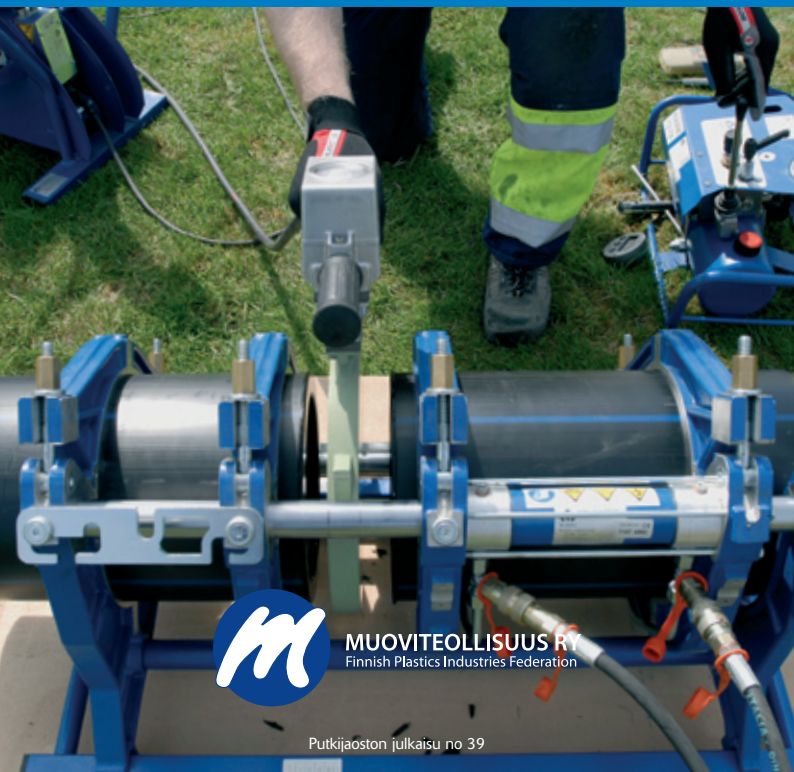


PE-PUTKIEN PUSKUHITSAUS



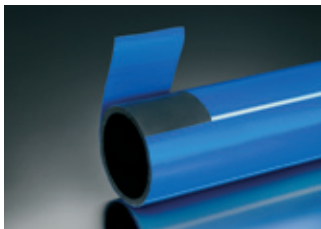
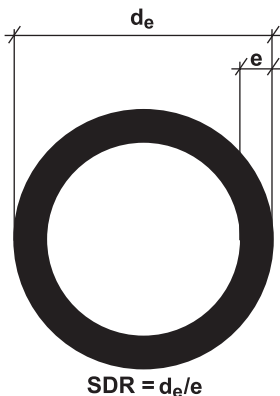
MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

POLYETEENIPUTKET (PE-putket)

PE-putket ja putkiyhteet määritellään standardeissa SFS-EN 12201 (talousvesi), SFS-EN 13244 (paineviemäri ja yleisvesi) tai SFS-EN 1555 (maakaasu) seuraavien ominaisuuksien mukaisesti:

- PE raaka-aineen tyyppi (esim. PE 80, PE 100)
- Ulkohalkaisija (d_e)
- SDR-luokka (ulkohalkaisija/seinämänpaksuus)

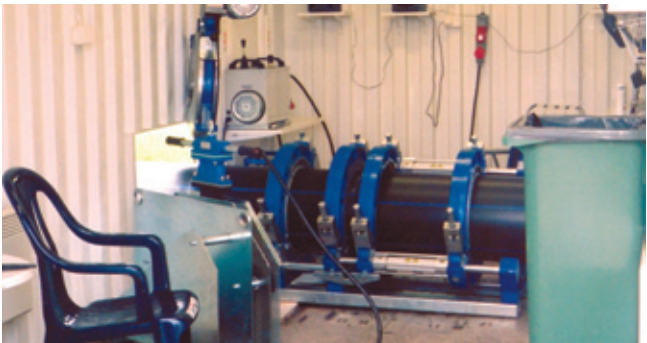
Tavallisimmat muovimateriaalit ovat PE 80 ja PE 100. Tämän julkaisun ohjeet koskevat standardisoituja, massiivisia PE 80 tai PE 100 raaka-aineesta valmistettuja putkia ja putkiyhteitä. Yleisimmät putkien standardinmukaiset SDR-luokat ovat 11, 13,6, 17, 21 ja 26. Markkinoilla on myös suojakuorellisia PE-putkia ja PE-monikerrospotkia. Näiden putkien hitsaaminen voi vaatia valmistajan antamia erityisohjeita.



HITSAUSPAIKAN VALINTA

Hitsauspaikka valitaan huolellisesti. Työskentelypaikan pitää olla kuiva ja niin tilava, että putket pystytään helposti asettamaan hitsauskoneeseen. Huonolla säällä on käytettävä sade- ja tuulisuojaa

Hitsauspaikan tulee sijaita keskeisesti hitsattujen putkien kuljetuksen ja käsittelyn helpottamiseksi.



VASTAANOTTOTARKASTUS JA VARASTOINTI

Tee aina vastaanottotarkastus. Tarkista:

- määrä
- materiaali
- koko
- SDR-luokka
- että tuotteet ovat ehjiä
- että putkien päät on suljettu

Varmista myös että putkissa on Nordic Poly Mark laatumerkki.



Putket varastoidaan puhtaalla ja tasaisella alustalla. Säilytä putket kehikoissaan päät suljettuina. Estä pinottujen putkien kaatuminen. Pinon suurin korkeus on 2,6 m. Myös irralliset putket varastoidaan tasaisella alustalla.



HITSAUSKONEET

Puskuhitsauskonetyyppejä ja -merkkejä on useita. Koneet on tarkoitettu tietyn kokoalueen putkien hitsaamiseen. Päätyypit ovat:

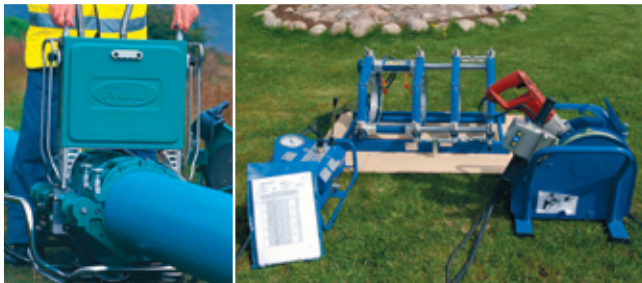
- Käsikäyttöiset hitsauskoneet, joissa hitsaaja tekee tarvittavat työvaiheet valittujen hitsausparametrien mukaisesti
- Automaattiset hitsauskoneet, joissa kone hoitaa kaikki hitsausvaiheet ohjelmoinnin perusteella. Hitsausparametrit tuostuvat paperille tai ne taltioituvat koneen muistiin.

Laitteisto tarkastetaan aina ennen hitsaustyön aloittamista.

Jos hitsauskoneen tarkastuksesta ja viimeisestä puskuhitsaustyöstä on kulunut yli vuosi, tulee hitsaajan ennen työn aloitusta tehdä koehitsaus, jossa tarkastetaan hitsauslaitteiston toimivuus.

Puskuhitsauskoneiden kalibrointiväliksi suositellaan korkeintaan kolme (3) vuotta. Kalibrointidokumenttien tulee seurata koneen mukana.

Hitsauslaitteita voi myös vuokrata putkien valmistajilta tai koneiden vuokrausyrityksiltä.



PUSKUHITSAUKSEN PERIAATE

Puskuhitaus on menetelmä, jossa tasaiseksi höylätyt putkenpäätt liitetään yhteen sulattamalla ja puristamalla ne sen jälkeen paineella yhteen.

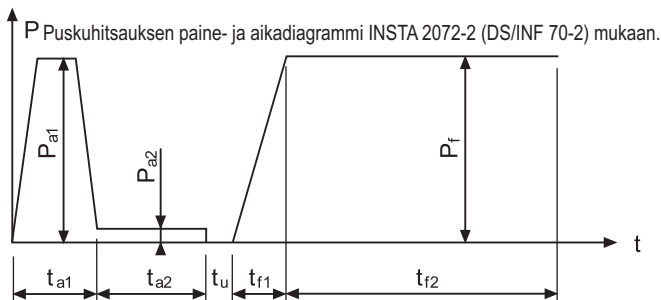


Jotta hitsausliitos saavuttaa vaaditun lujuuden, edellytetään että hitsattavat pinnat ovat puhtaita, hapettumattomia sekä että sulatus ja yhteenpuristus on oikein tehty. Hitsausmenettelyn määrää joukko ns. hitsausparametreja, jotka riippuvat ensisijaisesti putken halkaisijasta ja seinämänpaksuudesta.

Tärkeimmät hitsausparametrit ovat:

1. Lämpölevyn lämpötila
2. Lämmitysaika
3. Sulatuspaine
4. Muutos aika on aika, joka kuluu lämpölevyn poistamiseen ja putkenpäiden yhteenviemiseen
5. Hitsauspaine
6. Hitsaus-/jäähdytysaika

HITSAUSPARAMETRIT



Yllä oleva paine-/aikadiagrammi kuvaa puskuhitsausmenetelmän, jossa suositellaan parametreille seuraavia arvoja:

Hitsausparametrit PE-putkille		Suositteltu arvo
T	Lämpölevyn lämpötila	$220 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
P_{a1}	Sulatuspaine kunnes koko putken ympärille on muodostunut halutun levyinen purse	$0,15 \text{ N/mm}^2 + \text{kitkalisä}$
A	Purseen leveys	$0,5 + 0,1 \times e \text{ [mm]}$
P_{a2}	Sulatuspaine purseen muodostumisen jälkeen	$0-0,1 \text{ N/mm}^2 + \text{kitkalisä}$
t_{a2}	Jälkikuumennusaika kosketuspaineessa	$15 \times e \text{ [s]}$
t_u	Pisin sallittu muutos aika	$3 + 0,01 \times d_e \text{ [s]}$
t_{f1}	Pisin hitsauspaineen nostoaika	$3 + 0,03 \times d_e \text{ [s]}$
P_f	Hitsauspaine	$0,15 \text{ N/mm}^2 + \text{kitkalisä}$
t_{f2}	Jäähdytysaika	$10 + 0,5 \times e \text{ [mm]}$

d_e =putken ulkohalkaisija (mm) ja e = putken seinämänpaksuus (mm)

HITSAUSPARAMETRITAUUKOT

Sulatus- ja hitsauspaineet lasketaan putken poikkipinta-alan perusteella. Näin saadaan laskettua voima, jolla putkien päät on puristettava yhteen. Voima on:

$$F = 0,15 \times A_{\text{putki}}$$

jossa

F = Puristusvoima (N), ks. alla oleva taulukko

$$A_{\text{putki}} = \text{putken seinämän poikkipinta-ala (mm}^2\text{)} \left(A_{\text{putki}} = \frac{\pi d_e^2}{4} - \frac{\pi d_i^2}{4} \right)$$

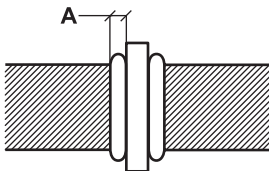
Hitsauspainetta vastaava mittaripaine saadaan aina hitsauskoneen mukana seuraavasta taulukosta tai kalibrointikäyrästä. Tähän mittaripaineeseen on lisättävä putken siirtämiselle hitsauskoneessa tarvittava kitkapaine (ks. sivu 13).

d_e (mm)	Puristusvoima (N)*		
	SDR 11	SDR 17	SDR 26
110	500	335	224
125	645	432	289
140	809	542	362
160	1057	708	473
180	1338	896	599
200	1651	1106	739
225	2090	1400	935
250	2580	1728	1155
280	3237	2168	1448
315	4096	2744	1833
355	5203	3485	2328
400	6605	4425	2956
450	8360	5600	3741
500	10321	6914	4618
560	12946	8673	5793
630	16385	10976	7332
710	20810	13941	9312

* Standardin mukaisten putkien ohjearvot

Ulko- halkaisija	Pisin muutosaika	Pisin hittauspaineen nostoaika
d_e (mm)	aika (s)	aika (s)
110	4	6
125	4	7
140	4	7
160	5	8
180	5	8
200	5	9
225	5	10
250	6	11
280	6	11
315	6	12
355	7	14
400	7	15
450	8	17
500	8	18
560	9	20
630	9	22
710	10	24

Purseen leveys
A lämpölevyä vastaan:



Seinämän- paksuus	Purseen leveys	Sulatusaika	Jäähdytys- aika
e (mm)	A (mm)	aika t_{a2}	aika t_{t2}
5	1	1 min 15 sek	12 min 30 sek
6	1	1 min 30 sek	13 min
7	1	1 min 45 sek	13 min 30 sek
8	1	2 min	14 min
9	1	2 min 15 sek	14 min 30 sek
10	1,5	2 min 30 sek	15 min
11	1,5	2 min 45 sek	15 min 30 sek
12	1,5	3 min	16 min
13	1,5	3 min 15 sek	16 min 30 sek
14	1,5	3 min 30 sek	17 min
15	2	3 min 45 sek	17 min 30 sek
16	2	4 min	18 min
17	2	4 min 15 sek	18 min 30 sek
18	2	4 min 30 sek	19 min
19	2	4 min 45 sek	19 min 30 sek
20	2,5	5 min	20 min
21	2,5	5 min 15 sek	20 min 30 sek
22	2,5	5 min 30 sek	21 min
23	2,5	5 min 45 sek	21 min 30 sek
24	2,5	6 min	22 min
25	3	6 min 15 sek	22 min 30 sek
26	3	6 min 30 sek	23 min
27	3	6 min 45 sek	23 min 30 sek
28	3	7 min	24 min
29	3	7 min 15 sek	24 min 30 sek
30	3,5	7 min 30 sek	25 min
31	3,5	7 min 45 sek	25 min 30 sek
32	3,5	8 min	26 min
33	3,5	8 min 15 sek	26 min 30 sek
34	3,5	8 min 30 sek	27 min
35	4	8 min 45 sek	27 min 30 sek
36	4	9 min	28 min
37	4	9 min 15 sek	28 min 30 sek
38	4	9 min 30 sek	29 min
39	4	9 min 45 sek	29 min 30 sek
40	4,5	10 min	30 min
41	4,5	10 min 15 sek	30 min 30 sek
42	4,5	10 min 30 sek	31 min
43	4,5	10 min 45 sek	31 min 30 sek
44	4,5	11 min	32 min
45	5	11 min 15 sek	32 min 30 sek
46	5	11 min 30 sek	33 min
47	5	11 min 45 sek	33 min 30 sek
48	5	12 min	34 min
49	5	12 min 15 sek	34 min 30 sek
50	5,5	12 min 30 sek	35 min
51	5,5	12 min 45 sek	35 min 30 sek
52	5,5	13 min	36 min
53	5,5	13 min 15 sek	36 min 30 sek

PUSKUHITSAUS – VALMISTELUT

Käytä ainoastaan huollettua hitsauslaitteistoa. Hitsausparametrien tulee olla oikeat hitsattaville putkille ja soveltua käytettävälle hitsauskoneelle. Koneiden mukana on konekohtaiset parametritaulukot. Asenna putkikokoon sopivat pakat hitsauskoneeseen. Tarkista että lämpölevy ja höylä ovat puhtaat. Niiden pitää olla puhtaita jokaisen hitsauksen yhteydessä. Tarkista että höylän terä on hyvässä kunnossa ja että lämpölevyllä on oikea lämpötila. Puhdista lämpölevy vain kylmänä puhtaalla vedellä. Kuivaa levy puhtaalla ja nukkaamattomalla paperilla.

Puhdistusmateriaalia ja työkaluja on oltava käsillä koko hitsaustyön ajan.

Varmista että hitsattavien putkien ulkohalkaisijat ja SDR-luokat ovat oikeat.

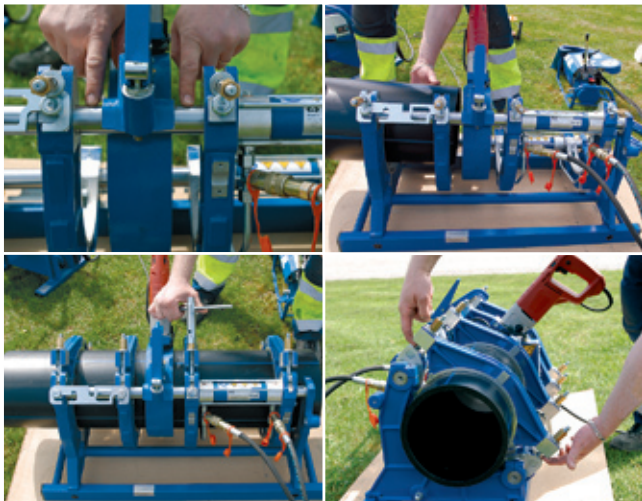
Hitsauksista on pidettävä pöytäkirjaa, johon kirjataan hitsausparametrit.



PUTKIEN KINNITYS

Putkien on aina oltava samassa linjassa ja hitsauskoneen liikkuvalla puolella olevan putken pitää liikkua helposti kitkapaineen minimoimiseksi. Puhdista putket sisältä ja päältä n. 0,3 m matkalta hitsattavista putkenpäistä sekä hitsauskoneen pakat ennen putkien kiinnittämistä koneeseen.

Putket kiinnitetään pakkoihin niin, että tasohöylä mahtuu helposti putkenpäiden väliin. Putket kiinnitetään niin tiukasti, että ne pysyvät paikallaan hitsauspaineessa. Tarkista myös mahdollinen sivuttaissiirtymä viemällä putket yhteen (tämä saa olla enintään 10 % putken seinämänpaksuudesta).



KITKAPAIINEEN MITTAUS

Ennen höyläystä on mitattava hitsauskoneen liikkuvaan osaan kiinnitetyn putken siirtämiseen tarvittava voima. On tärkeää että putki seuraa mukana kevyesti eikä taipumia synny. Kitkapaine määritetään seuraavasti: Painemittarin lukema nollataan, sen jälkeen paine nostetaan varovasti kunnes putki liikkuu ja luetaan mittarista kitkapaineen lukema.

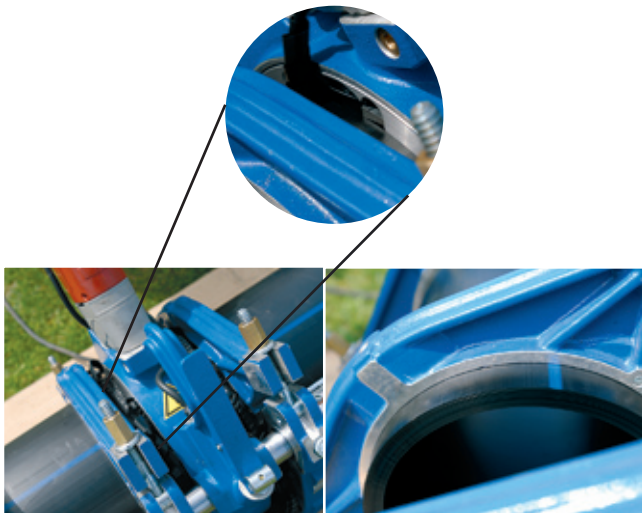
Painemittarin tällöin osoittama paine on kitkapaine. Kitkapaine on määritettävä ennen jokaista hitsausta ja lisättävä sekä sulatuspaineeseen että hitsauspaineeseen. **Kitkapaine ei saa ylittää 50 % hitsauspaineesta**, (ks. sivu 16). Jos näin tapahtuu, kitkaa on alennettava esim. rullien avulla.



TASOHÖYLÄYS JA PINTOJEN PUHTAUS

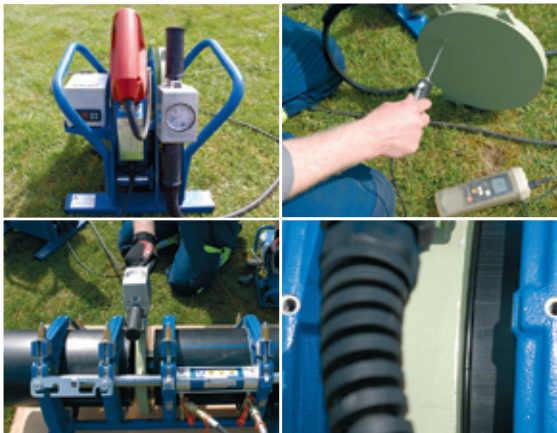
Höylä asetetaan putkien päiden väliin ja käynnistetään. Putkien päät siirretään varovasti höylää vastaan niin, että syntyy ohut lastu. Vältä liian korkean paineen käyttöä höylätessä. Hitsattavia pintoja höylätään kunnes syntyy ehjä koko putken ympäri menevä lastu. Lopeta juoheasti, ettei höylättyyn pintaan synny porrasta. Tarkista putkenpäiden tasojen samansuuntaisuus viemällä putket yhteen (rako enintään 0,5 mm).

Puhtaus on hyvän hitsaustuloksen perusedellytys. Öljy, rasva, hiki, pöly tai muu lika sekä kosteus heikentävät hitsaustulosta. Pinta on tarvittaessa pyyhittävä asetonilla tai erityisillä tähän työhön tarkoitettuilla kosteuspyyhkeillä. Hitsaus tehdään välittömästi höyläyksen jälkeen liitospintojen hapettumisen ja epäpuhtauksien tarttumisen välttämiseksi.



PUTKEN PÄIDEN SULATUS

Lämpölevy säädetään haluttuun lämpötilaan, (ks. taulukko sivu 7). Lämpötila tarkistetaan lämpömittarilla useista kohdista lämpölevyä. Korkeimman ja matalimman lämpötilan ero ei saa ylittää 10 °C. Lämpölevy asetetaan putken päiden väliin ja putket puristetaan levyä vastaan paineella, joka vastaa sulatuspaineen ja kitkاپaineen summaa. Kun on muodostunut 1...5 mm tasainen purse koko putken kehälle (ks. mitta A, sivu 9), paine lasketaan lähes nolnaan (P_{a2} , ks. sivu 7). Tästä lasketaan alkavaksi jälkikuumennusaika, joka riippuu putken seinämänpaksuudesta, (ks. sivu 9). Lämmitystä on jatkettava kunnes putkien päissä on riittävästi sulaa materiaalia. Joskus on tarpeen pidentää jälkikuumennusaikaa johtuen hitsaushetken olosuhteista (esim. kylmä sää). Hyvän hitsaus-tuloksen varmistamiseksi on parempi käyttää hieman pidempää jälkikuumennusaikaa kuin liian lyhyttä.



LIITTÄMINEN

Jälkikuumennusajan (t_{a2}) jälkeen putkenpäätt irrotetaan lämpölevystä, joka sen jälkeen poistetaan nopeasti. Lämpölevyä ei saa irrottaa vetämällä, lyömällä tai vääntämällä. Lämmitetyt putkenpäätt saattavat silloin vahingoittua ja tuloksena on epätasainen hitsaus-sauma. Tarkista nopeasti, että purseet ovat tasaiset myös putken sisältä, ja paina sen jälkeen putkien päätt varovasti yhteen.

Muutos aika on lämmityslevyn poistamiseen ja putkien varovai- seen yhdistämiseen kuluva aika. On tärkeää, että tämä vaihe sujuu nopeasti ja kuluva aika ei saa ylittää sivulla 9 annettua arvoa.



HITSAUS JA JÄÄHDYTYS

Hitsaus tapahtuu paineella P_f , (ks. sivu 7). Putkenpäiden liittämässä paine nostetaan tasaisesti siten että täysi hitsauspaine saavutetaan vasta ajassa t_{f1} . Painemittarin lukema pitää silloin olla hitsauspaineen (P_f) ja määritetyn kitkapaineen summa. Hitsauksen jälkeen tarkistetaan purseen muoto, (ks. sivu 18).

Kun hitsauspaine on saavutettu alkaa jäähdytysaika (t_{f2}), joka riippuu putken seinämänpaksuudesta, (ks. sivu 9). Paine ylläpidetään vakiona koko jäähdytysajan. Jäähdytysaikaa ei saa lyhentää.

Suositellaan että hitsaaja jäljitettävyyden helpottamiseksi leimaa hitsauspurseen.



PUTKIEN IRROTTAMINEN

Jäähdytysajan (t_{f2}) päätyttyä paine lasketaan ja kiinnityspakat avataan. Hitsausseura tarkastetaan silmämääräisesti koon, tasaisuuden ja mahdollisen sivuttaissiirtymän osalta. Purseessa ei saa esiintyä huokosia tai rakkuloita.

Kun hitsausseura on tarkastettu ja hyväksytty putki irrotetaan hitsauskoneesta.

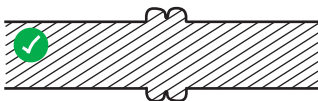
Putkea käsitellään varovasti, eikä juuri tehtyä hitsausseuraa saa turhaan kuormittaa. Vasta kun koko liitoksen lämpötila on sama kuin muun putken, liitos on saavuttanut täyden lujuutensa.



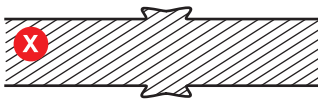
LIITOSTEN SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS

Purseen muoto kertoo tiettyjä asioita mahdollisista virheistä hitsauksessa. Hitsausliitoksen lujuusominaisuuksia ei kuitenkaan koskaan pystytä arvioimaan pelkällä silmämääräisellä tarkastuksella. Liitoksen lujuusominaisuuksien määrittäminen tehdään erilaisilla testeillä, (ks. myös sivu 19).

Alla on esitetty esimerkkejä halkaistuista putkiliitoksista jolloin on mahdollista nähdä sekä sisä- että ulkopuolinen purse.



Hyvä hitsausliitos selkeällä ja pyöreällä purseella. Paksuseinämäisillä putkilla sisäpuolen purse voi nousta hieman enemmän putken seinämästä.



Osoittaa että hitsauspaine on ehkä nostettu liian hitaasti.



Osoittaa että hitsauspaine on saattanut olla liian alhainen (esim. kitkاپaine on unohtunut)



Rako purseessa osoittaa että lämpötila on saattanut olla liian alhainen tai muutosaika liian pitkä.



Liian suuri sivuttaissiirtymä.



Virheellinen hitsausliitos. Putket eri SDR-luokkaa (käytä sähköhitsausmuhvia tai siirtoyhdetä tämänkaltaisissa liitoksissa).

Ulkopuolisen ja sisäpuolisen purseen ulkomuodot voivat joskus olla erilaiset. Isoilla putkilla ja paksuseinämaisillä putkilla sisäpuolinen purse voi olla suurempi (purse nousee enemmän ulos seinämästä). Jos isoissa putkissa arvioidaan, että sisäpuolen purse on liian suuri, voidaan purseet leikata pois heti hitsauksen jälkeen.

Liitosten silmämääräisellä tarkastuksella pyritään ensisijaisesti löytämään epäilyttävän näköiset liitokset jatkokokeita varten.

HITSAUSTYÖN LAADUNVARMENNUS

Huolellisesti ja oikeilla parametreilla tehtyyn hitsausliitokseen voi luottaa. Tämän osoittaa kokemus ja monet tutkimukset. On tärkeää, että hitsauksesta pidetään pöytäkirjaa niin, että voidaan nähdä ajankohta, tekijä ja käytetyt hitsausparametrit.

Jos halutaan tehdä tarkempaa hitsausliitosten tarkastusta, hitsausliitoksesta otetuilla koekappaleilla tehdään taivutus- ja/tai vetokokeita. Samankaltaista, mutta yksinkertaisempaa testausta voidaan tehdä irti leikatuilla purseilla. Tarkista ettei irrotetun purseen alapuolella ole likaa. Taivuta purse useasta kohdasta ja katso näkykö purseessa halkeamia.

Ehdoton hitsausliitoksen tarkastus voidaan tehdä vain rikkovana testauksena, joka tarkoittaa sitä että liitos sahataan irti putkesta ja liitoksen lujuus mitataan kohtisuoraan liitokseen nähden tehdyillä koesauvoilla. Oikein tehdyllä puskuhitsausliitoksella on käytännöllisesti katsoen sama lujuus kuin putkella.

TÄMÄ TASKUOPAS

Tässä oppaassa esitetyt ohjeet ovat Muoviteollisuus ry:n Putkijaoston jäsenyritysten antamia ja soveltamia. Opas pohjautuu Nordiska Plaströrgruppenin ”Stumsvetsning av PE-rör” julkaisuun ja suomalaiseen käytäntöön.

Vain pätevien hitsaajien tulee hitsata muoviputkia. Pätevien puskuhitsaajien luettelo on Inspecta Sertifiointi Oy:n [www-sivulla](http://www.sivulla):

www.inspecta.fi/sfs/sertifiointipalvelut/henkilostosertifiointi.php?m=m3

Inspecta Sertifiointi Oy sertifioi myös hyväksytyt hitsauskoulutuksen antajat. Hitsauskoulutustoiminnan ohjaa Muoviputkihitsausalan neuvottelukunta, joka myös valvoo hitsaajien rekisterin luomisen ja ylläpitämisen. Neuvottelukunnan sihteeristöstä vastaa Muoviteollisuus ry.



06 326 5511

www.kwhpipe.fi



030 600 2200

www.pipelife.fi



020 129 211

www.uponor.fi



MUOVITEOLLISUUS RY
Finnish Plastics Industries Federation

www.muoviteollisuus.fi