

**Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot**  
**Suositus L1/2020**



**Energiateollisuus**

**Kaukolämpö**



## **Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot**

Tässä suosituksessa on esitetty teräsputkiin kiinnivaahdotettujen polyeteenisuojaputkella varustettujen polyuretaanieristeisten kaukolämpöjohtojen tekniset vaatimukset

- A Yksiputkirakenteelle (2Mpuk)
- B Kaksiputkirakenteelle (Mpuk).

Suositus sisältää koko järjestelmälle, suorille elementeille ja valmisosille sekä teräsputkille ja -osille, eristykselle ja suojaputkille asetetut vaatimukset ja testausmenetelmät sekä näihin liittyen tuotteiden laadunvarmistusta, merkintää sekä asennusta ja asennusvalvontaa koskevia ohjeita.

Kiinnivaahdotettuja kaukolämpöjohtoja, sekä yksi- että kaksiputkirakennetta, koskevat tekniset vähimmäisvaatimukset on Euroopassa yhtenäistetty EN-standardeilla, joita tämä suositus täydentää. Eräissä, tekstissä mainituissa kohdin suositus poikkeaa em. standardeista mm. Suomen erityisolosuhteista johtuen.

Suositus on laadittu siten, että ominaisuuksia ja testausmenetelmiä koskevat vaatimukset on pääosin esitetty viittaamalla ko. EN-standardiin. **Käyttäjien kannalta merkitykselliset vaatimukset on kuitenkin esitetty myös suoraan suositustekstissä kappaleessa 6.** Näin käyttäjien ei välttämättä tarvitse hankkia ko. standardeja.

Suositus on tarkoitettu asiakirjaksi, johon hankintapyynnössä sellaisenaan voidaan viitata.

Elementtien ja valmisosien laadunvarmistuksessa sovellettavat tyyppitestausvaatimukset sekä valmistajan sisäisen (tuotannonaikaisen) laadunvalvonnan vähimmäisvaatimukset on esitetty EHP:n sertifiointiohjeessa (Certification guidelines EHP001, jossa viittaus standardien EN 253 ja 448 liitteisiin).

Suositus on laadittu Energiateollisuus ry:n (ET) lämmönjakelutoimikunnan ja Muoviteollisuus ry:n (MT) kaukolämpöjaoston yhteistyönä.

Tämä suositus korvaa ET:n vastaavan suosituksen L1/2016.

**Siirtymäaika säännökset:** Elementit ja osat tulee viimeistään 31.12.2020 alkaen valmistaa tämän suosituksen mukaisesti, mutta tätä ennen valmistettuja, varastossa olevia vanhan suosituksen mukaisia elementtejä ja valmisosia voidaan 31.12.2021 asti toimittaa.

**HUOM!** Kaksiputkirakenteella lämpöhäviöt ovat selkeästi vastaavaa yksiputkirakennetta pienemmät. Kokemus on myös osoittanut, että etenkin pienissä dimensioissa myös investointikustannukset ovat kaksiputkirakenteella pienemmät. Rakentamisen ja käytön luotettavuudessa ei ole havaittu eroja. **ET suosittelee, että dimensioalueella DN 15 – 80 käytettäisiin soveltuvissa kohteissa kaksiputkirakennetta, DN 100 – 250 tapauskohtaisesti yksi- tai kaksiputkirakennetta ja  $\geq$  DN 300 yksiputkirakennetta.**

Lämmönjakelutoimikunta: Sami Rantio / Loimua Oy (puheenjohtaja)  
Juhani Aaltonen / Helen Oy  
Marko Pajunen / Tampereen Sähkölaitos Oy  
Eetu Järvenpää / Rauman Energia Oy  
Pekka Lång / Kuopion Energia Oy  
Sanna Perttunen / Turku Energia Oy  
Heikki Ojansuu / Vantaan Energia Oy  
Mikko Lampinen / Kotkan Energia Oy  
Petri Flyktman / Alva yhtiöt Oy  
Harri Mäki-Saari / Lahti Energia Oy  
Jussi Lampinen / Lempeä Oy  
Harri Muukkonen / Afry  
Harri Hillamo / Energiateollisuus ry (sihteeri)

# KIINNIVAHDOTETUT KAUKOLÄMPÖJOHDOT

## SISÄLTÖ

sivu

### A Yksiputkirakenne (2Mpuk)

1	Soveltamisala	1
2	Mitoitusarvot	1
3	Järjestelmälle asetettavat yleiset vaatimukset	2
4	Materiaalivaatimukset	2
4.1	Teräsputket ja -osat	2
4.1.1	Teräsputket	2
4.1.1.1	Hitsatut teräsputket	3
4.1.1.2	Saumattomat teräsputket	3
4.1.2	Teräsosat	4
4.1.3	Täydennykset ja poikkeamat SFS-EN 448:aan	4
4.1.3.1	Kiintopisteet	4
4.1.3.2	Venttiilit	4
4.2	Suojakuoret	5
4.3	Eristys	5
4.4	Valmiit elementit ja osat	6
4.4.1	Suorat ja tehtaalla taivutetut elementit	6
4.4.2	Valmisosat	6
4.4.3	Täydennykset ja poikkeamat SFS-EN 253:een, 448:aan ja 488:aan	6
4.4.3.1	Eristyspaksuudet	7
4.4.3.2	Taivutetut elementit	7
4.4.3.3	T-haaran vällys	7
4.4.3.4	Venttiilielementit	8
5	Laadunvarmistus	9
5.1	Testit, koekappaleet ja testausmenetelmät	9
5.1.1	Suorat elementit	9
5.1.2	Valmisosat	9
5.2	Laadunvalvonta ja sertifiointi	9
6	Yhteenveto keskeisistä vaatimuksista	10
6.1	Teräsputket ja -osat	10
6.2	Suojakuoret	11
6.3	Eristys	13
6.4	Elementit ja valmisosat	13
6.4.1	Pinnan laatu toimitusvaiheessa	13
6.4.2	Elementtien ja osien päät	13
6.4.3	Leikkauslujuus	14

6.4.4 Lämmönjohtavuus	14
6.4.5 Iskunkestävyys	14
6.4.6 Lineaarinen vesitiiviyys	14
6.4.7 Lämpövanheneminen	14
6.4.8 Eristyspaksuudet	14
6.4.9 Eristyspaksuuden poikkeamat	14
6.4.10 Teräsputken ja suojakuoren kulmapoikkeama	15
6.4.11 Taivutetun elementin kulmatoleranssi	15
6.4.12 Segmenttikäyrät	15
6.4.13 T-haaran vällys	15
6.4.14 Venttiilielementit	15
6.4.15 Valmisosien rakennemitat ja toleranssit	16
7 Elementtien ja osien liitokset	16
8 Kosteudenvälvontajärjestelmä	16
9 Merkintä	17
9.1 Teräsputki	17
9.2 Suojakuori	17
9.3 Elementti	17
9.4 Valmisosa	17
9.5 Venttiilielementti	18
10 Asennus ja asennusvalvonta	18
11 Takuu	18

## **B Kaksiputkirakenne (Mpuk)**

1 Soveltamisala ja yleiset vaatimukset	19
2 Suojakuoren halkaisija, nimelliseristyspaksuus ja virtausputkiväli	19
3 Keskityspoikkeama	20
3 Toleranssit	21
4 Laadunvarmistus	22
5 Merkintä	22

## **LIITTEET**

Liite 1 Viitestandardit ja -julkaisut	23
---------------------------------------	----

## **PIIRUSTUKSET**

### Suosituskuvat

ET-251 B Yhdistelmäventtiilielementti DN 40 - 250. Rakenne ja mitoitus	26
ET-253 C Yhdistelmäventtiilielementti DN 2x40 - 2x250. Rakenne ja mitoitus	27

### Esimerkkikuvat

ET-252 C	Yhdistelmäventtiilielementti DN 300 - 600. Palloventtiili. Rakenne ja mitoitus	29
ET-254 D	Yhdistelmäventtiilielementti DN 400 - 600. Läppäventtiili. Rakenne ja mitoitus	30





## KIINNIVAHDOTETUT KAUKOLÄMPÖJOHDOT

### A YKSIPUTKIRAKENNE (2Mpuk)

Yksiputkirakenteessa meno- ja paluuvirtausputki on kumpikin oman erillisen suoja-kuorensa sisässä.

#### 1 Soveltamisala

Tässä suosituksessa asetetut vaatimukset koskevat vain tehdasvalmisteisia, maahan asennettavia elementtejä ja valmisosia kokoalueella DN 15 – DN 1200. Elementit ja valmisosat voivat olla varustettu kosteudenvälvontajohtimilla sekä suoja-kuoren ja eristyksen välisellä diffuusionestokerroksella. Työmaalla tehtävissä johdonosissa sekä sisätiloihin, maan pinnalle, siltoihin ja tunneleihin tehtävissä asennuksissa ja vesistöalituksissa voidaan soveltuvin osin käyttää tämän suosituksen laatuvaatimuksia.

Suositus pohjautuu eurooppalaisen standardisarjan "Kiinnivaahdotetut teräsputkella ja polyeteenisuoja-kuorella varustetut esieristetyt, maahan asennettavat kaukolämpöjohtojärjestelmät" standardeihin

SFS-EN 253 Putkielementit, yksiputkirakenne  
SFS-EN 448 Valmisosat, yksiputkirakenne  
SFS-EN 488 Venttiielementit, yksiputkirakenne  
SFS-EN 15698-1 Putkielementit, kaksiputkirakenne  
SFS-EN 15698-2 Valmisosat ja venttiielementit, kaksiputkirakenne

Liitoksista on oma standardinsa SFS-EN 489-1, jonka pohjalta on julkaistu erillinen ET-suositus L2. Lisäksi on olemassa kaukolämpöjohtojen suunnittelua koskeva standardi SFS-EN 13941-1 sekä asennusta koskeva standardi SFS-EN 13941-2, johdoissa käytettäviä kosteudenvälvontajärjestelmiä koskeva standardi SFS-EN 14419, erilaisia joustavia, metalli- tai muovivirtausputkilla varustettuja kaukolämpöjohtojärjestelmiä koskevat standardit SFS-EN 15632-1, -2, -3 ja -4 sekä termejä ja määrittelyjä koskeva standardi SFS-EN 17248.

#### 2 Mitoitusarvot

- suunnittelupaine 1,6 MPa (16 bar)
- käyttölämpötila  $\leq 120$  °C
- käyttöaine käsitelty kaukolämpövesi, ominaisuudet ET:n suosituksen KK3 taulukon 1 mukaiset

**3****Järjestelmälle asetettavat yleiset vaatimukset**

Normaaleissa käyttökohteissa ja -olosuhteissa elementtien ja valmisosien teknisen käyttöiän ja pitkäaikaisen lämpötilakestävyyden tulee olla vähintään 30 vuotta jatkuvassa käyttölämpötilassa 120 °C. Tällöin 50 vuoden käyttöikä yleensä saavutetaan jatkuvassa käyttölämpötilassa 115 °C ja yli 50 vuotta tätä alemmassa käyttölämpötilassa.

Valmistajan tulee antaa koko johtojärjestelmää koskevat asennus-, käsittely-, varastointi- ja huolto-ohjeet sekä taata koko johtojärjestelmän toimivuus edellyttäen, että suunnitelmat on tehty ja toteutettu tämän suosituksen, ET:n suosituksen L11 ja valmistajan ohjeita noudattaen.

Johdon eri osien tulee

- kestää normaalin käytön aikana käyttölämpötilojen vaihteluista aiheutuvat jännitykset maksimikäyttölämpötilan ollessa 120 °C ja satunnaisesti (max. 300 h vuodessa) 140 °C

- kestää johdon normaalin käytön aikana syntyvät mekaaniset voimat, taivutusmomentit ja jännitykset, mm. 0,5 metrin peittosyvyydellä maanpaine ja kuormitusnormien mukainen max. liikennekuorma (ajoneuvoasetuksen 2013 mukainen kuorma-kaavio AA13/27, Liikenneviraston ohje 36/2015: pyöräkuorma 135 kN)

- olla vesitiivis käyttöiän ajan ym. olosuhteissa ja 30 kPa (0,3 bar) ulkopuolisella vesiyllipaineella

- kestää ilman halkeamia tai muodonmuutoksia käsittely valmistajan ohjeiden mukaisesti ulkolämpötiloissa ulkolämpötiloissa  $T \geq -18$  °C

- kestää ilman halkeamia ja muodonmuutoksia valmistajan ohjeiden mukainen ulko-varastointi

Valmistajan/maahantuojan tulee osoittaa elementtien ja valmisosien sekä kaukolämpöjohdoissa käytettävien esieristettyjen sulkulaitteiden vaatimustenmukaisuus Euroheat & Powerin (EHP) ylläpitämän eurooppalaisen kaukolämpöjohtojen laadunvarmistusjärjestelmän mukaisella EHP-sertifikaatilla. Elementtien ja valmisosien tulee myös olla ET:n suosituksen L1 mukaisia ja sulkulaitteiden ET:n suosituksen L4 mukaisia. Elementtien ja valmisosien jatkoksissa suositellaan käytettävän EN 489 mukaan testattuja jatkoksia liitosratkaisuja. Laadunvarmistuksesta tarkemmin kohdassa 5.

**4****Materiaalivaatimukset**

## 4.1

Teräsputket ja -osat

## 4.1.1

Teräsputket

Elementeissä ja valmisosissa käytettävien teräsputkien tulee olla SFS-EN 253 mukaisia.

Teräsputkien mitat toleransseineen on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Nimellisseinämänpaksuus on vähimmäismitta, paksumpiseinäisiä putkia voidaan suunnitteluyöstä käyttää.

#### 4.1.1.1

##### Hitsatut teräsputket

Dimensioille < DN 400 pituustoleranssi on + 10 mm, - 0 mm putkipituuksille  $l \leq 6$  m, + 15 mm, - 0 mm putkipituuksille  $6 \text{ m} < l \leq 12 \text{ m}$  ja + sopimuksen mukaan, - 0 mm putkipituuksille  $l > 12 \text{ m}$ , sekä dimensioille  $\geq$  DN 400 vastaavasti + 25 mm, - 0 mm putkipituuksille  $l \leq 6 \text{ m}$ , + 50 mm, - 0 mm putkipituuksille  $6 \text{ m} < l \leq 12 \text{ m}$  ja + sopimuksen mukaan, - 0 mm putkipituuksille  $l > 12 \text{ m}$ .

Pyöreystoleranssi sisältyy halkaisijatoleranssiin putkiko'oilla  $\leq$  DN 400 ja on  $\pm 2 \%$  putkiko'oilla DN 500 - 1200.

Taulukko 1. Hitsattujen teräsputkien mitat ja toleranssit						
Nimellishalkaisija DN	Ulkohalkaisija, d <sup>1)</sup> mm			Seinämänpaksuus, t <sup>2)</sup> mm		
	min.	d	max.	min	t	max.
15	21,0	21,3	21,6	1,7	2,0	2,3
20	26,6	26,9	27,2	1,7	2,0	2,3
25	33,4	33,7	34,0	2,0	2,3	2,6
32	42,1	42,4	42,7	2,3	2,6	2,9
40	48,0	48,3	48,6	2,3	2,6	2,9
50	60,0	60,3	60,6	2,6	2,9	3,2
65	75,7	76,1	76,5	2,6	2,9	3,2
80	88,4	88,9	89,4	2,9	3,2	3,5
100	113,7	114,3	114,9	3,2	3,6	4,0
125	139,0	139,7	140,4	3,2	3,6	4,0
150	167,4	168,3	169,2	3,5	4,0	4,5
200	218,1	219,1	220,1	4,0	4,5	5,0
250	272,0	273,0	274,0	4,5	5,0	5,5
300	322,9	323,9	324,9	5,1	5,6	6,1
400	404,8	406,4	408,0	5,8	6,3	6,8
500	506,4	508,0	509,6	5,8	6,3	6,8
600	608,4	610,0	611,6	6,6	7,1	7,6
700	709,4	711,0	712,6	7,5	8,0	8,5
800	811,4	813,0	814,6	8,3	8,8	9,3
900	912,4	914,0	915,6	9,5	10,0	10,5
1000	1014,4	1016,0	1017,6	10,5	11,0	11,5
1200	1217,4	1219,0	1220,6	12,0	12,5	13,0

1) d = nimellisulkohalkaisija

2) t = nimellinen vähimmäisseinämänpaksuus

#### 4.1.1.2

##### Saumattomat teräsputket

Pituustoleranssi on + 10 mm, - 0 mm putkipituuksille  $l \leq 6 \text{ m}$ , + 15 mm, - 0 mm

putkipituuksille  $6 \text{ m} < l \leq 12 \text{ m}$  ja + sopimuksen mukaan, - 0 mm putkipituuksille  $> 12 \text{ m}$ .

Pyöreystoleranssi sisältyy halkaisijatoleranssiin. Keskisyystoleranssi sisältyy seinämänpaksuustoleranssiin.

Taulukko 2. Saumattomien teräsputkien mitat ja toleranssit						
Nimellishalkaisija DN	Ulkohalkaisija, $d$ <sup>1)</sup> mm			Seinämänpaksuus, $t$ <sup>2)</sup> mm		
	min.	d	max.	min	t	max.
15	20,9	21,3	21,7	1,8	2,0	2,3
20	26,5	26,9	27,3	1,8	2,0	2,3
25	33,3	33,7	34,1	2,1	2,3	2,7
32	42,0	42,4	42,8	2,3	2,6	3,0
40	47,9	48,3	48,7	2,3	2,6	3,0
50	59,9	60,3	60,7	2,6	2,9	3,3
65	75,7	76,1	76,5	2,6	2,9	3,3
80	88,5	88,9	89,3	2,8	3,2	3,6
100	113,9	114,3	114,7	3,1	3,6	4,1
125	139,0	139,7	140,4	3,1	3,6	4,1
150	167,4	168,3	169,2	3,5	4,0	4,5
200	218,0	219,1	220,2	3,9	4,5	5,1
250	271,3	273,0	274,7	4,4	5,0	6,0
300	321,9	323,9	325,9	4,9	5,6	6,7
400	403,9	406,4	408,9	5,4	6,3	7,6
500	504,9	508,0	511,1	5,4	6,3	7,6
600	606,3	610,0	613,7	6,0	7,1	8,5
700	706,7	711,0	715,3	6,9	8,0	9,4

1)  $d$  = nimellisulkohalkaisija

2)  $t$  = nimellinen vähimmäiseinämänpaksuus

#### 4.1.2

##### Teräsosat

Teräsosien tulee olla SFS-EN 448 mukaisia kohdassa 4.1.3 esitetyin täydennyksin ja poikkeuksin.

#### 4.1.3

##### Täydennykset ja poikkeamat SFS EN 448:aan

Kohdissa 4.1.3.1 - 4.1.3.2 esitetyt vaatimukset poikkeavat em. standardista tai täydentävät sitä.

##### 4.1.3.1

##### Kiintopisteet

Kiintopisteiden mitoituksessa on koepaineen lisäksi huomioitava lämpölaajenemisesta aiheutuvat jännitykset.

##### 4.1.3.2

##### Venttiilit

Elementtiosiin vaahdotettavien sulkulaitteiden tulee olla ET:n suosituksen L4 mukaisia hitsattavia venttiileitä.

## 4.2

### Suojakuoret

Suurissa elementeissä käytettävien suojakuorten tulee olla SFS-EN 253 mukaisia. Valmisosissa käytettävien suojakuorten tulee olla SFS-EN 448 mukaisia.

Standardinmukaisten suojakuorten mitat valmiissa elementissä/valmisosassa toleransseineen on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Suojakuorten mitat ja toleranssit		
Ulkohalkaisija, D <sup>2)</sup> mm		Seinämänpaksuus, e <sup>2)</sup> mm
min. <sup>1)</sup>	max.	min.
90	95	3,0
110	116	3,0
125	132	3,0
140	147	3,0
160	168	3,0
180	189	3,0
200	206	3,2
225	232	3,4
250	258	3,6
280	289	3,9
315	325	4,1
355	366	4,5
400	412	4,8
450	464	5,2
500	515	5,6
560	577	6,0
630	649	6,6
710	732	7,2
800	824	7,9
900	927	8,7
1000	1030	9,4
1100	1133	10,2
1200	1236	11,0
1400	1442	12,5

1) ulkohalkaisijan minimiarvo = suojakuoren nimellisulkohalkaisija

2) yksittäisarvo missä tahansa kohdassa suojakuorta

## 4.3

### Eristys

Suurien elementtien eristysaineena käytetään SFS-EN 253 mukaista polyuretaania. Valmisosissa ja venttiielementeissä eristeen tulee olla SFS-EN 448 mukaista polyuretaania.

## 4.4

### Valmiit elementit ja osat

#### 4.4.1

## Suorat ja tehtaalla taivutetut elementit

Elementtien tulee olla SFS-EN 253 mukaisia kohdassa 4.4.3 esitetyn täydennyksin ja poikkeuksin.

12 m ja pitemmissä elementeissä tulee olla suojakuoressa keskikohdan osoittava merkintä.

### 4.4.2

#### Valmisosat

Valmisosien tulee olla SFS-EN 448 ja venttiielementtien SFS-EN 488 mukaisia kohdassa 4.4.3 esitetyn täydennyksin ja poikkeuksin.

Valmisosien pituusmitat sovitaan tilaajan ja toimittajan kesken tapauskohtaisesti.

Valmisosien rakennemittatoleranssien tulee olla kohdan 6.4.14 mukaiset.

### 4.4.3

#### Täydennykset ja poikkeamat SFS-EN 253:een, 448:aan ja 488:aan

Kohdissa 4.4.3.1 - 4.4.3.5 esitetyt vaatimukset poikkeavat em. standardeista tai täydentävät niitä.

#### 4.4.3.1

##### Eristyspaksuudet

Suosittelvat eristyspaksuudet (suojakuoren ulkohalkaisijat) ilmenevät taulukosta 4.

Taulukko 4. Suositeltavat eristyspaksuudet /suojakuoren ulkohalkaisijat <sup>1)</sup>		
Teräsputki DN	Suojakuoren ulkohalkaisija D mm	Eristyspaksuus teräsputken ja suojakuoren nimellimitoilla mm
15	110	41
20	125	46
25	125	43
32	140	46
40	140	43
50	160	47
65	180	49
80	200	52
100	250	64
125	280	66
150	315	69
200	400	86
250	500	108
300	560	112
400	710	145
500	800	138
600	900	136
700	1000	135
800	1100	133
900	1200	132
1000	1400	180
1200	1600	176

- 1) DN 700 ja isommilla putkilla on eristyspaksuus syytä aina tarkastella tapauskohtaisesti johdon tilantarve, kustannukset ym. huomioiden.

#### 4.4.3.2

##### Taivutetut putkielementit

Tehtaalla taivutettujen putkielementtien kulmatoleranssi on  $\pm 2^\circ$  nimelliskulmami-  
tasta.

#### 4.4.3.3

##### T-haaran välyys

T-haaran välyksen (pääputken suoja-putken yläpinnan ja vaakasuoran haaraputken suoja-putken alapinnan väli) tulee olla  $\geq 30$  mm, kun haaraputki  $\leq$  DN 300. Välyksen toleranssi on tällöin  $\pm 10$  mm nimellimitasta.

Kun haaraputki  $>$  DN 300, tulee välyksen olla  $\geq 50$  mm. Toleranssi on tällöin  $\pm 25$  mm nimellimitasta.

#### 4.4.3.4

##### Venttiielementit

Venttiielementeissä käytettävien sulkulaitteiden tulee olla ET:n suosituksen L4 mukaisia hitsattavia venttiileitä.

Yhdistelmäventtiielementtien (sulku + ilmanpoisto/tyhjennys sulun molemmilla puo-  
lilla) suosituksenmukainen rakenne ja mitoitus on tyyppiirustusten ET 251 B ja 253  
C mukainen. Isoilla venttiielementeillä  $\geq$  DN 300 rakenne ja mitoitus on valmistaja-  
kohtainen. Näistä on esitetty esimerkkiratkaisut mallikuvissa ET 252 C ja 254 D. Vent-  
tiielementtien valmistus-, rakenne- ja mitoituslähtökohdat ovat seuraavat:

- Sulkuventtiilien kokoalue on DN 40 – 250 (suositusratkaisut) ja DN 300 – 600 (esimerkkiratkaisut).
- Sulkuna käytettävät palloventtiilit pyritään isoillakin dimensioilla mahdollisuuk-  
sien mukaan tekemään pitkäkaraisina venttiileinä. Läppäventtiileillä rakenne koo-  
taan normaaliventtiilistä karaa ja hitsauspäitä jatkamalla.
- DN 300 - 400 sulkuventtiilit varustetaan sisäänrakennetulla DN 40 ohitusput-  
kella ja –venttiilillä, DN 500 – 600 venttiilit DN 50 ohituksella.
- DN 40 - 150 sulkuventtiilit varustetaan kahdella sulun molemmin puolin olevalla  
DN 25 ilmanpoistolla/tyhjennyksellä, DN 200 - 400 sulkuventtiilit molemminpuoli-  
sella DN 40 ilmanpoistolla/tyhjennyksellä sekä DN 500 – 600 sulkuventtiilit mo-  
lemminpuolisella DN 50 ilmanpoistolla/tyhjennyksellä.
- Yksiputkirakenteella ilmanpoistojen/tyhjennysten karat sijoitetaan erillisiin pys-  
tysuoja-putkiin kokoalueella DN 50 - 250. Dimensioissa DN 200 ja 250 ilmanpois-  
tojen/tyhjennysten karat voidaan hieman kallistaa turvallisen käytön mahdollista-  
miseksi. Suuremmilla dimensioilla karat sijoitetaan samaan suoja-putkeen.
- Kaksiputkirakenteella karat sijoitetaan kaikissa dimensioissa samaan pystysuo-  
ja-putkeen.

- Venttiilyhdistelmän tulee sopia nykyisiin kaivorakenteisiin ja kannen vapaaseen aukkoon siten, että sulku- ja ilmanpoisto/tyhjennysventtiilit ovat turvallisesti käytettävissä saman kannen aukosta.
- Elementin rakenteen on oltava tiivis ja suojattu. Kaikkien läpivientien on oltava ehdottoman vesitiiviitä.
- Suojauksen ulkopuolelle jäävien sulku- ja ilmanpoisto/tyhjennysventtiilien teräsosien sekä karaputkien tulee olla SFS-EN 488:n mukaista korroosion kestävästä teräsmateriaalia. Venttiilit voidaan kuitenkin varustaa myös messinkitulpilla.
- Ilmanpoisto/tyhjennysventtiilin perusrakenne on hitsattu/sisäkierteellinen palloventtiili suojatulpalla varustettuna. Liitinjärjestely on valinnainen.
- Lämpäventtiiliratkaisussa eristys ulotetaan sellaiseen korkeuteen, että ääriasettojen rajoittimien säätöruuvit ovat käytettävissä eristeen ulkopuolella. Toimilaite voidaan myös eristää muusta kokonaisuudesta erillisenä.



## 5 Laadunvarmistus

### 5.1 Testit, koekappaleet ja testausmenetelmät

#### 5.1.1 Suorat elementit

Koekappaleiden valinta ja valmistus sekä testausmenetelmät kohdan 4 mukaisten ominaisuuksien/vaatimusten testaamiseksi ovat SFS-EN 253 mukaiset.

#### 5.1.2 Valmisosat

Koekappaleiden valinta ja valmistus sekä testausmenetelmät kohdan 4 mukaisten ominaisuuksien/vaatimusten testaamiseksi ovat SFS-EN 448 mukaiset.

Venttiilielementtien ja niissä käytettävien venttiilien osalta koekappaleet ja testausmenetelmät ovat SFS-EN 488 mukaiset.

### 5.2 Laadunvalvonta ja sertifiointi

Tämän suosituksen mukaisten elementtien, valmisosien ja venttiilielementtien laatua seurataan Euroheat & Powerin (EHP) organisoiman ja ylläpitämän eurooppalaisen laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. EHP-järjestelmä ja sen toiminta on määriteltä EHP:n julkaisussa "Certification guidelines for quality assessment of district heating pipes" (löytyy EHP:n nettisivuilta [www.euroheat.org](http://www.euroheat.org)).

Elementtien, valmisosien ja venttiilielementtien vaatimustenmukaisuus tulee osoittaa EHP-sertifikaatilla. Vastaavasti venttiilielementeissä käytetyillä sulkuventtiileillä tulee olla EHP-sertifikaatti EHP:n julkaisun "Certification guidelines for quality assessment of district heating steel valves" mukaisesti. Elementtien ja valmisosien jatkoksissa suositellaan käytettävän sertifioituja (hyväksymistodistuksen omaavia) liitosratkaisuja.

Valmistaja/maahantuoja saa EHP-sertifikaatin, mikäli testit ja laadunvalvonta osoittavat elementtien, valmisosien ja venttiilielementtien täyttävän EHP:n sertifiointiohjeiden ja tämän suosituksen vaatimukset. Sertifikaatti voi käsittää sekä yksi- että kaksiputkirakenteen, ja se on tuotantolaitoskohtainen.

EHP-sertifikaatti myönnetään hakemuksesta. Sertifikaatin saaminen edellyttää hakemusvaiheessa suoritettavan tyyppitarkastuksen ja -testien läpäisemistä sekä voimassa pysyminen tuotannonaikaisen valmistajan sisäisen laadunvalvonnan jatkuvaa suorittamista hyväksytyin tuloksin ja vähintään vaaditulla taajuudella.

Em. tyyppitestit ja valmistajan sisäisen laadunvalvonnan vaatimukset on esitetty EHP:n sertifiointiohjeessa (Certification guidelines, jossa viittaus standardien EN 253 ja 448 liitteisiin). Sisäisen laadunvalvonnan suoritusta, tuloksia ja dokumentointia seurataan vähintään kerran vuodessa tapahtuvien tarkastuskäynnien siihen liittyvine pistokokeineen (ns. ulkoinen laadunvalvonta).

## 6

## Yhteenveto keskeisistä vaatimuksista ja testausmenetelmistä

## 6.1

## Teräsputket ja -osat

Teräsputkien tulee olla SFS-EN 253 mukaista hitsattua tai saumatonta teräsputkea. Teräslaatu on taulukon 5 mukainen. Teräsosien valmistuksessa käytettävien putkenosien materiaalin tulee vastata putkimateriaaleja.

Taulukko 5. Teräsputkien tyypit, viitestandardit ja materiaalit			
Putkityyppi	Ulkohalkaisija	EN-standardi	Materiaali <sup>1)</sup>
Saumaton	Kaikki	EN 10216-2	P235GH
Sähkövastushitsattu	Kaikki	EN 10217-2	P235GH
Jauhekaarihitsattu	Kaikki	EN 10217-5	P235GH

- 1) Vastaavaa tai parempaa, hyväksytyyn standardin mukaista teräslaatua saa niin sovitessa käyttää. Tällöin rakennettavan johdon kaikkien komponenttien tulee olla myötölujuudeltaan yhteensopivia.

Elementtien ja valmisosien valmistukseen käytettävät teräsputket, putkenosat ja venttiilit tulee olla valmistettu SFS-EN 10204 mukaisen vastaanottotodistuksen 3.1 tason mukaisesti. Jos asiakas haluaa elementtitoimittajan liittävänsä ko. todistukset toimitukseensa, pyyntö tulee tehdä tilauksen yhteydessä. Materiaalitodistusten saaminen jälkikäteen on epävarmaa.

Elementtien valmistukseen käytetyssä teräsputkessa ei saa olla poikittaishitsiä.

Teräsputkien sekä teräsosien hitsauspäiden halkaisijat ja seinämänpaksuudet toleransseineen on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Pituustoleranssi:

Saumattomat putket ja hitsatut putket < DN 400:

- putkipituus ≤ 6 m: + 10 mm, - 0 mm
- putkipituus 6 m < l ≤ 12 m: + 15 mm, - 0 mm
- putkipituus > 12 m: + sopimuksen mukaan, - 0 mm

Hitsatut putket ≥ DN 400:

- putkipituus ≤ 6 m: + 25 mm, - 0 mm
- putkipituus 6 m < l ≤ 12 m: + 50 mm, - 0 mm
- putkipituus > 12 m: + sopimuksen mukaan, - 0 mm

Teräsosien mittatoleranssit ovat kohdan 6.4.14 mukaiset.

Epäpyöreystoleranssi:

Saumattomat putket ja hitsatut putket ≤ DN 400: sisältyy halkaisijatoleranssiin  
 Hitsatut putket > DN 400: ± 2 %.

Keskisyystoleranssi:

Keskisyystoleranssi                      sisältyy                      saumattomilla                      putkilla

seinämänpaksuustoleranssiin (keskisyystoleranssi koskee vain saumattomia, SFS-EN 10216-2 mukaisia putkia).

Taivutetun käyräkappaleen seinämänpaksuuden tulee olla joka kohdassa vähintään 85 % ko. putkikoon seinämänpaksuudesta  $t$ , ja epäpyöreys saa olla enintään 6 %.

Käyräkappaleen taivutuskulman toleranssi:

putkikoot  $\leq$  DN 200:  $\pm 2,0^\circ$

putkikoot  $>$  DN 200:  $\pm 1,0^\circ$

T-haaroissa seinämänpaksuuksien tulee vähintään vastata ko. putkikoon seinämänpaksuutta. Kaulustamalla tehdyn T-kappaleen kauluksen ainepaksuuden tulee vähintään vastata haaraputken seinämänpaksuutta. Hitsattua putkea käytettäessä tulee kaulustus tehdä putken hitsaussaumaan nähden vastakkaiselle puolelle.

T-harakappaleissa haaraputken tulee olla suorassa kulmassa pääputkeen nähden toleranssin ollessa  $\pm 2,0^\circ$ .

Muiden osien (supistukset, kiintopisteet...) seinämänpaksuuden tulee vähintään vastata ko. putkikoon seinämänpaksuutta.

Esieristettyihin elementteihin vaahdotettavien venttiilien tulee aina kestää putken aksiaalinen jännitystaso  $300 \text{ N/mm}^2$   $23 \pm 2^\circ\text{C}$ :ssa (ns. kylmäasennusventtiili).

Putkipäiden tulee hitsausta varten olla muotoillut SFS-EN 448 mukaisesti. Päättävät suorat seinämänpaksuuteen 2,9 mm asti, 3,2 mm ja suuremmilla seinämänpaksuuksilla viistetyt. Päiden tulee olla puhdistetut jäysteistä.

Teräsosien hitsauksessa kaikki sulahitsausmenetelmät ovat sallittuja, mutta kaarihitsaus tai suojakaasuhitsaus ovat suositeltavia. Hitsausmenetelmä tulee hyväksyttää standardin SFS-EN ISO 15607 mukaisesti ja hitsaajilla tulee olla standardin SFS-EN ISO 9606-1 mukainen pätevyys. Hitsausautomaattia käyttävillä henkilöillä tulee olla SFS-EN ISO 14732 mukainen pätevyys.

Halkaisijaltaan  $\geq$  DN 300 putkiosat tulee hitsata vähintään kahdella palolla.

Teräsosien tiiviys testataan SFS-EN 448 mukaisesti vähintään liitteen 3 mukaisella taajuudella.

Teräsosien hitsaussaumot tarkastetaan röntgenkuvaamalla SFS-EN 448 mukaisesti. Hitsaussaumojen on vastattava vähintään laatuluokkaa B SFS-EN ISO 5817 mukaisesti. Aineistodistukset ja röntgenpöytäkirjat on esitettävä tilaajalle vaadittaessa.

## 6.2

### Suojakuoret

Suojakuori voi olla joko erikseen valmistettu suojaputki tai se voidaan ekstrudoida valmiin eristyksen päälle.

Suojakuoret valmistetaan mustaksi värjätystä uudesta polyeteenistä tai oman tuotannon puhtaasta uusiomateriaalista. Suojakuoren materiaalivaatimukset on esitetty taulukossa 6 ja mekaaniset vaatimukset taulukossa 7.

Suojakuorten halkaisijat ja seinämänpaksuudet toleransseineen valmiissa elementissä/valmisosassa on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 6. Suojakuoren materiaalivaatimukset		
Ominaisuus	Vaatimus	Testausmenetelmä
Luokitus	PE 80	SFS-EN ISO 9080
Nokimusta	2,5 ± 0,5 paino-%	ISO 6964
Nokimustan jakautuminen	<sup>1)</sup>	ISO 18553
Sulaindeksi (MFR)	0,2 ≤ MFR ≤ 1,0 g/10 min. <sup>2)</sup>	SFS-EN ISO 1133, cond. 5 kg, 190 °C
Hapetuskestävyys	vähintään 20 min. 210 °C:ssa	SFS-EN ISO 11357-6

- 1) Nokimustakasamat ja -hiukkaset ≤ luokka 3 sekä jakautumisaste A1, A2 tai A3  
 2) Toisiinsa hitsattavien suojaputkien sulaindeksit saavat poiketa toisistaan enintään 0,5 g/10 min., tai muuten valmistajan tulee osoittaa hitsattavuus ISO 11414 mukaisella koehitsauksella

Taulukko 7. Suojakuoren fysikaaliset/kemialliset ominaisuudet		
Ominaisuus	Vaatimus	Testausmenetelmä
Murtovenymä	≥ 350 %	SFS-EN 253
Pituussuuntainen muodonpysyvyys	≤ 3 %	SFS-EN ISO 2505
Jännityssäröilyn kestävyys	<sup>1)</sup>	SFS-EN 253
PE-osien hitsien taivutuskestävyys		SFS-EN 448
PE-osien hitsien tiiviys		SFS-EN 448

- 1) ≥ 300 h (koejännitys 4 MPa ja -lämpötila 80 °C). Tehdään vetokokeena lovetulle koesauvalle.

Suojakuoren pinnoissa ei saa esiintyä uurteita ja muita pintavirheitä, jotka voivat heikentää suojakuoren toiminnallisia ominaisuuksia. Suojakuoren sisäpinta voidaan pintakäsitellä uretaanin tarttuvuuden parantamiseksi.

Suojakuoren päiden tulee olla siististi kohtisuoraan katkaistut tarkkuudella ± 2,5 °.

Suojakuoren hitsausmenetelmänä käytetään joko pusku- tai suulakepuristusmenetelmää. Silmämääräisessä tarkastuksessa hitsien tulee täyttää SFS-EN 448 kohdan 4.4.3.3 mukaiset vaatimukset.

Hitsattujen päiden sivuttaissiirtymä saa olla enintään 20 % suojakuoren seinämänpaksuudesta, erikoisosissa kuten suulakepuristushitsatuissa T-kappaleissa kuitenkin 30 %.

Valmisosien suojakuorihitsausten tulee kestää teräsputken muodonmuutosten (esim. kulmissa ja haaroissa) suojakuorelle aiheuttamat jännitykset.

Puskuhitsattaessa toisiinsa liitettävien suojakuorten samoin kuin suulakepuristushitsauksessa pursotettavan materiaalin ja suojakuorten tulee täyttää taulukossa 6 sulaindeksille annettu vaatimus.

### 6.3 Eristys

Eristeenä käytetään polyuretaania. Eristevaatimukset testausmenetelmineen on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Eristeominaisuudet		
Ominaisuus	Vaatimus	Testausmenetelmä
Keskimääräinen solukoko säteen suunn.	max. 0,5 mm	SFS-EN 253
Sulkeumat ja kuplat	≤ 5 % poikkileikkausalasta, yksittäinen alle 2/3 nimelliseristyspaksuudesta	SFS-EN 253
Suljetut solut	osuus ≥ 88 %	SFS-ISO 4590, men. 1
Minimitiheys	≥ 55 kg/m <sup>3</sup>	SFS-ISO 845
Puristuslujuus	≥ 0,3 MPa	SFS-ISO 844
Vedenimeytyminen	≤ 10 %	SFS-EN 253

### 6.4 Elementit ja valmisosat

#### 6.4.1 Pinnan laatu toimitusvaiheessa

Putkielementin pinnan painuma ei saa alkuperäisestä pinnasta mitattuna ylittää 15 % eristyspaksuudesta.

Käsittelyn ja varastoinnin aiheuttamat naarmut suojakuoressa eivät saa olla syvempiä kuin 10 % suojaputken alkuperäisestä seinämänpaksuudesta. Seinämänpaksuudeltaan yli 10 mm:n suojakuorilla naarmut eivät saa olla syvempiä kuin 1 mm.

#### 6.4.2 Elementtien ja osien päät

Elementtien ja osien eristyksestä vapaiden teräsputkipäiden pituus tulee olla vähintään 150 mm, nimellismitta valmistajan ilmoituksen mukaan välillä 150 – 250 mm. Toleranssi eristyksestä vapaan putkipään nimellismitasta on ± 10 mm.

#### 6.4.3 Leikkauslujuus

Leikkauslujuus mitataan aksiaalisuunnassa ja sen tulee olla ≥ 0,12 MPa 23 ± 2 °C testauslämpötilassa ja ≥ 0,08 MPa 140 ± 2 °C testauslämpötilassa SFS-EN 253 mukaisesti mitattuna.

Tyypitestauksessa tulos ilmoitetaan yhdessä koekappaleen uretaanin tiheyden kanssa.

#### 6.4.4

##### Lämmönjohtavuus

Valmiin elementin lämmönjohtavuuden tulee vanhentamattomana olla  $\leq 0,029$  W/mK mitattuna SFS-EN 253 mukaisesti. Tyypitesteauksessa tulos ilmoitetaan yhdessä koekappaleen uretaanin solukoon, tiheyden, puristuslujuuden sekä solukaasuanalyysin kanssa.

Lämmönjohtavuus tulee tyypitestata ja ilmoittaa myös vanhennettuna SFS-EN 253 mukaisesti. Tulokselle ei ole vähimmäisvaatimusarvoa.

#### 6.4.5

##### Iskunkestävyys

Iskunkestävyys alhaisessa lämpötilassa määritetään SFS-EN 253 mukaisesti. Suojakuoreen ei kokeessa saa syntyä näkyviä halkeamia.

#### 6.4.6

##### Lineaarinen vesitiiviys

Koestettaessa SFS-EN 253 mukaisesti koekappaleen tulee pituussuuntaisesti olla vesitiivis.

#### 6.4.7

##### Lämpövanheneminen

Vanhennetun elementin ja valmisosan leikkauslujuuden tulee olla kohdan 6.4.3 mukainen ja lisäksi  $23 \pm 2$  °C testauslämpötilassa vähintään 45 % vanhentamattomana mitatusta arvosta.

Lämpövanhentaminen suoritetaan SFS-EN 253 mukaisesti pitämällä virtausputkessa 170 °C lämpötilaa 7 vuorokautta.

#### 6.4.8

##### Eristyspaksuudet

Suosittelavat eristyspaksuudet (ja suojakuoren ulkohalkaisijat) ilmenevät taulukosta 4.

#### 6.4.9

##### Eristyspaksuuden poikkeamat

Teräsputki on keskitettävä hyvin suojakuoreen. Valmisosien päissä ja missä tahansa kohdassa suorassa elementissä teräsputken ja suojakuoren keskiviivojen etäisyys saa olla enintään taulukon 9 mukainen mitattuna SFS-EN 448 mukaisesti.

Käyräkappaleiden sisällä saa SFS-EN 448 mukaisesti mitattuna paikallisesti esiintyä poikkeamia, jotka ovat enintään 50 % nimelliseristyspaksuudesta, ei kuitenkaan alle 15 mm.

Taulukko 9. Teräsputken ja suojakuoren epäkeskisyys
-----------------------------------------------------

Suojakuoren ulkohalkaisija D mm	Keskiviivojen ero enintään mm
110-160	3,0
180-400	5,0
450-630	8,0
710-800	10,0
900-1400	14,0

#### 6.4.10

##### Teräsputken ja suojakuoren kulmapoikkeama

Valmisosissa teräsputken ja suojakuoren keskiviivojen kulmapoikkeama päissä saa olla enintään 2 ° mitattuna SFS-EN 448 mukaisesti.

#### 6.4.11

##### Taivutetun elementin kulmatoleranssi

Tehtaalla taivutettujen putkielementtien kulmatoleranssi on  $\pm 2^\circ$  nimelliskulmami-  
tasta.

#### 6.4.12

##### Segmenttikäyrät

Tehtaässä käyrän suojakuori segmenteistä saa peräkkäisten segmenttien välinen kulma olla enintään 45 °.

Käyrän päähän rajoittuvan segmentin pituusmitan lyhimmässä kohdassa tulee olla vähintään 200 mm.

#### 6.4.13

##### T-haaran välyys

T-haaran välyksen (pääputken suojakuoren yläpinnan ja vaakasuoran haaraputken suojakuoren alapinnan väli) tulee olla  $\geq 30$  mm, kun haaraputki on DN 300 tai pienempi. Välyksen toleranssi on tällöin  $\pm 10$  mm nimellismittasta.

Kun haaraputki on  $> DN 300$ , tulee välyksen olla  $\geq 50$  mm ja toleranssin  $\pm 25$  mm.

#### 6.4.14

##### Venttiilelementit

Elementtiosiin vaahdotettavien sulkulaitteiden tulee olla ET:n suosituksen L4 mukaisia hitsattavia venttiileitä. Sulkulaitteilla tulee olla EHP-sertifikaatti.

Ääriasentojen liikerajoittimien säätöruuvit tulee venttiilelementeissä olla käytettävissä eristeen ulkopuolella.

Venttiilelementissä eristeen ulkopuolinen karan rakenne tulee olla SFS-EN 488 mukaista korroosion kestävä materiaalia. Venttiilit voidaan kuitenkin varustaa myös messinkitulpilla. Kararakenteen läpivienti suojaputkesta tulee tiiviisti suojata kosteuden eristeeseen pääsyn estämiseksi.

#### 6.4.15

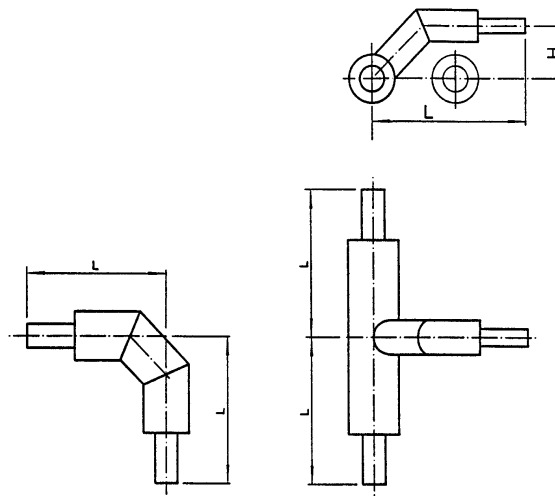
## Valmisosien rakennemitat ja toleranssit

Valmisosien pituusmitat sovitaan tapauskohtaisesti.

Valmisosien mittatoleranssien tulee olla kuvan 1 mukaiset.

Kuitenkin karan korkeuden toleranssin tulee  $\leq 300$  venttiilielementeillä olla  $\pm 5$  mm ja tätä suuremmilla  $\pm 10$  mm ilmoitetusta korkeudesta.

<b>DN</b>	<b>H</b> mm	<b>L</b> mm
$\leq 300$	$\pm 10$	$\pm 20$
$> 300$	$\pm 25$	$\pm 50$



Kuva 1. Osien rakennemittojen toleranssit



**7****Elementtien liitokset**

Elementtien liitokset tulee tehdä ET:n suosituksen L2 mukaisesti. Liitosratkaisuissa suositellaan käytettävän em. laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti testattuja ja hyväksytyjä tuotteita ja materiaaleja.

**8****Kosteudenvalvontajärjestelmä**

Elementit ja valmisosat voidaan varustaa standardin SFS-EN 14419 ja ET:n suosituksen L8 mukaisesti hälytysjohtimilla elektronisen kosteudenvalvontajärjestelmän käyttöä varten.

**9****Merkintä**

Elementit ja valmisosat on merkittävä näkyvällä sekä käsittelyn, varastoinnin ja käytön kestäväällä tavalla. Merkintä ei saa vaikuttaa suojuoreen toiminnallisiin ominaisuuksiin. Merkinnyt voi tehdä myös digitaalisesti esim. QR-koodina.

## 9.1

## Teräsputki

Teräsputkissa tulee olla ko. teräsputkistandardin mukaiset merkinnyt.

## 9.2

## Suojuori

Suojuoreen on sen valmistuksen yhteydessä merkittävä:

- valmistajan tunnus
- PE-raaka-aine (kauppanimi tai koodi)
- sulaindeksi (raaka-ainevalmistajan ilmoittama taulukkoarvo)
- nimellishalkaisija ja nimellisseinämänpaksuus
- valmistusviikko ja -vuosi

## 9.3

## Elementti

Elementin valmistajan tulee merkitä suojuoreen:

- valmistajan tunnus
- virtausputken teräslaatu
- virtausputken nimellishalkaisija ja nimellisseinämänpaksuus
- EN 253
- elementin vaahdotusviikko ja -vuosi
- mahdollisen fysikaalisen paisutusaineen tyyppi
- tieto mahdollisesta diffuusionestokerroksesta

## 9.4

## Valmisosa

Valmisosan valmistajan tulee merkitä suojakuoreen:

- valmistajan tunnus
- virtausputk(i)en teräslaatu
- virtausputk(i)en nimellishalkaisija x nimellisseinämänpaksuus
- kulmamitta (käyräkappaleisiin)
- EN 448
- valmisosan vaahdotusviikko ja -vuosi
- mahdollisen fysikaalisen paisutusaineen tyyppi
- tieto mahdollisesta diffuusionestokerroksesta
- muissa kuin kulmakappaleissa sallittu aksiaalinen voima tai jännitys
- kertatasaimissa myös min. ja max. aksiaalinen voima, täyttä kuormasykliä vastaava suunnittelulämpötilaero sekä max. käyttöpaine

## 9.5

### Venttiilielementti

Venttiilielementin valmistajan tulee merkitä suojaputkeen:

- elementin valmistajan tunnus
- venttiilin valmistajan tunnus
- venttiilin hitsauspäiden teräslaatu
- venttiilin hitsauspäiden nimellishalkaisija x nimellisseinämänpaksuus
- venttiilin paineluokka PN
- EN 488
- venttiilielementin vaahdotusviikko ja -vuosi
- venttiilin valmistuskuukausi ja -vuosi
- mahdollisen fysikaalisen paisutusaineen tyyppi
- tieto mahdollisesta diffuusionestokerroksesta

## 10

### Asennus ja asennusvalvonta

Asennus ja sen valvonta tulee suorittaa ET:n suositusten ja ohjeiden sekä valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Valmistajan tulee antaa tarvittaessa lisäopastusta asennustyön ja työnvalvonnan suorittamisessa.

## 11

### Takuu

Takuuaika on 2,5 vuotta hankinnan vastaanotosta lukien.

Takuuaikana on valmistajan materiaali- tai valmistevirheen vuoksi kelvottomaksi osoittautuneen tuotteen tilalle mahdollisimman nopeasti toimitettava veloituksetta tilaajan varastoon uusi tai korjattava virheellinen tuote käyttöarvoltaan uutta vastaavaksi. Muista takuehdoista sovitaan erikseen kunkin hankinnan yhteydessä.

## KIINNIVAHDOTETUT KAUKOLÄMPÖJOHDOT

### **B** **KAKSIPUTKIRAKENNE (Mpuk)**

Kaksiputkirakenteessa ovat meno- ja paluuvirtausputki saman suojakuoren sisässä.

Tässä esitetään täydennykset ja muutokset osan A vaatimukseen. Muut osan A vaatimukset ovat voimassa myös kaksiputkielementeille ja -valmisosille soveltuvin osin.

#### **1** **Soveltamisala ja yleiset vaatimukset**

Suosituksen osa B pohjautuu standardisarjan "Kiinnivaahdotetut teräsputkella ja polyeteenisuojaputkella varustetut esieristetyt, maahan asennettavat kaukolämpöjohtojärjestelmät" standardeihin SFS-EN 15698-1 "Putkielementit, kaksiputkirakenne" ja SFS-EN 15698-2 "Valmisosat ja venttiilielementit, kaksiputkirakenne". Suositus kattaa kokoalueen DN 15 – DN 250.

Kaksiputkirakenteella rakennettava kaukolämpöjohto on tarkoitettu asennettavaksi virtausputket päällekkäin. Niihin valmisiin, joissa saattaa tulla epäselvyyksiä virtausputkien sijoittelusta, tulee meno- ja paluuputkien sijainti merkitä (esim. muutoskappaleissa 2Mpuk-Mpuk menoputki oikealta alas).

Valmisosissa virtausputket kiinnitetään toisiinsa hitsaamalla putkiin kiinnityslevyt standardin SFS-EN 15698-2 mukaisesti. Suorissa elementeissä kiinnityslevyjä ei tarvita.

#### **2** **Suojakuoren halkaisija, eristyspaksuus ja putkiväli**

Taulukossa 10 esitetään osan A taulukkoa 4 vastaten dimensioittain suositeltava suojakuoren ulkohalkaisija, tätä vastaava eristyspaksuus mitattuna pystysuoraan virtausputken ulkopinnasta suojakuoren sisäpintaan ja virtausputkiväli. Suojakuorten halkaisijatoleranssit ja seinämänpaksuudet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 10. Suositeltavat eristyspaksuudet / suojakuoren ulkohalkaisijat ja virtausputkivälit			
Teräsputki	Suojakuoren ulkohalkaisija D	Eristyspaksuus teräsputken ja suojakuoren nimellimitoilla	Virtausputkien etäisyys
DN	mm	mm	mm
15	160	46	19
20	160	41	19
25	180	44	19
32	200	45	19
40	200	39	19
50	250	51	20
65	280	50	20
80	315	52	25
100	400	68	25
125	500	90	30
150	560	86	40
200	710	106	45
250	900	146	45

Valmisosien ja venttiilielementtien päissä eristyspaksuus tulee olla taulukon 10 mukainen. Osien sisällä eristyspaksuus voi vaihdella rakenteesta riippuen, mutta sen tulee olla vähintään 15 mm.

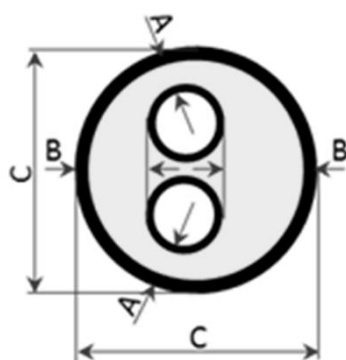
Valmisosien ja venttiilielementtien sisällä virtausputkien etäisyys voi vaihdella, kunhan teräsputkien jatkohitsausmahdollisuus säilyy.

### 3

#### Keskityspoikkeama

Teräsputkien ja suojakuoren keskityspoikkeaman tulee olla taulukon 11 mukainen. Suorilla elementeillä keskityspoikkeama määritetään teräsputkien yhteisen keskiviivan ja suojakuoren keskiviivan erotuksena. Valmisosissa ja venttiilielementeissä keskityspoikkeama ja epäpyöreys määritetään mittaamalla kahteen kertaan mitta A, B ja C kuvan 2 mukaisesti. Osien päissä kussakin mittauksessa ero saa olla enintään 2 kertaa taulukon 11 arvo.

Taulukko 11. Teräsputkien ja suojakuoren epäkeskisyys	
Suojakuoren ulkohalkaisija D mm	Keskiviivojen ero enintään mm
75-160	3,0
180-400	5,0
450-630	8,0
710-800	10,0
900	14,0



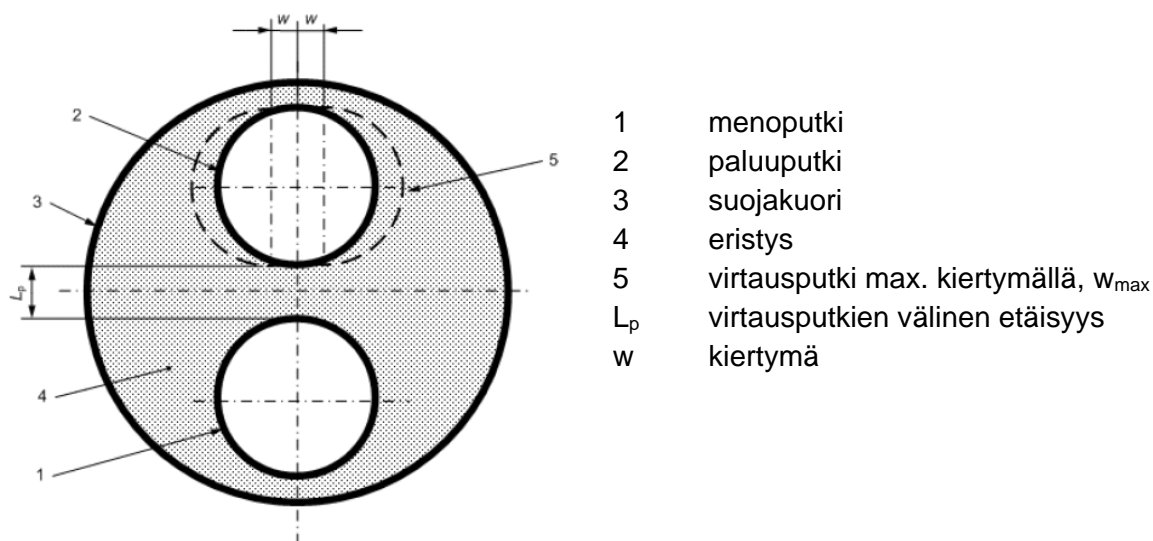
- A = lyhin teräsputken ja suojakuoren etäisyys  
 B = pisin suojakuoren ja teräsputkien reunatason välinen etäisyys  
 C = suojakuoren ulkohalkaisija

Kuva 2. Keskityspoikkeaman määrittäminen valmisosissa ja venttiilielementeissä

#### 4 Toleranssit

Elementtien ja valmisosien tulee osassa A esitettyjen toleranssien lisäksi täyttää seuraavat toleranssivaatimukset:

- virtausputkien päiden ero enintään 1,0 mm
- virtausputkien etäisyys toisistaan (putkien keskiviivojen ero, ks. kuva 3)
  - ± 1,0 mm elementin/osan päissä
  - ± 2,0 mm elementin/osan sisässä
- virtausputkien kiertymä toistensa suhteen  $w$  mitattuna kuvan 3 mukaisesti
  - enintään 3 mm elementin/osan päissä
  - enintään 6 mm elementin/osan sisässä
  - enintään 3 mm ns. katkaisuelementin sisässä



- |       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| 1     | menoputki                                 |
| 2     | paluuputki                                |
| 3     | suojuori                                  |
| 4     | eristys                                   |
| 5     | virtausputki max. kiertymällä, $w_{\max}$ |
| $L_p$ | virtausputkien välinen etäisyys           |
| $w$   | kiertymä                                  |

Kuva 3. Virtausputkien etäisyys toisistaan ja kiertymä

## 4

### Laadunvarmistus

Laadunvarmistus noudattaa yksiputkirakennetta koskevia menettelyjä seuraavin testausmenetelmiä koskevin poikkeuksin:

- Koekappaleet eristeen puristuslujuuden ja minimitiheyden määrittämiseksi otetaan kolmen sijasta kahdesta kohdasta ("kello 3 ja 9") elementin/osan päistä.
- Lämmönjohtavuustestiä vanhentamattomana ja vanhennettuna ei vaadita, mikäli valmistajalla on EHP-sertifikaatti yksiputkielementille, ja eristeenä käytetään samaa polyuretaania kummassakin tapauksessa. Muussa tapauksessa lämmönjohtavuustesti vanhentamattomana suoritetaan testiä varten valmistetuista yksiputkielementeistä otetuilla koekappaleilla. Vanhentamatonta lämmönjohtavuusarvoa käytetään kaksiputkielementin lämmönläpäisykertoimen (U-arvo) laskemiseen SFS-EN 15698-1 mukaisesti.
- Leikkauslujuustesti vanhentamattomana suoritetaan SFS-EN 15698-1 mukaisesti kaksiputkielementistä otetuilla koekappaleilla.
- Leikkauslujuustestiä vanhennettuna ei vaadita, mikäli valmistajalla on EHP-sertifikaatti yksiputkielementille, ja eristeenä käytetään samaa polyuretaania kummassakin tapauksessa. Muussa tapauksessa testi suoritetaan testiä varten valmistetuista yksiputkielementeistä otetuilla koekappaleilla.
- Iskunkestävyys alhaisessa lämpötilassa määritetään SFS-EN 253 mukaisesti kaksiputkielementistä otetulle koekappaleelle. Suojakuoreen ei kokeessa saa syntyä näkyviä halkeamia.

## 5

### Merkintä

Kaksiputkielementit, valmisosat ja venttiilielementit tulee merkitä SFS-EN 253, SFS-EN 448 ja SFS-EN 488 mukaisesti sillä poikkeuksella, että elementtiin merkitään EN 253:n sijasta EN 15698-1 ja valmisosiin sekä venttiilielementteihin EN 448:n ja EN 488:n sijasta EN 15698-2. Katkaistuissa teräs- ja suojaputkissa merkinnät tehdään SFS-EN 15698-2 mukaisesti.

**VIITESTANDARDIT JA -JULKAISUT**

Pääosin suositus pohjautuu ja siinä on viitattu seuraaviin standardeihin ja muihin ET:n suosituksiin ja raportteihin:

SFS-EN 253:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut tehdasvalmisteiset, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät yksiputkijärjestelmät - putkielementit" (julkaistu vain englanniksi)  
*District heating pipes – Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks — Factory made pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene*

SFS-EN 448:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut tehdasvalmisteiset, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät yksiputkijärjestelmät - valmisosat" (julkaistu vain englanniksi)  
*District heating pipes – Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks — Factory made fitting assemblies of steel service pipes, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene*

SFS-EN 488:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut tehdasvalmisteiset, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät yksiputkijärjestelmät - venttiilielementit" (julkaistu vain englanniksi)  
*District heating pipes – Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks — Factory made steel valve assembly for steel service pipes, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene*

SFS-EN 489-1:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut , suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät EN 13941-1 mukaiset yksi- ja kaksiputkijärjestelmät – liitokset ja liitoseristys" (julkaistu vain englanniksi)  
*District heating pipes – Bonded single and twin pipe systems for buried hot water networks — Part 1: Joint casing assemblies and thermal insulation for hot water networks in accordance with EN 13941-1*

SFS-EN 15698-1:2019 "Kaukolämpöjohdot – Kiinnivaahdotetut teräsputkilla, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut tehdasvalmisteiset, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät kaksiputkijärjestelmät – Osa 1: Putkielementit" (julkaistu vain englanniksi)  
*District heating pipes – Bonded twin pipe systems for directly buried hot water networks — Part 1: Factory made twin pipe assembly of steel service pipes, polyurethane thermal insulation and a one casing of polyethylene*

SFS-EN 15698-2:2019 "Kaukolämpöjohdot – Kiinnivaahdotetut teräsputkilla, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut tehdasvalmisteiset, suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät kaksiputkijärjestelmät – Osa 2: Valmisosat ja venttiilielementit" (julkaistu vain englanniksi)  
*District heating pipes – Bonded twin pipe systems for directly buried hot water networks — Part 2: Factory made fitting and valve assemblies of steel service pipes, polyurethane thermal insulation and one casing of polyethylene*

SFS-EN 13941-1:2019 "Kiinnivaahdotettujen, suoraan maahan asennettavien ja kuuman veden johtamiseen käytettävien yksi- ja kaksiputkijärjestelmien suunnittelu ja asennus – Osa 1: Suunnittelu" (julkaistu vain englanniksi)

*District heating pipes - Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly buried hot water networks - Part 1: Design*

SFS-EN 13941-2:2019 "Kiinnivaahdotettujen, suoraan maahan asennettavien ja kuuman veden johtamiseen käytettävien yksi- ja kaksiputkijärjestelmien suunnittelu ja asennus – Osa 2: Asennus" (julkaistu vain englanniksi)

*District heating pipes - Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly buried hot water networks - Part 2: Installation*

SFS-EN 14419:2019 "Kaukolämpöjohdot - kiinnivaahdotetut teräsputkella, polyuretaanieristyksellä ja polyeteenisuojaputkella varustetut suoraan maahan asennettavat ja kuuman veden johtamiseen käytettävät yksi- ja kaksiputkijärjestelmät - kosteudenvälvontajärjestelmät" (julkaistu vain englanniksi)

*District heating pipes - Bonded single and twin pipe systems for buried hot water networks — Surveillance systems*

ET suositus L2/2020 "Kiinnivaahdotettujen kaukolämpöjohtojen liitokset"

ET suositus L4/2020 "Kaukolämpöjohdoissa käytettävät sulkulaitteet"

ET suositus L11/2013 "Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet"

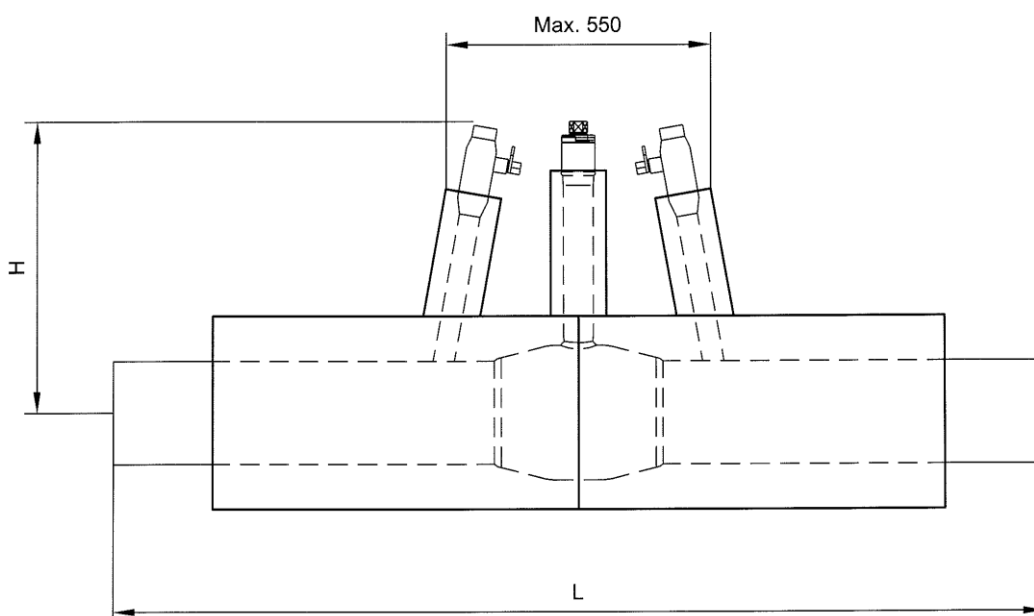
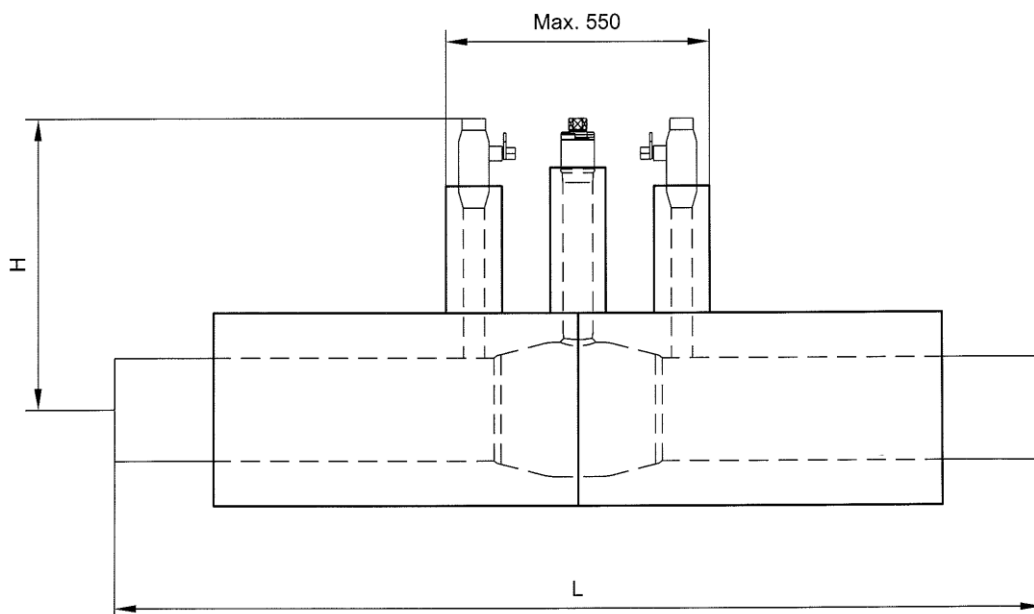
ET suositus KK3/2007 "Kaukolämmön kiertoveden käsittely"



**Suosituskuvat**

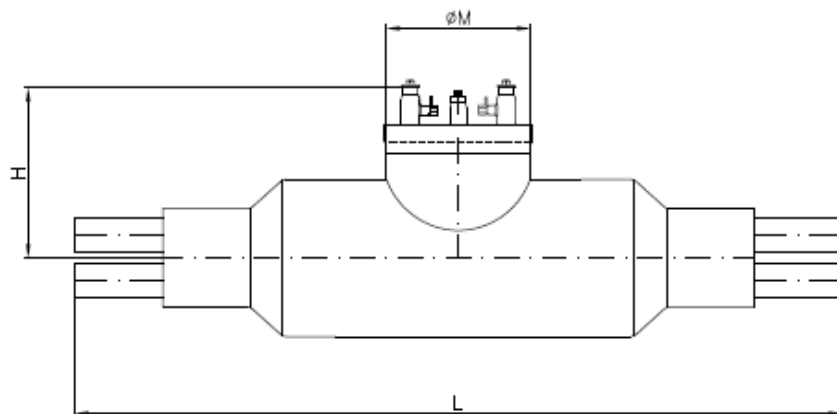
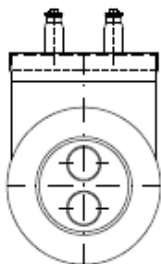
ET-251 B Yhdistelmäventtiilielementti DN 40 - 250. Rakenne ja mitoitus

ET-253 C Yhdistelmäventtiilielementti DN 2x40 - 2x250. Rakenne ja mitoitus

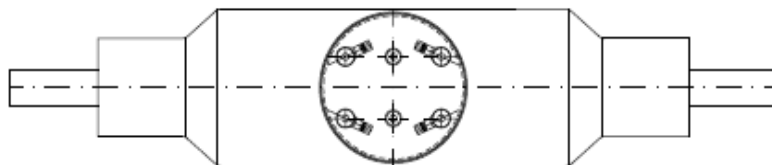


DN	H	IV/TV DN
40	350 - 450	25
50	350 - 450	
65	350 - 450	
80	380 - 480	
100	400 - 500	
125	400 - 500	
150	425 - 525	40
200	470 - 570	
250	500 - 600	

<b>Energiateollisuus ry</b>	Suhde	Päiväys <b>3.12.2009</b>
Nimitys <b>Yhdistelmäventtiilielementti DN 40 - 250</b> <b>Rakenne ja mitoitus</b>	Piir.no. <b>ET - 251 B</b>	



DN	H	M <sub>max</sub>	POISTO
40+40	400-500	400	DN25
50+50	400-500	400	
65+65	400-500	400	
80+80	400-500	400	
100+100	400-500	500	
125+125	400-500	500	
150+150	450-600	560	DN40
200+200	500-700	630	
250+250	550-750	800	

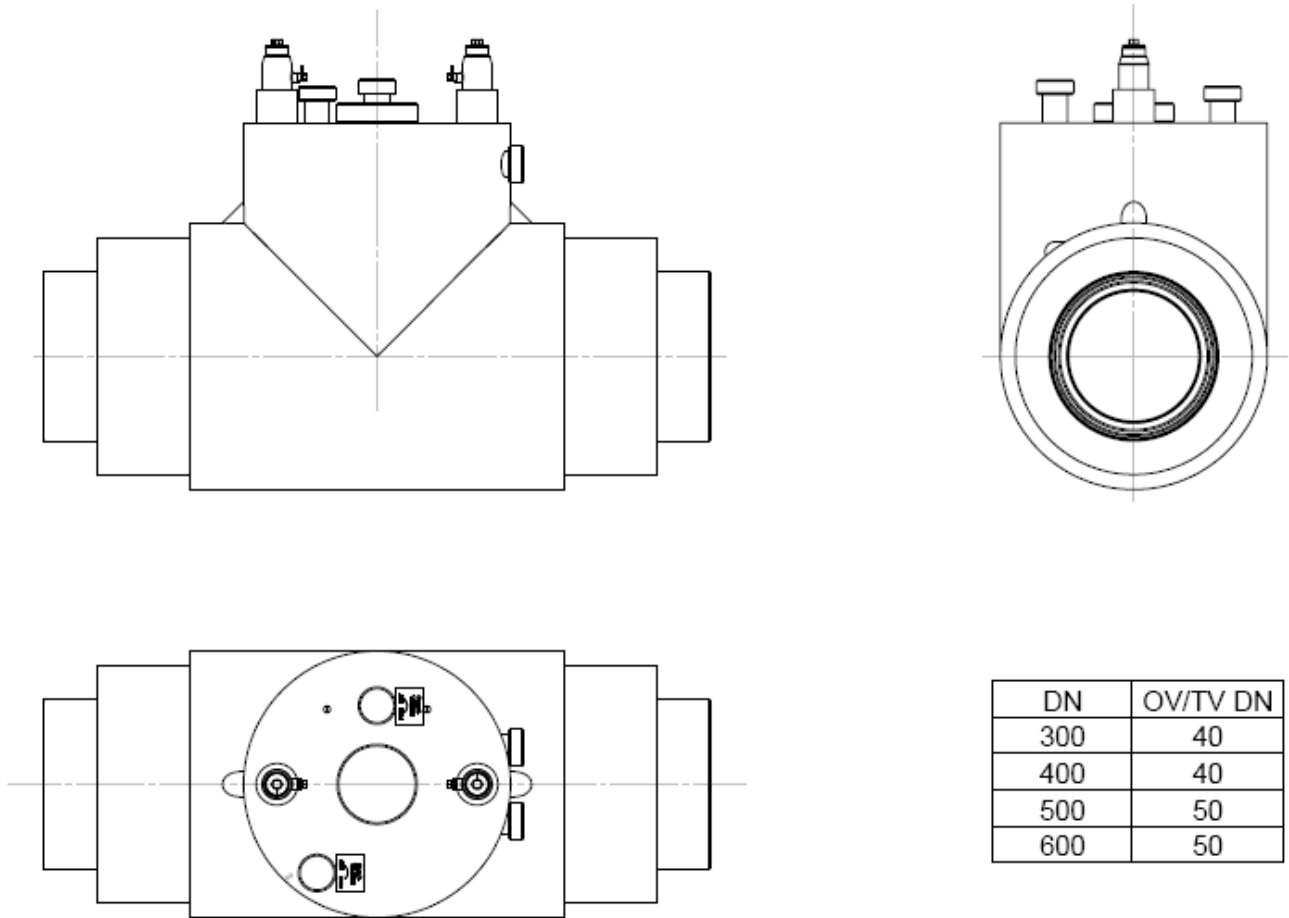


<b>Energiateollisuus ry</b>	Suhde	Päiväys <b>3.12.2009</b>
Nimitys <b>Yhdistelmäventtiilielementti DN 2x40 - 2x250</b> Rakenne ja mitoitus	Piir.no. <b>ET - 253 C</b>	

**Esimerkkikuvat**

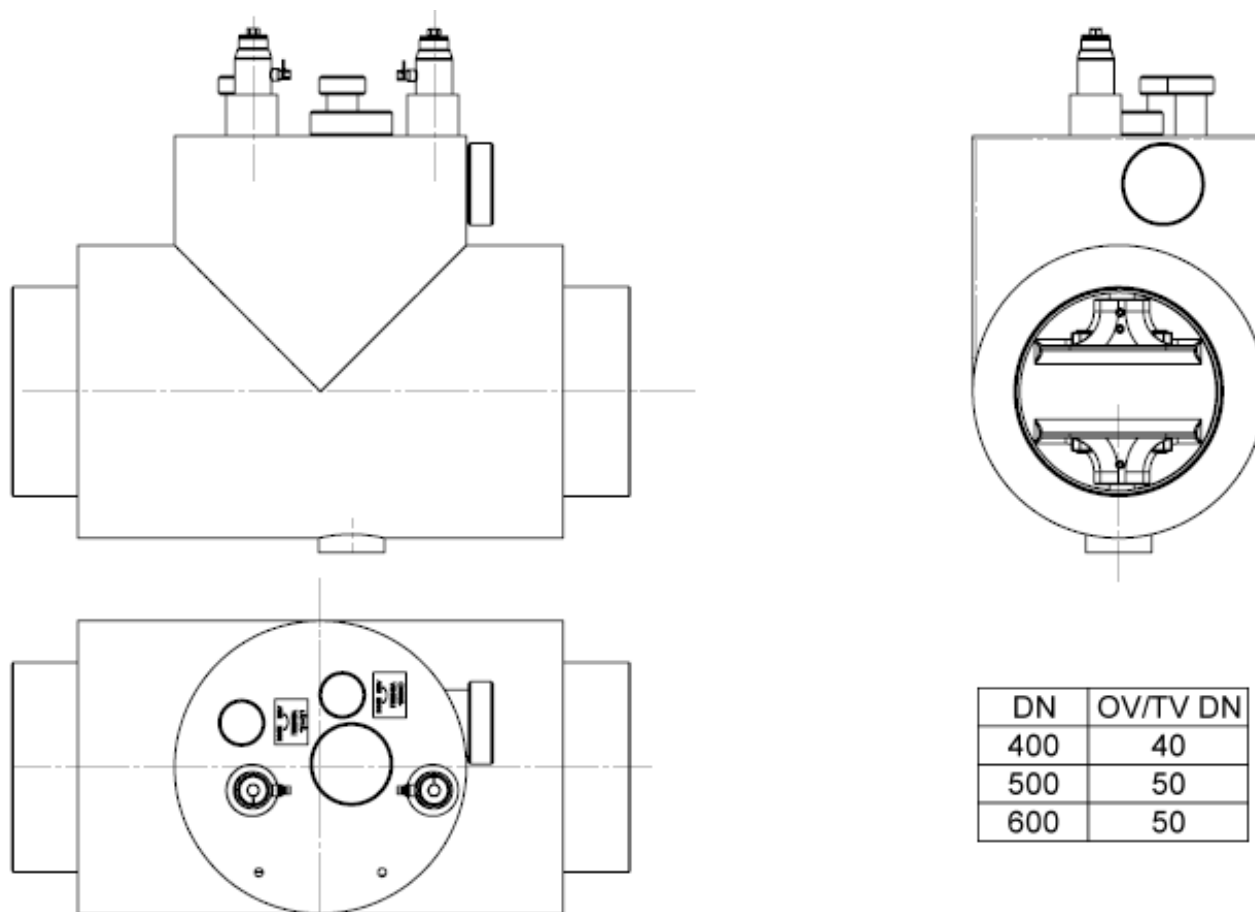
ET-252 C Yhdistelmäventtiilielementti DN 300 - 600. Palloventtiili. Rakenne ja mitoitus

ET-254 D Yhdistelmäventtiilielementti DN 400 - 600. Läppäventtiili. Rakenne ja mitoitus



**Huom!** Ohitusputki ja -venttiili kuuluu perusrakenteeseen.

<b>Energiateollisuus ry</b>	Suhde	Päiväys <b>3.12.2009</b>
Nimitys <b>Yhdistelmäventtiilielementti DN 300 - 600 Palloventtiili. Rakenne ja mitoitus</b>	Piir.no. <b>ET - 252 C</b>	



**Huom!** Ohitusputki ja -venttiili kuuluu perusrakenteeseen.

<b>Energiateollisuus ry</b>	Suhde	Päiväys <b>3.12.2009</b>
Nimitys <b>Yhdistelmäventtiilielementti DN 400 - 600 Läppäventtiili. Rakenne ja mitoitus</b>	Piir.no. <b>ET - 254 D</b>	