

B.2 Levyjen hitsausliitokset

B.2.1 Hitsilajit: Päittäis- ja pienahitsit

Hitsilajeja on kaksi, pienhitsejä ja päittäishitsejä. Pienahitsillä tarkoitetaan pienarailoon hitsattua hitsiä. Päittäishitsejä ovat kaikki muut hitsit. Pienahitsejä voi esiintyä T-liitoksissa, päällekkäisliitoksissa ja nurkkaliitoksissa. Päittäishitsit esiintyvät tavallisimmin päittäisliitoksissa, T-liitoksissa ja nurkkaliitoksissa.

B.2.2 Liitosmuodot: Päittäisliitos, T-liitos, päällekkäisliitos ja nurkkaliitos

Hitsaus tapahtuu erilaisissa railossa ja asennossa. Railolla tarkoitetaan hitsausta varten valmistettujen osien välinen tila.

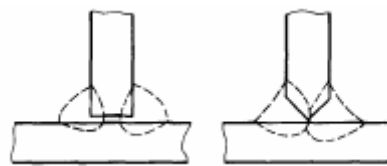
Päittäisliitoksessa osien pinnat ovat hitsin alueella samassa tasossa tai toisiinsa nähden $135^\circ \dots 180^\circ$ kulmassa.



Päittäisliitos

Päittäisliitos voidaan saada aikaan eri railomuodoilla, kuten. I-railo, V-railo, osaviistetty V-railo, puoli V-railo. X-railo tai U-railo.

T-liitoksessa osat muodostavat T-kirjaimen muodon.



T-liitos

T-liitos voidaan saada aikaan eri railomuodoilla, kuten pienarailolla, puoli V-railolla tai K-railolla. T-liitoksessa voi siis olla pienahitsejä tai päittäishitsejä.

Päällekkäisliitoksessa osat ovat päällekkäin ja toisiinsa nähden yhdensuuntaiset ($0^\circ \dots 5^\circ$).



Päällekkäisliitos

Päällekkäisliitos voidaan saada aikaan pienahitseillä.

Nurkkaliitoksessa osien päät kohtaavat toisiinsa niin, että pinnat ovat toisiinsa nähden $30^\circ \dots 135^\circ$ kulmassa.

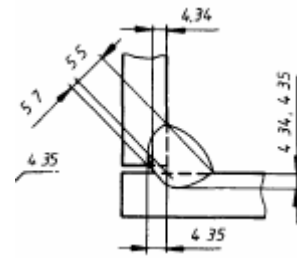


Nurkkaliitos

Nurkkaliitos voidaan saada aikaan eri railomuodoilla, kuten pienarailolla tai puoli V-railolla.

B.2.3 Pienahitsien ominaisuudet

Pienahitsi mitoitetaan a-mitalla (5.5), joka on suunnittelijan määrittämä ideaalisen tasakylkisen pienahitsin korkeus. Joskus käytetään tehollista a-mittaa, johon voidaan sisällyttää osa (juuri) tunkeumaa (5.7).



Hyvän hitsin aikaansaaminen edellyttää, että perusaine on sulanut riittävästi, ts. sulamissyvyys on riittävä.

Sulamissyvyys (4.34) lasketaan perusaineen pinnasta siihen asti johon hitsi on sulanut perusaineeseen. Tällöin hitsin ulkonäöllä, muodolla tai koolla ei ole merkitystä. Sulamissyvyys riippuu hitsauskohtaan tuodusta lämmöstä, joka riippuu hitsausparametreista, kuten kuljetusnopeudesta, hitsausvirrasta, hitsausasennosta jne.

Hitsautumissyvyydellä tarkoitetaan hitsin paksuus mitattuna perusaineen pinnasta.

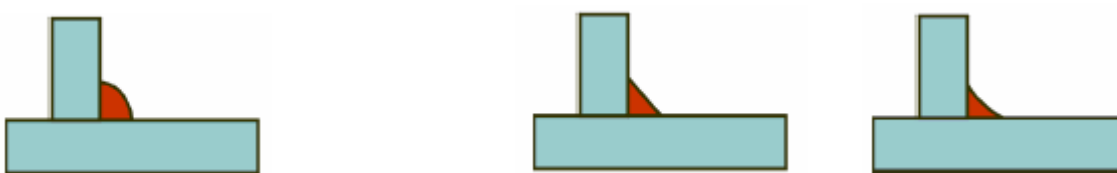
Palkojen lukumäärä pienahitsissä voi vaihdella, esim. aineenpaksuudesta riippuen.

Seostamattomat rakenneteräkset, joissa lujuudella on pieni tai ei ollenkaan merkitystä, voidaan hitsata suhteellisen paksuilla paloilla. Kun lujuudelle asetetut vaatimukset ovat korkeita, on hyvin tärkeitä, että palkokerroksia on useampia.



Pienahitsin voi tehdä yhdellä palolla ... tai useammalla palkokerroksella

Hitsin ulkonäkö tai pinta saattaa myös vaikuttaa hitsausliitoksen lujuuteen. Kupuhiitit voivat aiheuttaa lovia, jotka merkittävästi alentavat lujuutta, erityisesti väsytslujuutta. Suositellaan tasahitsejä tai mieluummin kouruhitsejä. Tällaisten hitsien ylimenokohdissa syntyy yleensä vain pieniä tai olemattomia lovia, jolloin jälkikäsitteilyä ei tarvita esim. hitsin ulkonäön takia.



Pienahitsi voi olla kupuhiitti

...tasahitti

.....tai kouruhitti.

B.2.4 Päittäishitsien ominaisuudet

Päittäishitsiä voidaan saada aikaan monella eri railomuodolla. Valinta riippuu aineenpaksuudesta, perusaineesta jne.

Ohuilla aineenpaksuuksilla käytetään yleensä I-railoa. Kun aineenpaksuus on 4...10 mm voidaan käyttää V-railoja. Suuremmilla aineenpaksuuksilla voidaan käyttää X-railoja. Kun aineenpaksuus on suuri, esim. yli 30 mm, voidaan käyttää U-railoja, usein myös ns. yhdistelmärailona V-railon kanssa.



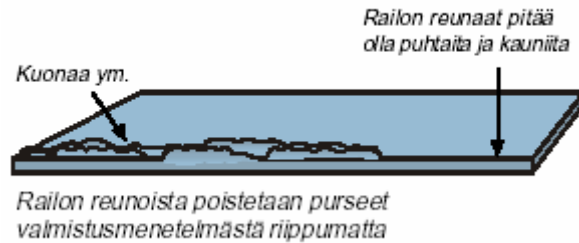
Railon geometria osoittaa, että on taloudellisempaa käyttää X- tai U-railoja kun aineenpaksuus kasvaa.

Railomuotoja esitetään standardisarjassa EN ISO 9692.

Railon valmistus

Railonvalmistus vaihtelee käytettävissä olevan valmistusmenetelmän sekä käyttötarkoituksen mukaan.

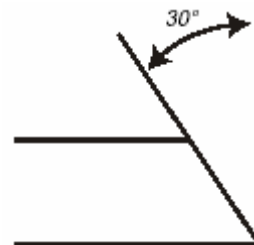
I-railoja valmistetaan tavallisesti leikkaamalla ja poistamalla purseet. Joskus I-railoa voidaan valmistaa katkaisemalla laikalla. Ohutseinämaisille putkille railot voidaan tehdä sahaamalla.



V-railon valmistuksessa polttoleikkaus on käyttökelpoinen menetelmä, varsinkin levytuotteissa. Tällöin pitää varmistaa, että kaikki leikkauskuona poistetaan ja että railonpinnassa mahdollisesti esiintyvät haavat poistetaan. Viistekulmien asetus on tärkeää. Tämän takia on säännöllisin välein tarkistettava polttoleikkauksen kulma-asetukset.

Paksuja putkia voidaan myös polttoleikata, usein erityisillä putkenleikkauksilaitteilla. Jossain tapauksissa sorvataan putkien railot erityisillä putkenraionvalmistuskoneilla.

U-railot sorvataan tai jyrsitään.



Kiinnitä huomiota viistekulmiin. Yleensä viistekulma on 30° , mutta se voi vaihdella.

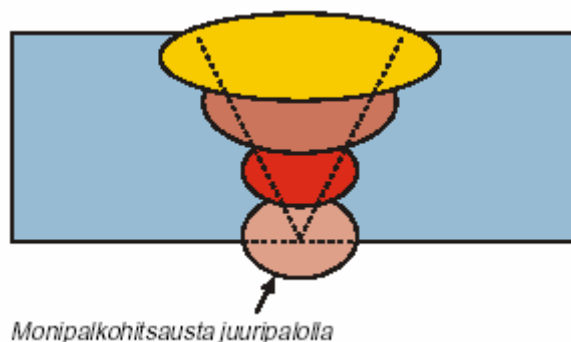
Yksi- ja monipalkohitsit

Ohuita aineenpaksuuksia hitsataan yleensä yhdellä palolla. Kun aineenpaksuus kasvaa lisääntyy palkojen lukumäärä, jolloin mahdollisuus hitsausvirheisiin kasvaa.

Perusaineen koostumus voi myös edellyttää, että hitsaus suoritetaan monipalkohitsauksena, vaikka aineenpaksuus on suhteellisen pieni. Syynä tähän on, että lämmöntuontia halutaan pitää alhaisena.

Monipalkohitsauksessa on palkojen puhdistus tärkeätä, jotta vältetään liitosvirheistä ja kuonasulkeumista.

Jos luoksepäästävyys juuren puolelle on mahdollista, voidaan päittäishitsit hitsata juuripalolla. Tällöin juuri avataan taltaamalla tai hiomalla ja hitsataan juuripalko. Tämä yksinkertaistaa ja halventaa railonvalmistusta.



Monipalkohitsausta juuripalolla

B.2.5 Tyypillinen levyrakenteen esimerkki

Lämminvesivaraajan hitsaus

Jotta saavutetaan tuotteelle asetetut laatuvaatimukset on tärkeää, että sääntöjä ja ohjeita noudatetaan ja tarkastetaan valmistuksen aikana. Valmiin tuotteen jälkitarkastus antaa ainoastaan kuvan tuotteesta, eikä kerro, että laatuvaatimus täyttyy. Tämä pätee erityisesti hitsauksessa.

Standardit

Paineastiavalmistuksessa pätee paineastialaki ja paineastia-asetus sekä sovellettava tuotestandardi.

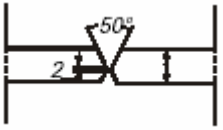
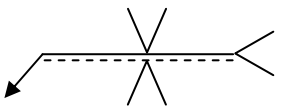
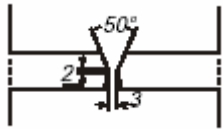
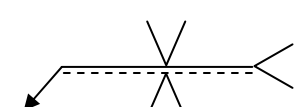
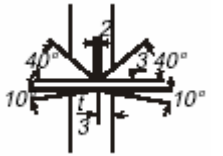
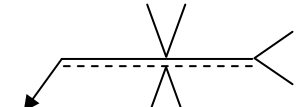
Hitsauksen suoritus

Hitsaussuunnitelmasta ilmenee kaikki tarvittava hitsaustieto. Hitsaussuunnitelmassa esitetyt hitsaustiedot tarkistaa hitsauskoordinoija. Hitsaustiedot valitaan perusaineen, railomuodon ja hitsausasennon mukaan. Annetut hitsaustiedot on oltava lisäainevalmistajan suositusten mukaisia sekä tarvittaessa menetelmäkokeen pätevyysalueella.

Levyssä esiintyviä leikkausjälkiä ja muuta vastaavaa on ensiksi hiottava tasaisiksi. Hionta suoritetaan niin, ettei hiomajälkiä tai muita geometrisia lovia synny.

Valokaaren saa sytyttää vain railopintoja vastaan!

Hitsien muotoilu

Hitsien yksityiskohtainen muotoilu			
Hitsi	Railomuoto	Hitsausmerkki	Huomautus
<i>Puolipallojen levyliitokset</i>			<i>Juuren puoli avataan taltaamalla ja hiotaan.</i>
<i>Lieriön pituushitsit</i>			<i>Juuren puoli avataan, jolloin kaaritaltaus tapahtuu esikuumennuksella 100°C.</i>
<i>Lieriön kehähitsit</i>			<i>Juuren puoli avataan taltaamalla ja hiotaan. Perusaine RAEX 560. Hitsaus ja hiilikaaritaltaus tapahtuu korotetussa työlämpötilassa 100°C.</i>

Silloittaminen, palkojärjestys ja hitsausjärjestys

Silloittamisella tarkoitetaan liitettävien osien kiinnittämistä toisiinsa lyhyillä hitseillä (siltahitseillä) varsinaista hitsausta varten.

Palkojärjestys ilmoittaa missä järjestyksessä palot hitsataan ja antaa hitsille sen ominaisuudet.

Hitsausjärjestys kuvaa keskinäistä järjestystä, jossa hitsit hitsataan. Näin vältetään halkeamia ja muodonmuutoksia. Hitsausjärjestys annetaan piirustuksissa.

Halkeamien ja muodonmuutosten välttämiseksi on levyillä aina oltava mahdollisuus liikkua. Seuraavia ohjeita annetaan:

- a) Hitsaa sisäpuolelta (kiinnitetty alue) vapaisiin reunoihin päin.
- b) Hitsaa mieluummin T-liitoksia kuin päittäisliitoksia.
- c) Putken hitsaus levyyn. Hitsaa toista puolta kolmelle palkokerroksella, ennen kuin toista puolta aloitetaan. Muuten on suuri mahdollisuus, että syntyy juurihalkeamia.

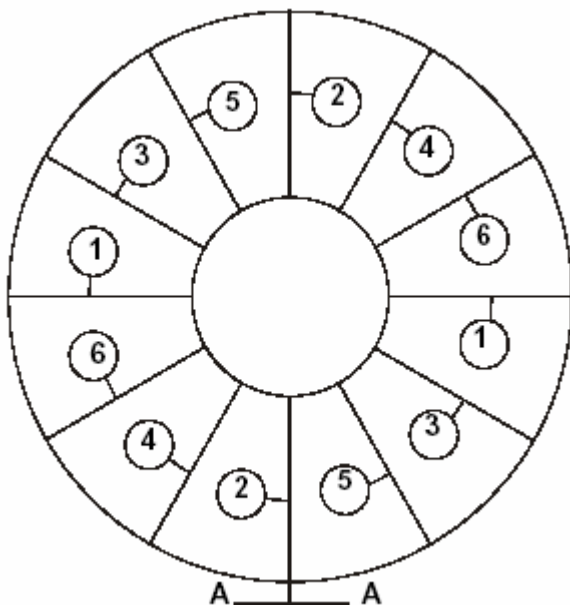
Esimerkki puolipallosta ja lieriöstä

Seuraava esimerkki näyttää teoreettisen hitsausjärjestyksen lämminvesivaraajalle. Se koostuu päätyjen puolipalloista ja lieriömäisestä vaipasta. Levyt on tuotu asennuspaikalle valmiiksi taivutettuina ja valmiilla railoilla.

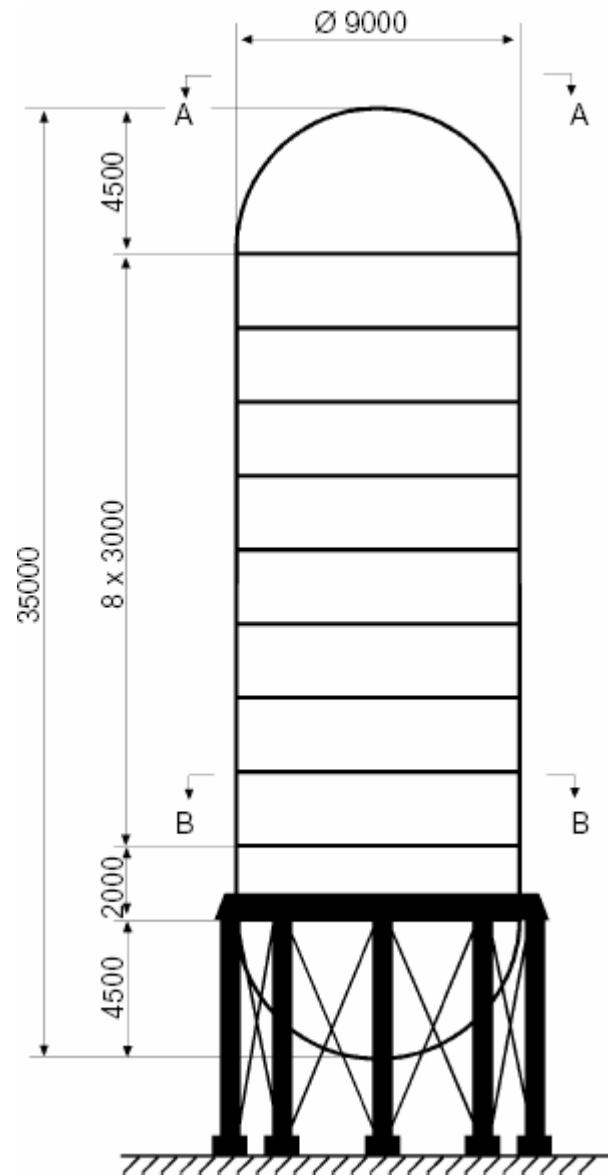
Puolipallojen segmenttilevyt tuodaan tasaiselle alustalle sekä sovitetaan ja silloitetaan hitsaussuunnitelman mukaan.

Poikittaiskutistumisen takia on tarpeellista tehdä ennakkoja kalotin ja ekvaattorin ympärysmitoille. Poikittaiskutistuma arvioidaan hitsissä olevan noin 2 mm, mutta voi tietenkin vaihdella aineenpaksuudesta riippuen. Pituuskutistuma on noin 3 mm liitosta kohti.

Hitsaus suoritetaan hitsaussuunnitelman mukaan ja kuvien 1 ja 3 hitsausjärjestyksen mukaisesti. Pohjapalot hitsataan taka-askelhitsauksena.



Kuva 1. Puolipallon hitsausjärjestys



Kuva 2. Lämminvesivaraaja.



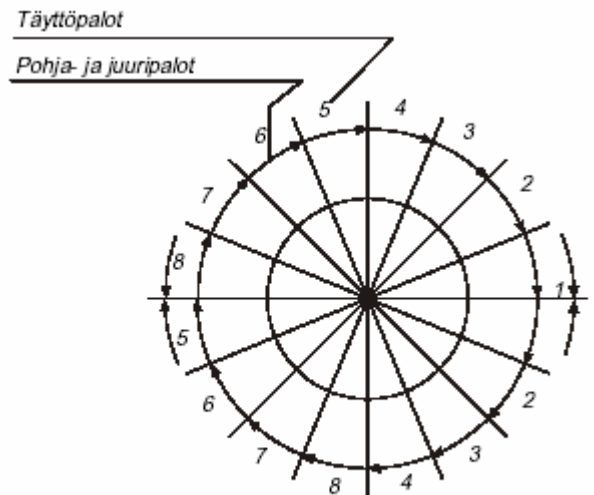
Kuva 3. Taka-askelhitsaus

Kalottia ei soviteta ennen kuin puolipallon kaikki segmenttilevyt on hitsattu. Kalotin hitsauksessa hitsausjärjestys on kuvan 4 mukainen. Pohjapalot hitsataan taka-askelhitsauksena. Täyttö- ja pintapalot hitsataan jatkuvina, mutta hitsaussuunta vaihdetaan kunkin palon jälkeen.

Hitsausta suorittaa kaksi tai useampi hitsaaja yhtä aikaa.

Puolipallo merkitään sekä säädetään ja oikaistaan tarvittaessa.

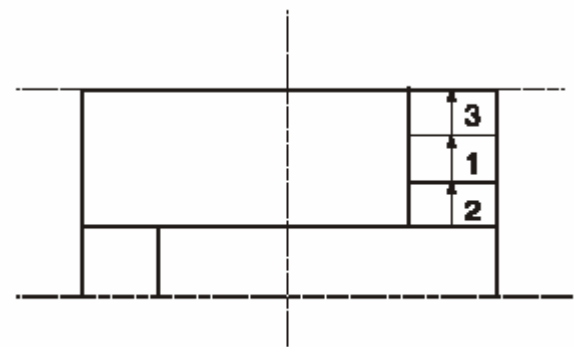
Lieriön puolipalloon liitettävät reunalevyt sovitetaan tarkasti puolipallon reunaan ja silloitetaan ulkopuolelta reunojen kohdalla sekä toisiinsa.



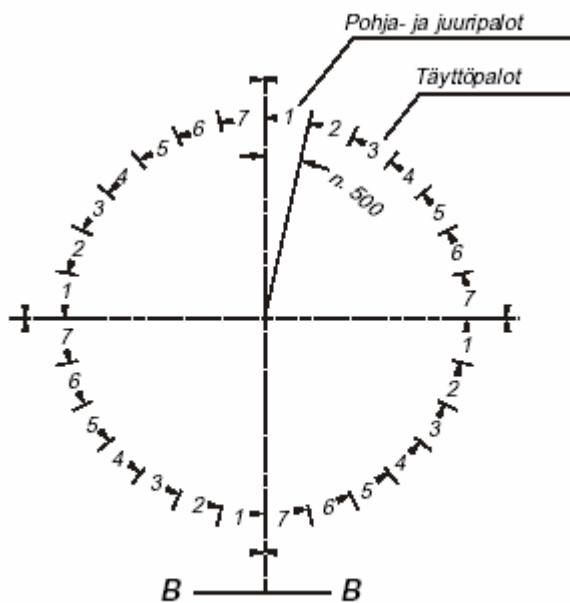
Kuva 4. Puolipallon hitsausjärjestys

Lieriön reunalevyjen pituushitsit hitsataan kuvan 5 mukaisessa järjestyksessä.

Puolipallon ja reunalevyjen kehähitsit hitsataan symmetrisesti neljällä hitsaajalla yhtä aikaa kuvan 6 mukaisesti.



Kuva 5. Lieriön pituushitsien hitsausjärjestys



Kuva 6. Kehähitsien hitsausjärjestys

Pohjapalot ja juuripalot hitsataan taka-askelhitsauksena. Muut hitsit hitsataan jatkuvina, mutta hitsaussuunta vaihdetaan jokaisen palon jälkeen.

Muiden vaippalevyjen hitsaus sekä myös ylemmän puolipallon kehähitsi hitsataan samalla tavalla, jolloin palkojen lukumäärää sovitetaan aineenpaksuuden mukaan.

Yhteenveto

Oikean laatutason saavuttamiseksi tuotteelle on tärkeitä noudattaa annettuja sääntöjä riippuen mm. perusaineen valinnasta, lisäaineen käsittelystä, työlämpötilasta, hitsaussuunnitelmista ja ympäristöstä.