s.
- /7/ SFS-EN 10155. 1993. Ilmastokorroosiota kestävät rakenneteräokset. Tekniset toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 32 s.
- /8/ Rautaruukin terästuotteet. Suunnittelijan opas. Raabe. 2000.
- /9/ SFS-EN 10164. 1993. Terästuotteet parannetuin paksuussuuntaisin murtokeuhomaominaisuuksin. Tekniset toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 14 s.
- /10/ SFS-EN 10029. 1991. Kuumavalssatut teräolevyt, paksuus 3 mm tai yli. Mitat-, muoto-, ja painotoleranssit. Suomen Standardisoimisliitto. 13 s.
- /11/ SFS-EN 10163-2. 1992. Kuumavalssattujen teräolevyjen, leveden lattojen ja profiilien pinnan laatuvaatimukset toimitustilassa. Osa 2: Levyt ja levedät latat. Suomen Standardisoimisliitto. 9 s.
- /12/ SFS-EN 10160. 1999. Vähintään 6 mm paksujen teräolevytuotteiden ultraäänitarkastus (Heijastusmenetelmät). Suomen Standardisoimisliitto. 17 s.
- /13/ SFS-EN 10204. 1996. Metallivalmisteet. Aineodistukset. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 1+11 s.
- /14/ SFS-EN ISO 898-1. 2000. Kiinnityselinten lujuusominaisuudet. Hiili- ja seostetut teräokset. Osa 1: Ruuvit ja vaarnaruuvit. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 0+4+26 s.
- /15/ SFS-EN 20898-2. 1994. Kiinnityselinten lujuusominaisuudet. Osa 2: Mutterit. Metrinen kierre. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 36. s.
- /16/ SFS ISO 8501-1. 1990. Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla

ja vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden visuaalinen tarkastelu. Osa 1: Teräspintojen ruostumisasteet ja esikäsittelyasteet. Maalaamattomat teräspinnat ja aiemmista maaleista kauttaaltaan puhdistetut teräspinnat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 10 s.

- /17/ SFS-EN ISO 9013. 1996. Hitsaus ja sen lähimenetelmät. Termisesti (happi-/poltтокаasuliekillä) leikattujen pintojen laatuluokat ja mittatoleranssit. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 1+21 s.
- /18/ SFS-EN 25817. 1993. Terästen kaarihitsaus. Hitsiluokat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 21 s.
- /19/ SFS 2379. 1983. Hitsaus. Teräs rakenteiden hitsausliitokset. Hitsiluokat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 13 s.
- /20/ SFS 8145. 2001. Korroosionestomaalaus. Suihkupuhdistettujen ja konepajapohjamaalilla käsiteltyjen teräspintojen mekaanisten esikäsittelyjen laatuasteet. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 16 s.
- /21/ SFS-EN 29692. 1994. Puikko-, metallikaasukaari-, ja kaasuhitsaus. Railomuodot teräksen hitsaukseen. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 18 s.
- /22/ SFS-EN 729-2. 1995. Hitsauksen laatuvaatimukset. Metallisten materiaalien sulahitsaus. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 56 s.
- /23/ SFS-EN 1011-2. 2001. Hitsaus. Metallisten materiaalien hitsaussuositukset. Osa 2: Ferriittisten terästen kaarihitsaus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 114 s.
- /24/ SFS-EN 288-3. 1998. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metallisilla materiaaleille. Osa 3: Terästen kaarihitsauksen menetelmäkokeet. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 14 s.
- /25/ SFS-EN 287-1. 1997. Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Osa 1: Teräkset. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 60 s.
- /26/ SFS-EN 1418. 1998. Hitsaushenkilöstö. Metallisten materiaalien mekani-soitu ja automaattinen sulahitsaus sekä vastushitsaus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /27/ SFS-EN ISO 13916. 1996. Hitsaus. Esikuumennuslämpötilan, välipalkolämpötilan ja ylläpitolämpötilan mittausohjeet. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 7 s.
- /28/ SFS-EN 473. 1993. NDT-henkilöiden pätevänti ja sertifiointi. Yleisperiaatteet. Helsinki. Suomen Standardisointiliitto. 28 s.
- /29/ SFS-EN 970. 1997. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.

- /30/ SFS-EN 1714. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsausliitosten ultraäänitarkastus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 48 s.
- /31/ SFS-EN 1712. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsausliitosten ultraäänitarkastus. Hyväksymisrajat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 18 s.
- /32/ SFS-EN 1713. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsausliitosten ultraäänitarkastus. Hitsausvirheiden tyyppin määrittäminen. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /33/ SFS-EN 1435. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsausliitosten radiografinen kuvaus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 40 s.
- /34/ SFS-EN 12517. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsausliitosten radiografinen kuvaus. Hyväksymisrajat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 1+8 s.
- /35/ SFS-EN 1290. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsien magneettijauhetarkastus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 17 s.
- /36/ SFS-EN 1291. 1998. Hitsien rikkomaton aineenkoetus. Hitsien magneettijauhetarkastus. Hyväksymisrajat. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 10 s.
- /37/ SFS 3898 ISO 273 EN 20273. 1992. Ruuvien vapaareiät. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 3 s.
- /38/ SFS-EN ISO 14555. 1999. Hitsaus. Metallisten materiaalien kaaritapitushitsaus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 105 s.
- /39/ TIEL 2172072-99. Siltojen kuormat.
- /40/ RIL 144-1997. Rakenteiden kuormitusohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Helsinki 1997.
- /41/ RIL 147-1993. Tukitelineet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Helsinki 1993.
- /42/ TIEL 217 0009. Siltojen tukitelineet 1996.
- /43/ SFS-EN ISO 12944-1. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 1: Yleistä. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 16 s.
- /44/ SFS-EN ISO 12944-2. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 2: Ympäristöolosuhteiden luokittelu. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /45/ SFS-EN ISO 12944-3. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 3: Rakenteen suunnitteluun liittyviä näkökohtia. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 30 s.

-
- /46/ SFS-EN ISO 12944-4. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 4: Pintatyypit ja pinnan esikäsittely. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 38 s.
- /47/ SFS-EN ISO 12944-5. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 5: Suojamaaliyhdistelmät. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 59 s.
- /48/ SFS-EN ISO 12944-6. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 6: Laboratoriomenetelmät toimivuuden testaamiseksi. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 26 s.
- /49/ SFS-EN ISO 12944-7. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 7: Maalaustyön toteutus ja valvonta. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /50/ SFS-EN ISO 12944-8. 1998. Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 8: Erittelyjen laatiminen uudisrakenteille ja huoltomaalaukseen. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 16 s.
- /51/ SFS-EN ISO 1461. 1999. Teräs- ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Erittelyt ja koestusmenetelmät. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 1+27 s.
- /52/ SFS-EN 22063. 1994. Metalliset ja muut epäorgaaniset pinnoitteet. Terminen ruiskutus. Sinkki, alumiini ja niiden seokset. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 24 s.
- /53/ SILKO 3.352. Teräsrakenteet. Maalausjärjestelmät. TIEL 2230097
- /54/ SFS-EN 24624. 1993. Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 13 s.
- /55/ SFS-ISO 4628-1. 2001, Maali ja lakat. Yleisen virhetyypin intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu). Osa 1: Yleistä ja merkintäjärjestelmä. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.
- /56/ SFS-ISO 4628-2. 2001, Maali ja lakat. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu). Osa 2: Rakkuloitumisasteen arviointi. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.
- /57/ SFS-ISO 4628-3. 2001, Maali ja lakat. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu). Osa 3: Ruostumisasteen arviointi. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.
- /58/ SFS-ISO 4628-4. 2001, Maali ja lakat. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu). Osa 4: Halkeilemisasteen arviointi. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.
- /59/ SFS-ISO 4628-5. 2001, Maali ja lakat. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu). Osa 5: Hilseilyasteen arviointi. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.

- /60/ SFS-ISO 4628-6. 2001, Maalit ja lakat. Yleisten virhetyyppien intensiteetin, määrän ja koon merkintä (luokittelu). Osa 6: Liituamisasteen arviointi teippi-menetelmällä. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 10 s.
- /61/ SFS 5873. 2000. Metallirakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Käyttösuositus prosessi- ja metalliteollisuudelle. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /62/ Suolapitoisuuden määrittäminen pintakäsiteltäviltä pinnoilta, julkaisu: RTE 1. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT 2000.
- /63/ SILKO 1.351. Teräsrakenteet. Pintakäsittely. TIEL 2230095.
- /64/ SFS-EN ISO 2178. 1995. Metallien pinnoitteet. Magneettisten perusmetallien epämagneettiset pinnoitteet. Paksuuden mittaus. Magneettinen menetelmä. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 11 s.
- /65/ SFS-EN ISO 2808. 1999. Maalit ja lakat. Kalvonpaksuuden määrittäminen. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 41 s.
- /66/ SFS-EN ISO 2064. 2000. Metalliset ja muut epäorgaaniset pinnoitteet. Paksuuden mittauksen käsitteet ja määritelmät. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 0+3+2 s.
- /67/ SFS-EN ISO 8503-2. 1996. Teräspintojen käsittely ennen pinnoitusta maalilla ja vastaavilla tuotteilla. Teräspinnan määrittely. Osa 2: Pintaprofiilin arviointimenetelmä suihkupuuhdistetulle teräkselle. Vertailukappalemenetelmä. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 10 s.

4.7 LIITTEET

- 1 Teräsiltojen maalausjärjestelmät
- 2 Esimerkki työ-, tarkastus- ja vertailualueisiin jakamisesta

TERÄSSILTOJEN MAALAU SJÄRJESTELMÄT

1. SUOSITELTAVAT MAALAU SJÄRJESTELMÄT KÄYTTÖKOhteittain

Rakenneosa	Kaikki rasitusluokat	
	Uudismaalaus, TIEL nro	Huoltomaalaus, TIEL nro
Puu- tai teräsbetonikantinen teräspalkkisilta	4.12 ¹⁾	4.12 ²⁾ , 4.9 ³⁾ tai 3.1 ³⁾⁴⁾⁵⁾
Teräksinen liitto- tai kotelo-palkkisilta	4.12 ¹⁾	4.12 ²⁾ , 4.9 ³⁾ tai 3.1 ³⁾⁴⁾
Teräksinen ristikko-, riippu-, kaari- tai langerpalkkisilta, vanha niitattu rakenne	--	3.1 ³⁾⁴⁾ tai 4.9 ³⁾
Teräksinen riippu- tai vinoköysi-silta, hitsattu rakenne	4.12 ¹⁾	4.12 ²⁾ , 4.9 ³⁾ tai 3.1 ³⁾⁴⁾
Kaide, jos kuuma- tai ruisku-sinkitys ei ole mahdollinen	--	3.4 ²⁾ tai 4.9 ³⁾
Kuumasinkitty pinta, myös kaiteet	4.20 ⁶⁾	4.20 ⁶⁾
Ruiskusinkitty pinta, myös kaiteet	4.20 ⁶⁾ , 4.21 ⁶⁾ tai 4.22 ⁶⁾	4.20 ⁶⁾ , 4.21 ⁶⁾ tai 4.22 ⁶⁾
Laakerit ja liikuntasauma-laitteet	Sillan maalausjärjestelmä	4.5, 4.3 ³⁾ tai 4.9 ³⁾
Kotelorakenteiden sisäpinnat, riippu- ja vinoköysisiltojen pylonien ja ankkurikammioiden sisäpinnat, maahan upotetut rakenteet, sinkittyjen teräs-putkien lisäsuojaus	4.3, 4.4 tai 4.5	4.3, 4.4 tai 4.5

- 1) Korjausmaalaus tehdään alkuperäisen maalausjärjestelmän mukaan.
- 2) Teräsrakenteen ruostumisaste A – C; vanha maali ja ruoste voidaan poistaa kokonaan esikäsitteilyasteeseen Sa2½.
- 3) Teräsrakenteen ruostumisaste C (alkavaa kuopparuostetta); vanhaa maalia ja ruostetta ei voida poistaa, saavutettava esikäsitteilyaste on Sa2.
- 4) Teräsrakenteen ruostumisaste D pinta on syöpynyt kuopparuosteelle); vanhaa maalia ja ruostetta ei voida kokonaan poistaa, esikäsitteilyaste Sa2 on vaikeasti saavutettavissa.
- 5) Palkkien ylälaippoihin PURT 250/3 (ks. SILKO-ohje 2.332).
- 6) Pohjamaalaus tehdään kahdessa vaiheessa maalin valmistajan ohjeiden mukaan:
 - 1) tiivistysmaalaus tehdään ohennetulla maalilla,
 - 2) varsinainen pohjamaalaus tehdään liuotteen haihduttua ohentamattomalla maalilla siten, että vaadittu kalvonpaksuus saavutetaan.

2. HYVÄKSYTYT MAALAU SJÄRJESTELMÄT RASITUSLUOKITTA IN**2.1 Rasitusluokkiin C2 ja C3 soveltuvat maalausjärjestelmät (Ensisijaisesti suositeltavat järjestelmät merkitty vahvennetuilla kirjaimilla)**

MAALAU SJÄR- JESTELMÄ TIEL NRO	MAALITYYPPI	NIMELLISKALVON PAKSUUS ;m
TIEL 3.1	Alkydipohjamaali Alkydipintamaali	2x40 <u>2x40</u> 160
TIEL 3.2	Sinkkiepoksipohja- maali, 2-komp. Kroolikautsupohja- maali Kloorikautsupinta- maali	40 2x60 <u>40</u> 200
TIEL 3.3	Sinkkisilikaattipohja- maali, 2 komp. Tartuntamaali (epoksi-kloorikautsu- tai vinyylimaa li) Kloorikautsupohja- maali Kloorikautsupinta- maali	60 20 60 <u>40</u> 180
TIEL 3.4	Sinkkiepoksipohja- maali, 2-komp. Epoksipohjamaali, 2 komp. Polyuretaanipinta- maali, 2-komp.	40 2x50 <u>40</u> 180
Sopii myös kaiteisiin		

MAALAU SJÄR- JESTELMÄ TIEL NRO	MAALITYYPPI	NIMELLISKALVON PAKSUUS ;m
TIEL 3.5a	Vesiohenteinen pohjamaali	60
	Rautakiillepigmentoitu akryyliväli maali, vesiohenteinen	70
	Akryylipintamaali, vesiohenteinen	<u>2x60</u> 250
TIEL 3.5b	Akryylipohjamaali, vesiohenteinen	3x70
	Akryylipintamaali, vesiohenteinen	<u>40</u> 250
TIEL 3.6	Sinkkisilikaattipohja- maali, 2 komp.	40
	Tartuntamaali	
	Akryyliväli maali	2x60
	Akryylipintamaali	<u>40</u> 200

2.2 Rasitusluokkaan C5 soveltuvat maalausjärjestelmät (Ensisijaisesti suositeltavat järjestelmät merkitty vahvennetuilla kirjaimilla)

MAALAU SJÄR- JESTELMÄ TIEL NRO	MAALITYYPPI	NIMELLISKALVON PAKSUUS :m
TIEL 4.1	Sinkkiepoksipohja- maali, 2-komp.	40
	Epoksipohjamaali, 2-komp.	80
	Epoksipintamaali, 2-komp.	80
		<u>200</u>
TIEL 4.2	Sinkkiepoksipohja- maali, 2-komp.	40
	Hartsimodifioitu epoksimaali, 2-komp.	<u>2x40</u> 200
TIEL 4.3	Epoksipiki- tai epoksi- tervamaali 2-komp.	<u>2x125</u> 250
TIEL 4.4	Hartsimodifioitu epoksipikimaali 2-komp.	<u>2x125</u> 250
TIEL 4.5	Polyuretaaniterva 2-komp.	<u>2x125</u> 250
TIEL 4.6	Sinkkiepoksipohjamaali 2-komp.	40
	Epoksipohjamaali, 2-komp.	50
	Polyuretaanipintamaali, 2-komp.	40
		<u>130</u>
TIEL 4.8	Sinkkiepoksipohja- maali, 2-komp.	40
	Rautakiillepigm. epoksivälimaa li, 2-komp.	2x75
	Polyuretaanipinta- maali, 2-komp.	50
		<u>240</u>

MAALAU SJÄR- JESTELMÄ TIEL NRO	MAALITYYPPI	NIMELLISKALVON PAKSUUS :m
TIEL 4.9	Rautakiille- ja/tai alumiinipigmentoitu epoksipohjamaali, 2-komp.	100
	Rautakiille- ja/tai alumiinipigmentoitu epoksivälimaali, 2 komp.	100
	Polyuretaanipintamaali, 2-komp.	50
		250
TIEL 4.9b	Rautakiillepigmentoitu epoksipohjamaali, 2-komp.	120
	epoksimaali, 2 komp.	100
	Akrylaattimaali, vesiohenteinen	2x50
		320
TIEL 4.10	epoksimaali, 2-komp. Akryylipolyuretaani- pintamaali, 2-komp.	200
		50
		250
TIEL 4.12	Sinkkiepoksipohja- maali, 2-komp.	40
	Rautakiillepigmentoitu, epoksivälimaali, 2-komp.	2x85
	Polyuretaanipintamaali, 2-komp.	2x50
		310
TIEL 4.20	Epoksipohjamaali 2-komp. Polyuretaanipintamaali 2-komp.	2x60
		40
		160
TIEL 4.21	Vinyylipohjamaali 1-komp. Vinyylipintamaali 2-komp.	60
		60
		120
TIEL 4.22	Vinyylilakka 1-komp.	2x60
		120

3. TIEHALLINNON HYVÄKSYMÄT MAALAU SJÄRJESTELMÄT STANDARDIEN SFS-EN ISO 12944-5 JA SFS 4962 MUKAISIN MERKINNÖIN

TIEHALLINNON TUNNUS	SFS-EN ISO 12944-5	SFS 4962 ¹⁾
TIEL 3.1	S1.08²⁾ (AK 160/4-FeSa2 tai FeSt2)	A 160/4-FeSa2 tai FeSt2
TIEL 3.2	S1.20-EPZn(R)/CR²⁾ (EPZn(R)CR 200/4-FeSa2½)	SEKK 200/4-FeSa2½
TIEL 3.3	ESIZn(R)CR 180/4-FeSa2½	SSKK 180/4-FeSa2½
TIEL 3.4	EPZn(R)EPPUR 180/4-FeSa2½	SEEPUR 180/4-FeSa2½
TIEL 3.5	AKAY 250/4-FeSa2½	AAY 250/4-FeSa2½
TIEL 3.6	S1.20-EPZn(R)/AY²⁾ (EPZn(R)AY 200/4-FeSa2½)	SEAY 200/4-FeSa2½
TIEL 4.1	S1.32-EPZn(R)/EP²⁾ (EPZn(R)EP 200/3-FeSa2½)	SEE 200/3-FeSa2½
TIEL 4.2	S1.32-EPZn(R)/EP²⁾ (EPZn(R)EP 200/3-FeSa2½)	SEEH 200/3-FeSa2½
TIEL 4.3	CTE 250/2-FeSa2½	ET 250/2-FeSa2½
TIEL 4.6	EPZn(R)EPPUR 130/3-FeSa2½	SEEPUR 130/3-FeSa2½
TIEL 4.8	S1.35-EPZn(R)/EP/PUR²⁾ (EPZn(R)EPPUR 240/4-FeSa2½)	SEEPUR 240/4-FeSa2½
TIEL 4.9	EPPUR 250/3-FeSa2½	EPUR 250/3-FeSa2½
TIEL 4.9b	EPAY 320/4-FeSa2	EAY 320/4-FeSa2
TIEL 4.10	EPPUR 250/2-FeSa2	EPUR 250/2-FeSa2
TIEL 4.12	EPZn(R)EPPUR 310/5-FeSa2½	SEEPUR 310/5-FeSa2½
TIEL 4.20	EPPUR 160/3-FeZnSaS	EPUR 160/3-FeZnSaS
TIEL 4.21	PVC 120/2-FeZnSaS	V 120/2-ZnSaS
TIEL 4.22	PVC 120/2-FeZnSaS	V 120/2-ZnSaS

¹⁾ Oli käytössä vuoteen 1999 asti.

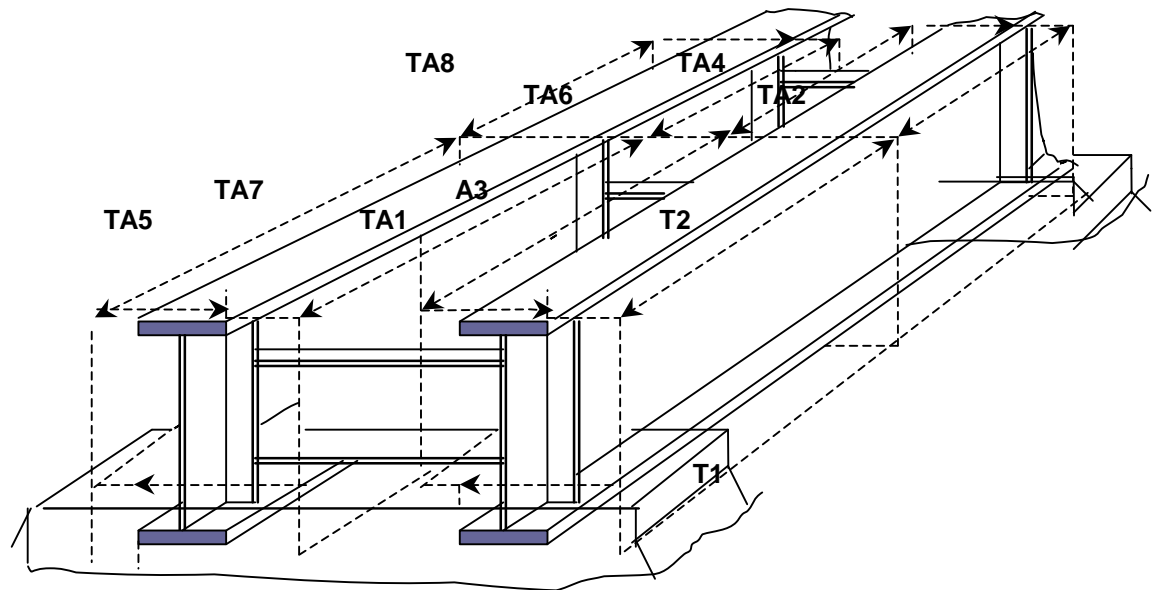
²⁾ Lihavoidut merkinnät ovat standardin SFS-EN ISO 12944-5 mukaisia suojamaaliyhdistelmiä.

ESIMERKKI TYÖ- , TARKASTUS- JA VERTAILUALUEISIIN JAKAMISESTA.

Työkohte

Päämitat: Tukiväli T1 – T2 50 m
Palkin korkeus 1,4 m
Laipan leveys 0,4 m

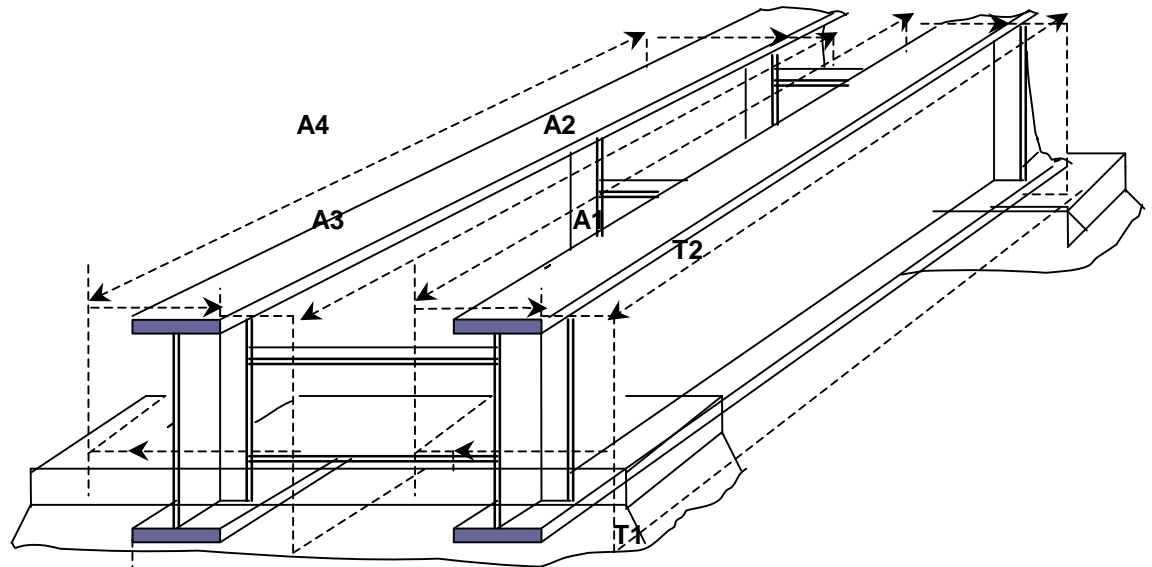
Pinta-ala n. 200 m²/palkki/tukiväli



Työalueet

Piirroksen merkitty katkoviivoilla työalueet TA1 – TA8 tukivälillä T1 – T2. Yksi työalue on neljäsosa pääkannattajan pinta-alasta (n.50 m²). Lisäksi erillinen työalue TA9 on poikkipalkit (3 kpl), jota ei ole merkitty piirrokseen. Työalueita on yhteensä 9 kpl.

Työn aikainen laadunvarmistus tehdään työalueittain ja työvaiheittain. Tulokset merkitään työalueittain pintakäsittelyn seurantaan.



Tarkastusalueet

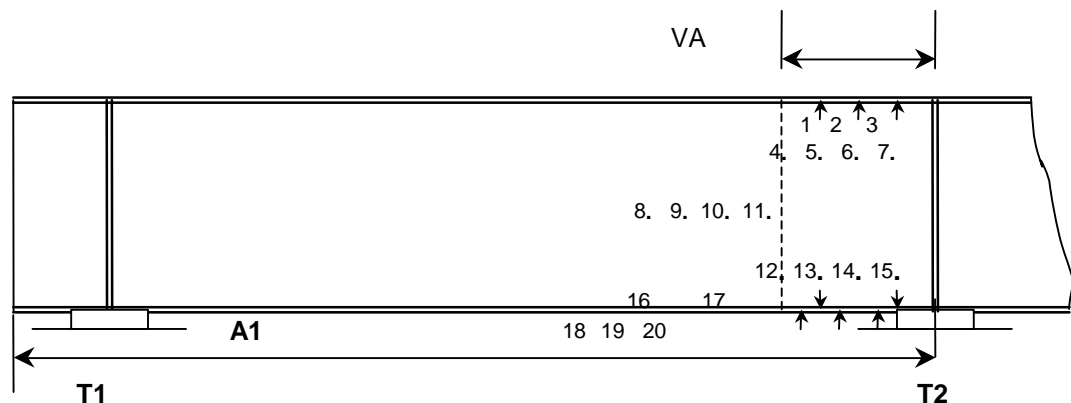
Piirrokseen merkitty tarkastusalueet A1 – A4 tukivälillä T1 – T2. Yksi tarkastusalue koostuu yhdestä tai useammasta työalueesta. Esimerkissä tarkastusalue A1 koostuu työalueista TA1 ja TA2 (vrt. edellinen sivu). Yhden tarkastusalueen koko on täten m^2 . Lisäksi poikkipalkit (3 kpl) muodostavat erillisen tarkastusalueen A5. Tarkastusalueita tukivälillä T1 – T2 on yhteensä 5 kpl. Jokaisella tarkastusalueella tehdään silmämääräinen tarkastus.

n. 100

Vertailualueet

Jokaiselta tarkastusalueelta A1...A5 valituilta vertailualueilta (n. $10 m^2$:n alue $100 m^2$:n pinta-alaa kohden) mitataan maalikalvon paksuus. Maalikalvon tartunta mitataan valmiista maalauksesta yhdeltä satunnaisesti valitulta vertailualueelta jokaista alkavaa 50 vertailualueetta kohti. Valitulta vertailualueelta tehdään 6 mittausta.

Esimerkki vertailualueesta VA tarkastusalueella A1:



Vertailualueelta VA on valittu 20 kalvonpaksuuden mittausaluetta. Mittausalueet numeroidaan kohteittain.