

# Putkistojärjestelmät

Asennusmenetelmät & kaukolämpöjärjestelmien putkivalikoima

Lisää etunimi, sukunimi, ammattinimike, organisaatio, tapahtuman nimi jne.



# LowTEMP –koulutuspaketti - YLEISKATSAUS

## Johdanto

Johdanto – Ilmastonsuojelupolitiikka ja sen tavoitteet

Johdanto- Energianjakelujärjestelmät ja matalan lämpötilan kaukolämpö

Energianjakelujärjestelmät Itämeren alueella

## Energiastrategiat ja pilottiprojektit

Energiastrategioiden kehittämisen metodologia

Pilottienergiastrategiat – tavoitteet ja edellytykset

Pilottienergiastrategiat – esimerkkejä

Pilottitestaustoimet

CO<sub>2</sub> – päästölaskenta

Elinkaariarviointilaskenta

## Taloudelliset näkökohdat

LTDH-hankkeiden elinkaarikustannukset

Taloudellinen tehokkuus ja rahoitusvajheet

Urakointi- ja maksumallit

Liiketoimintamallit ja uudet rahoitusrakenteet

## Tekniset näkökohdat

Putkistojärjestelmät

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto (CHP)

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Hukka- ja ylijäämälämpö

Ison mittakaavan lämpöpumput

Power-2-Heat ja Power-2-X -tekniikat

Lämpö-, aurinkoenergia- ja vaihemuutosmateriaalivarastot

Lämpöpumppujärjestelmät

Matalan lämpötilan järjestelmät ja lattialämmitys

Talousveden tuotanto

Ilmanvaihtojärjestelmät

## Hyvä käytäntö

Hyvä käytäntö I

Hyvä käytäntö II

# Sisältö

- **Johdatus moduuliin**
- **Yleiskatsaus putkistojärjestelmiin ja kaukolämpöinfrastruktuuriin**
  - Kaukolämpöverkon putkistojärjestelmien toiminnallinen luokittelu
  - Kaukolämpöjärjestelmien luokittelu verkkotasojen mukaan
- **Asennusmenetelmät ja putkien mallit**
- **Lämmönsiirtoaine**
- **Yksinkertaistettu ESIMERKKI verkon suunnittelusta ja lämmön arvioinnista**

# Johdatus moduuliin

## Yleistietoa kaukolämpöverkon putkistojärjestelmistä

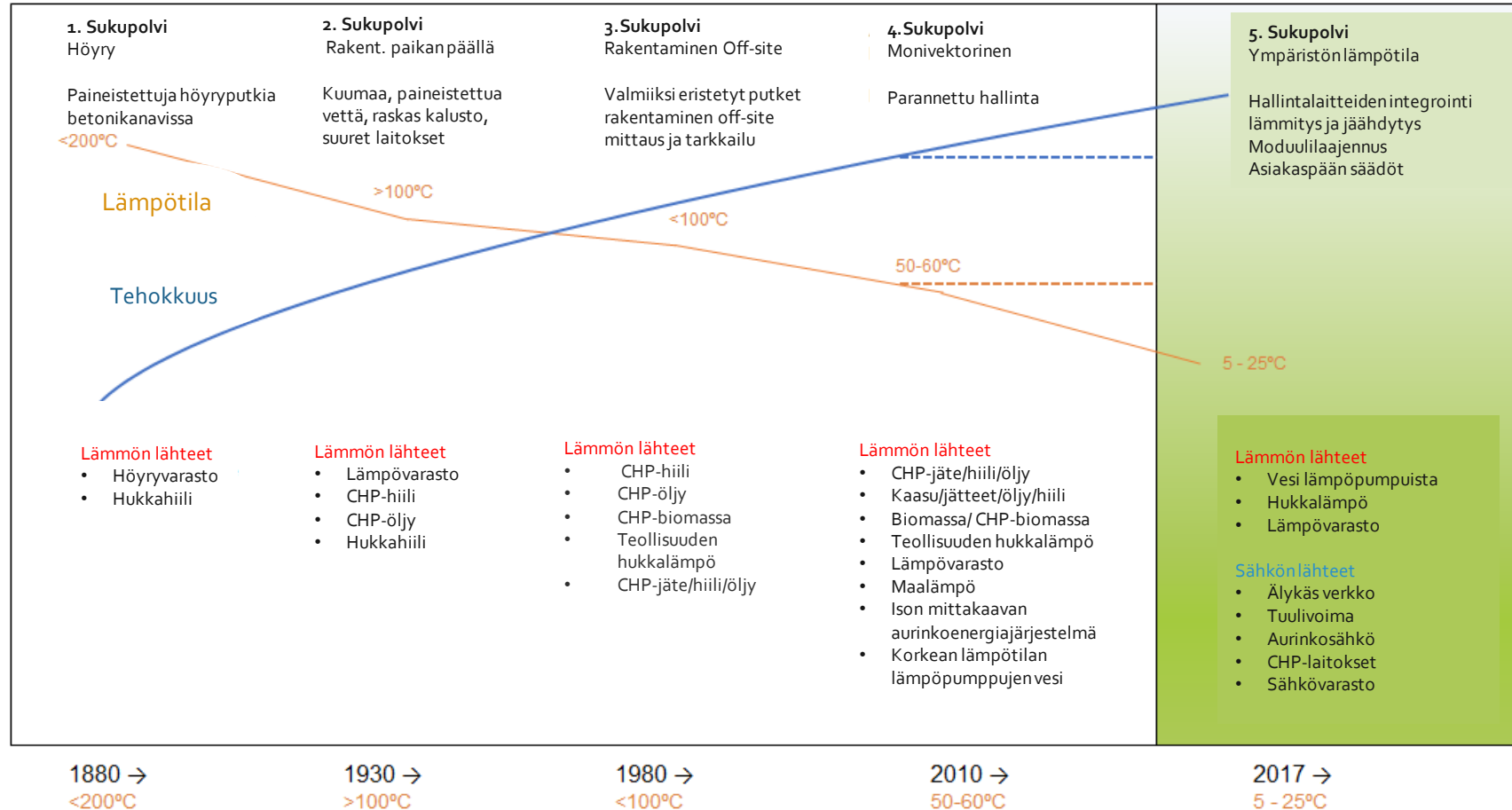
- Kaukolämpöjärjestelmien menoveden **lämpötilat** vaihtelevat yleensä 80-120 °C asteen välillä ja paluueden lämpötilat 30–70 °C asteen välillä (lämpötilataso riippuu käytetystä järjestelmästä ja muista olosuhteet, kuten säästä yms.)
- LowTEMP-verkon lämpötilataso vaihtelee 80 °C menolämpötilaan asti
- Putkistojärjestelmien **lämpöhäviöt** vaihtelevat n. 5-10 % suhteessa tuotettuun lämpöön
- Kaukolämpöverkoissa pääasiassa käytettyjä **putkityyppejä** ovat: muoviputket (PJP); Teräspuutket (SJP) ja joustavat FLEX-putket



Lähde: pixabay

**Euroopan laajuisesti kaukolämpöverkon asiakkaita voidaan arvioida olevan n. 60 miljoonaa, ja määrä kasvaa tulevaisuudessa! (Lainaus: EuroHeat & Power)**

# Johdatus moduuliin



Lämpöverkkojen suunta matalampiin lämpötiloihin ja suurempaan tehokkuuteen

Lähde: ICAX [1]

# Johdatus moduuliin

## Kaukolämpöjärjestelmien lämmöntuotantotekniikat

- Kaukolämpöjärjestelmät pystyvät integroimaan eri lämmönlähteitä samaan lämpöverkkoon
- Niinpä kaukolämpöjärjestelmät voisivat auttaa integroimaan yhä enemmän uusiutuvia energialähteitä lämmitysalalle
- **Mahdollisia lämmönlähteitä ovat:**
  - Lämmityslaitokset
  - Lämpövoimalaitokset
  - Sähkön ja lämmön yhteistuotantoyksiköt (CHP)
  - Hukkalämmön talteenotto teollisuusprosesseista
  - Jätteiden poltosta syntyneen lämmön hyödyntäminen
  - Kiinteät & nestemäiset biomassat
  - Isot lämpöpumput
  - Maalämpöyksiköt
  - Aurinkoenergiajärjestelmät jne.

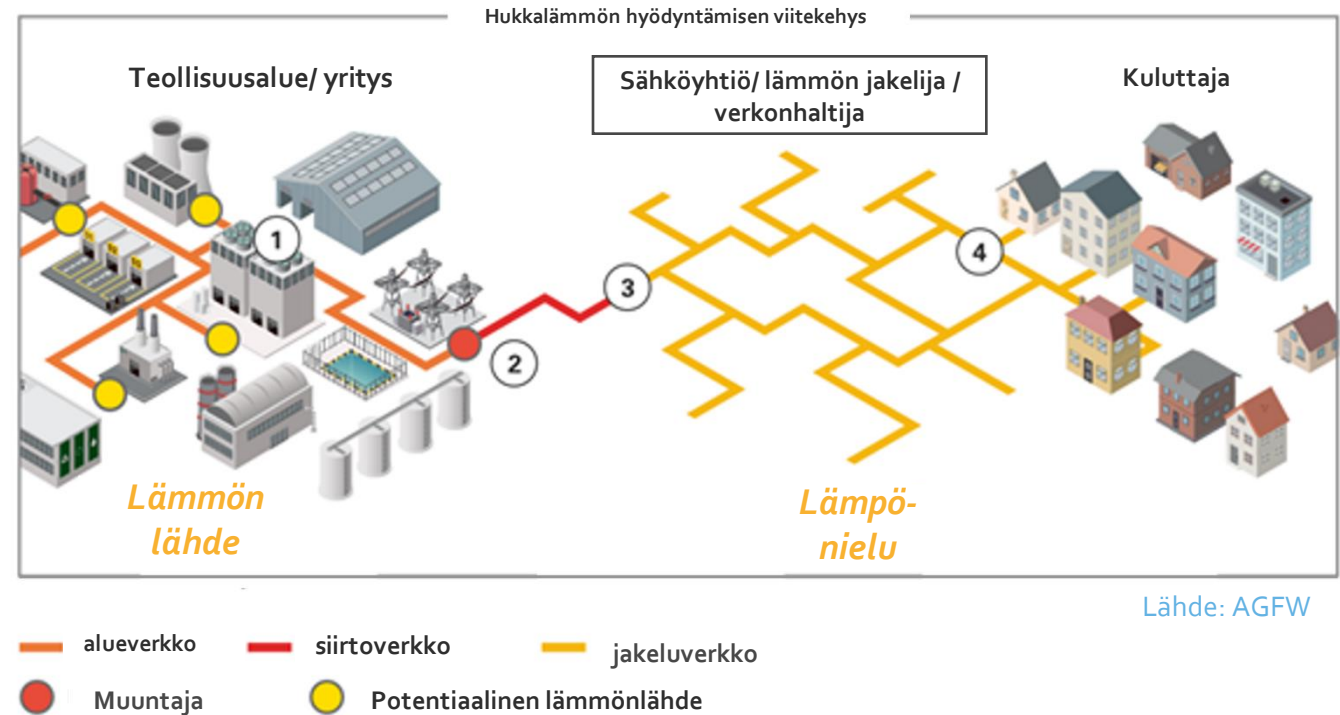


Source: pixabay

# Yleiskatsaus putkistojärjestelmiin ja kaukolämpöinfrastruktuuriin

## Kaukolämpöputkistojen toiminnallinen luokittelu:

- Kaukolämpöverkkojen putkistojärjestelmät voidaan luokitella karkeasti seuraaviin luokkiin:
  - Siirtoputket
  - Jakeluputket
  - Liitosputket (asiakkaiden järjestelmiin)
- **ESIMERKKI:** hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämpöjärjestelmässä ja sen verkkorakenteella

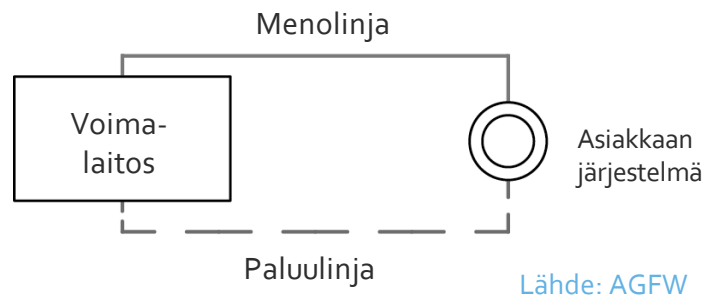




# Yleiskatsaus putkistojärjestelmiin ja kaukolämpöinfrastruktuuriin

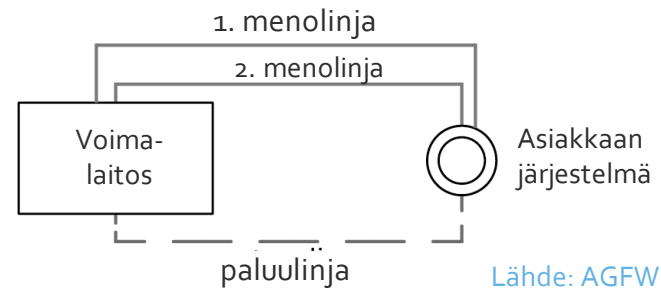
## Kaukolämpöputkistojen luokittelu verkon mukaan:

### Kahden putken järjestelmä



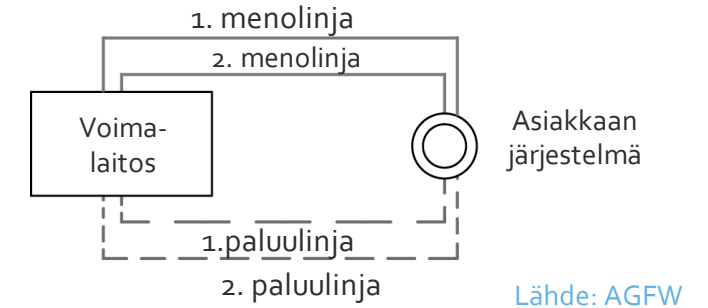
- Suljettu kaukolämpöverkko

### 3:n putken järjestelmä



- **1:stä menolinjaa** käytetään lämmitykseen
- **2:sta menolinjaa** (☞ = vak.) käytetään veden ja tilojen lämmitykseen
- Korkeammat asennuskustannukset
- Monimutkaisempi toiminta

### 4:n putken järjestelmä



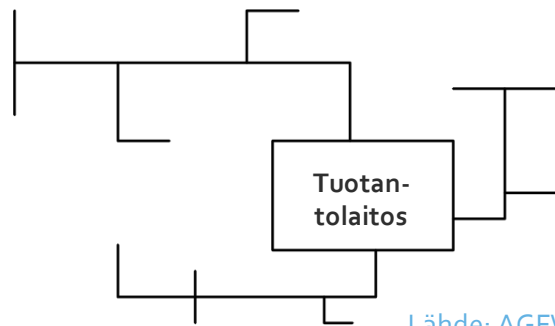
- Kaksi päällekkäistä kahden putken järjestelmää
- erityisten lämmöntarpeiden ja jakelun hallinta
- Korkeat asennuskulut
- Käytetään vain erityistapauksissa



# Yleiskatsaus putkistojärjestelmiin ja kaukolämpöinfrastruktuuriin

## Kaukolämpöverkkojen rakenteita/malleja:

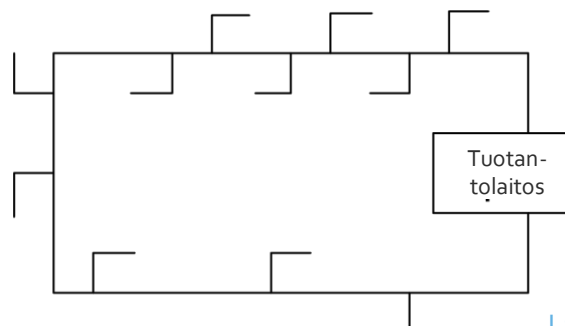
### Säteittäinen verkko



Lähde: AGFW

- Meno- ja paluulinja mitoitetaan symmetrisesti
- Lyhin pituus verrattuna muihin verkkomalleihin
- Käytetään yleensä pienissä lämpöverkoissa, joissa on yksi keskuslämmönlähde

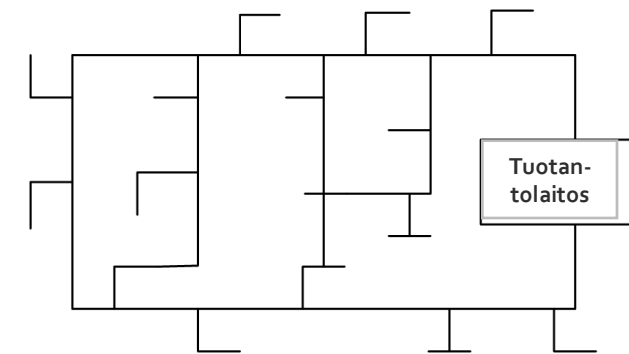
### Rengasverkko



Lähde: AGFW

- Renkaan muotoon kytketyt pääjakeluputket
- Helpottaa muiden lämmönlähteiden integrointia
- Huollon aikana on mahdollista varmistaa osittainen jakelu
- Säteittäisten ja rengasverkkojen yhdistelmät ovat mahdollisia

### Yhdistelmäverkko



Lähde: AGFW

- Yleinen versio rengasverkosta
- Jakeluputket ja lämmitysyksiköt on kytketty yhteen toiminnan aikana
- Rengasverkko ristikytkennöillä

# Yleiskatsaus putkistojärjestelmiin ja kaukolämpöinfrastruktuuriin

## Järjestelmän kokoa voidaan luonnehtia seuraavilla parametreilla:

- Putkiston pituus (kaivantopituus) [m, km]
- Lämmönjakoasemien lukumäärä
- Järjestelmään yhdistettyjen kuluttajien määrä
- Investointikustannusten määrä [M €]
- Monimutkaisuus (esim. lämpögeneraattoreiden määrä, liitäntäpisteet, verkkotasot)
- Jaettu energia (myyty lämpö) [MWh, GWh, TWh]
- Asennettu lämmöntuotantokapasiteetti [MW, GW]
- Lämpöverkon alueellinen kattavuus [km<sup>2</sup>]

(Lähde: Upgrade-DH, 2019 [2])

# Asennusmenetelmät ja putkimallit

## Maan päällä kulkevat putket



## Maan alla kulkevat putket



Lähde: molemmat AGFW

# Asennusmenetelmät ja putkimallit

## Asennusmenetelmät

- Suurin osa kaukolämpöputkistoista asennetaan yleensä maan alle
- joskus valtavia maanpäällisiä jakelulinjoja näkyy junaradan ja siltojen kupeessa ja hyvin harvoin kulkevan myös maata pitkin
- Maanalaisten linjojen suhteen käytetään kahta pääasiallista asennustapaa:
  - **Kanava-asennusmenetelmät**
  - **Kaivantoasennusmenetelmät**



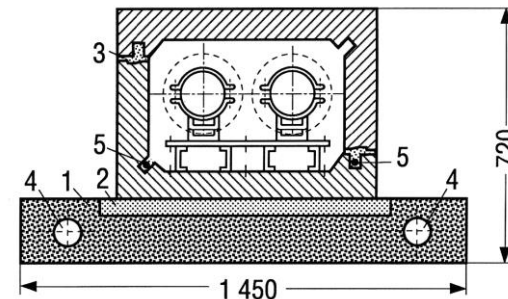
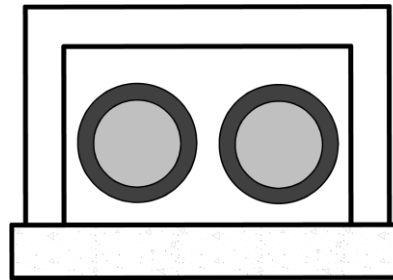
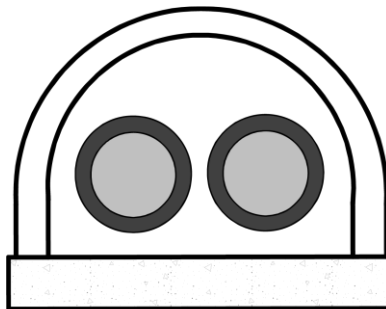
Esemukkeja kanava- ja kaivantoasennusmenetelmistä (Lähde: AGFW)



# Asennusmenetelmät ja putkimallit

## Kanava-asennusmenetelmät

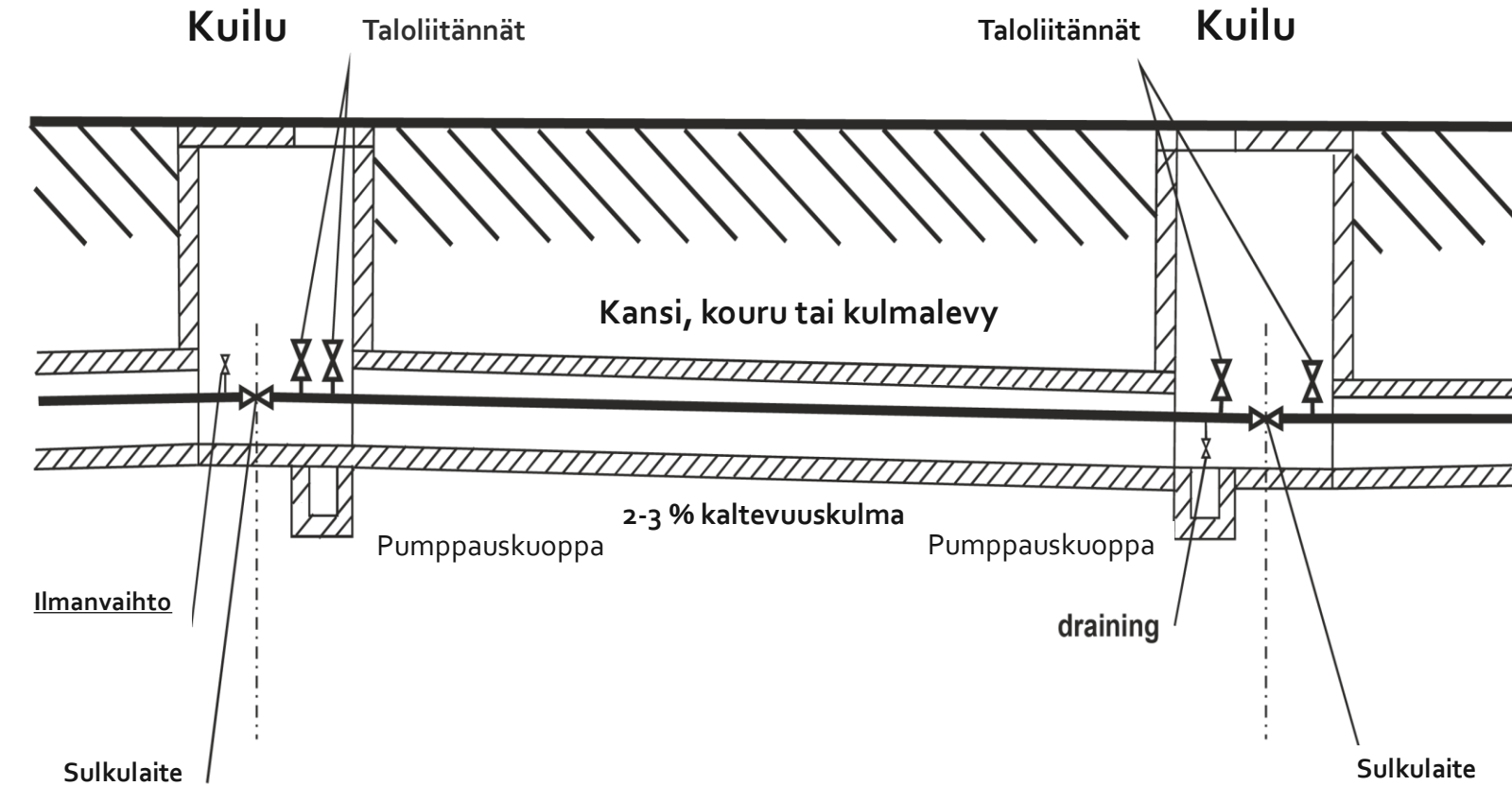
- luotettava suoja mekaanisilta vaurioilta
- suojaa kosteutta vastaan
- **mutta** erittäin kallis
- menetelmää käytetään nykyään vain hyvin erityistapauksissa
- kanavan muoto voi vaihdella



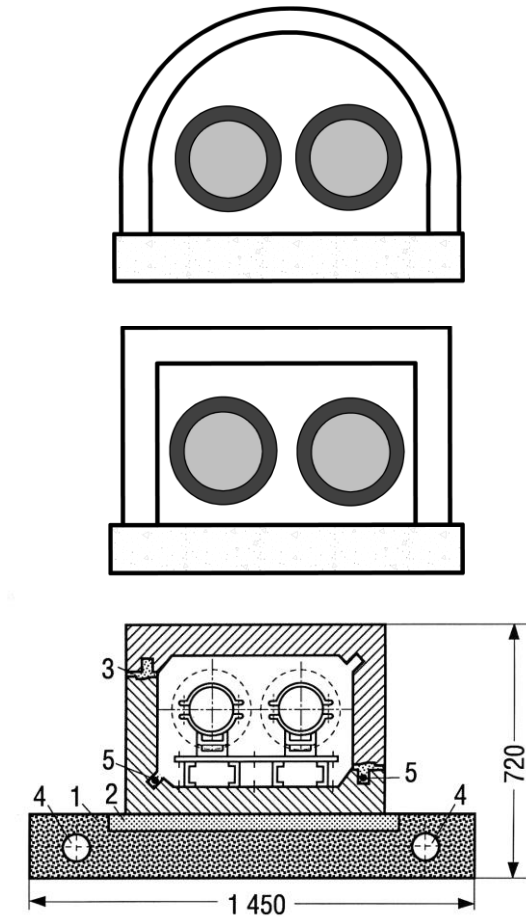
Puolikaaren muotoinen katettu kanava, Suorakaiteen muotoinen katettu kanava ja tuplakulmakanava ovat tavallisimmat kanavassa kulkevat putkistöjärjestelmät (Lähde: AGFW)

# Asennusmenetelmät ja putkimallit

## Katetun kaukolämpökanavan läpileikkaus



Lähde: AGFW



Lähde: AGFW

# Asennusmenetelmät ja putkimallit

## Tiivistelmä kanava- ja kaivantoasennusmenetelmistä

Hyödyt	Haitat
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Kestävyys ja turvallisuus ulkoisilta tekijöiltä (esim. mekaaniset (vauriot), pohja- ja pintavedet)</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kalliit asentaa</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Pitkä käyttöikä (70 vuotta)</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aikaavievät rakennustyöt</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Kuilut mahdollistavan tarkastuksen</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rakennustyöt vievät paljon tilaa</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Vaurion kohta voidaan paikallistaa riittävän hyvin</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vaikeaa tehdä järjestelmästä vedenkestävä (pohja- ja pintavettä) vastaan</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Hyvä ilmanvaihto kuilujen välillä</b></li></ul>	

Lähde: AGFW



# Asennusmenetelmät ja putkityypit

## Kaivantoasennusmenetelmä

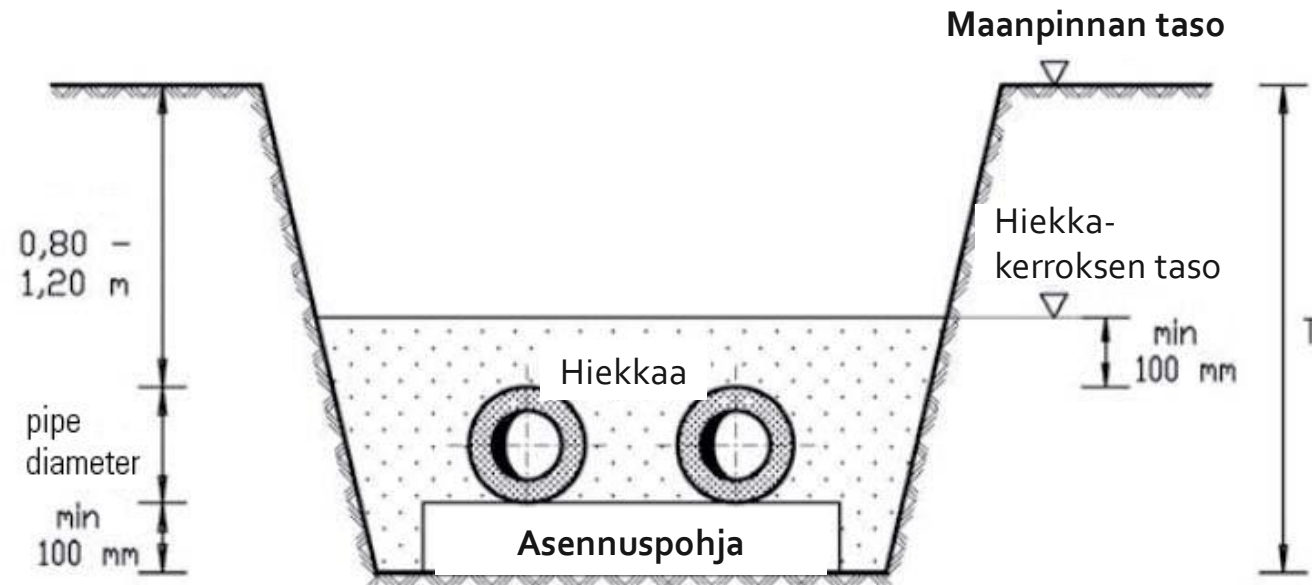
- Kaivantoasennusmenetelmät ovat paljon yleisempiä kuin kanavajärjestelmät
- On tärkeää, että putket asennetaan roudattomaan syvyyteen
- Keski-Euroopassa noin yhden metrin syvyyteen
- putkien vaurioitumisriski (roudan vuoksi) on yleensä hyvin pieni lämpöhäviöiden vuoksi
- asennuspohja tai pohjakerrokset ovat välttämättömiä putkien vaurioiden välttämiseksi
- On varmistettava, että kaivanto on tyhjennetty vedestä
- Päällä olevaa hiekkakerrosta kutsutaan myös kitkakerrokseksi, **jonka on toimittava riittävänä ja vakaana vastuksena putken aksiaaliselle liikkeelle** (Putket paikallaan pitävät vyöhykkeet ovat välttämättömiä)



Muoviputkien asennus kaivantoasennusmenetelmällä (Lähde: AdobeStock Image)

# Asennusmenetelmät ja putkityypit

## Kaivantoasennusmenetelmä



Kaukolämpökaivanto-asennusmenetelmän läpileikkaus (Lähde: AGFW)



Muoviputkien asennus kaivantoasennusmenetelmällä (Lähde: AdobeStock Image)

# Asennusmenetelmät ja putkityypit

## Putkityyppejä

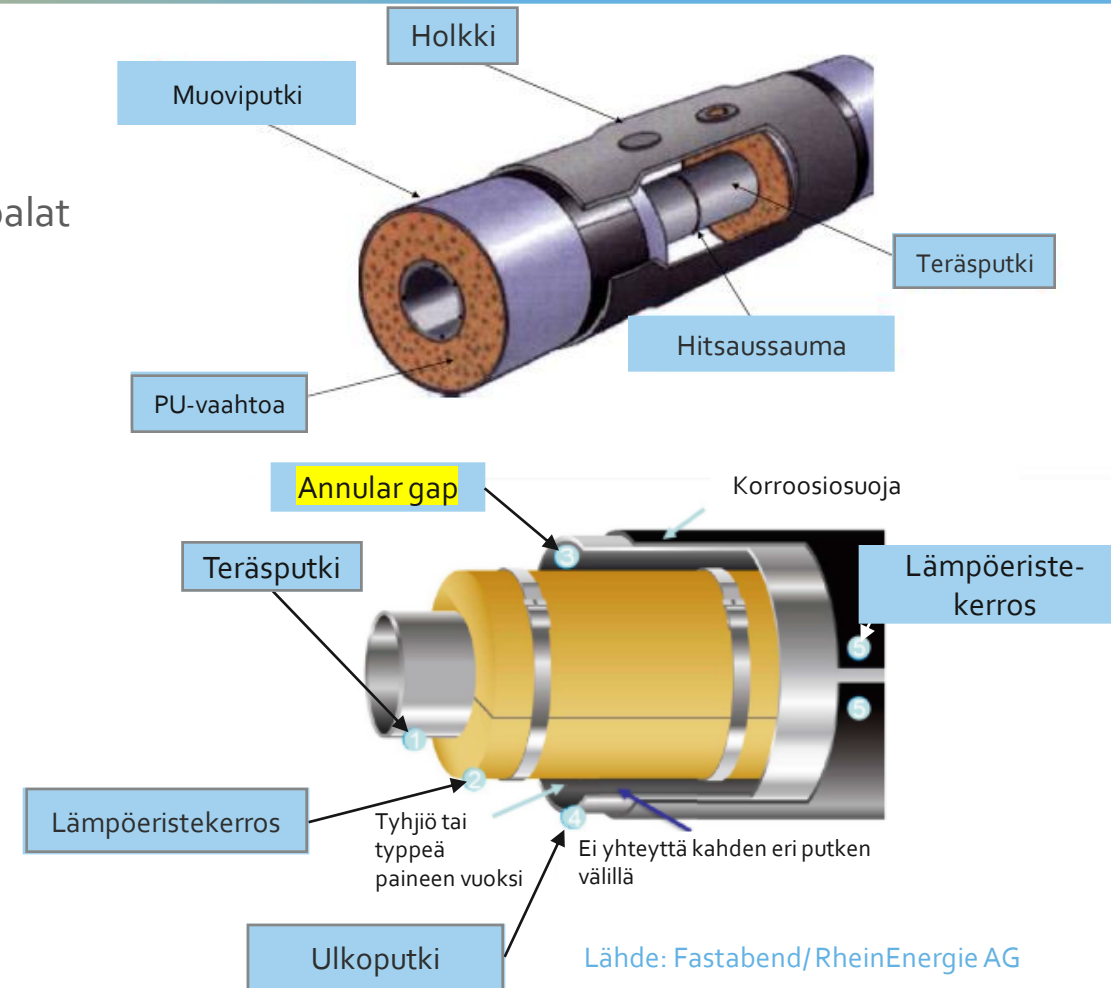
### • Teräsputki

- Luotettava suoja ulkoista kulutusta vastaan – monipuoliset käyttöalat
- Lämpöeristykseenä kuitueristysmateriaali ja/tai tyhjiö
- Väliaineen lämpötila voi olla jopa 400°C

### • Muoviputki

- Käyttöikä vähintään > 30 vuotta
- Veden- ja vaurioiden kestävä ulkopuolelta
- Hyvä lämpöeristys
- Tasainen toimintalämpötila  $\leq 120^{\circ}\text{C}$

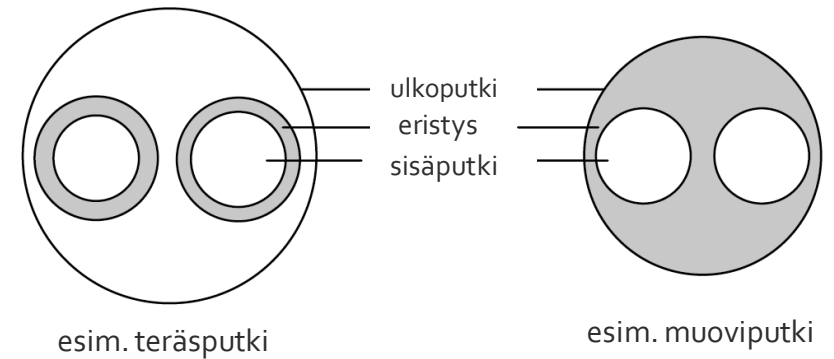
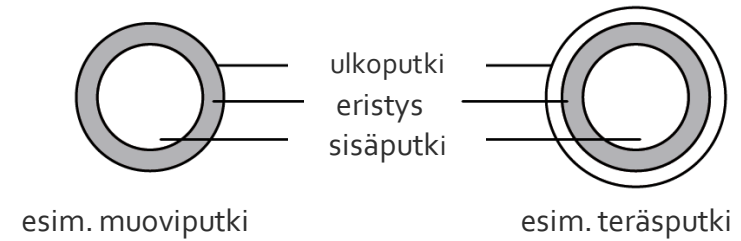
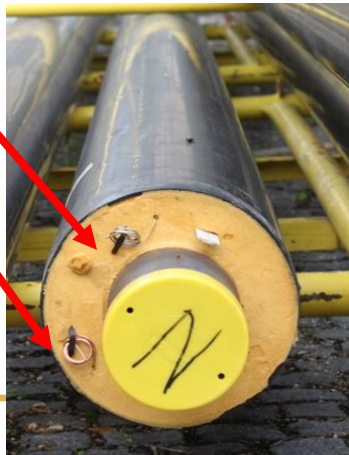
### • Molemmat toimivat teräksisten ja muovisten sisäputkien kanssa



# Asennusmenetelmät ja putkityypit

## Putkimallit

- yleisesti käytettyjen putkitekniikoiden perusrakenne - kaksi samankeskisesti sijoitettua putkea, joiden välissä on eristävä kerros
- muovista tai teräksestä valmistettu kotelo suojaa kosteudelta ja sisäputkea korroosiolta
- Eristyksen sisällä on yleensä vuodonilmaisulangat, jotka auttavat havaitsemaan vuodot



Yksi- ja kaksiputkirakenteiden läpileikkaus (Lähde: AGFW)

Lähde: D. Rutz [3]



# Asennusmenetelmät ja putkityypit

## Yleiskatsaus erilaisista muoviputkista



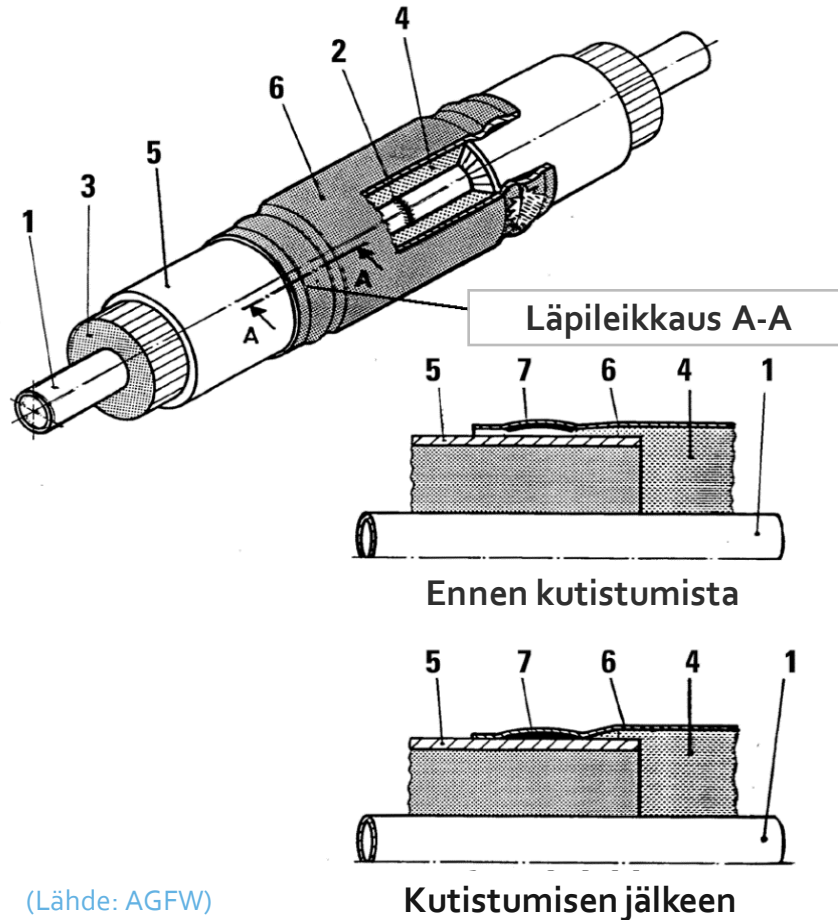
**Muoviputki, jossa on teräksinen sisäputki**  
(Lähde: D. Rutz) [3]



**Erilaisia joustavia muoviputkia– nk. FLEX-putkia – joissa on muovinen sisäputki**  
(Lähde: Logstor / Uponor)



# Yksi esimerkki putkiliitoksesta



(Lähde: AGFW)

- 1 Sisäputki
- 2 Hitsausauma
- 3 Tehtaan valmistamaa polyuretaanivaahtoa (PU)
- 4 Paikalla tehtyä PU-vaahtoa
- 5 PE-putki
- 6 PE-X-kutistumisholkki
- 7 Kutistusteippiä, jossa on kuumaa, sulatettua liimaa

# Lämmönsiirtoaine

- Kaukolämpöputkistoon vaikuttaa myös **lämmönsiirtonesteen** laatu, joka on kuvattu asiakirjassa AGFW FW 510 (2018).
- Se vaikuttaa putkiston käyttöikään ja
- teräksisen sisäputken syöpymisnopeuteen
- Huonolaatuinen vesi voi aiheuttaa saostumia putkistoihin tai venttiileihin

**Kaukolämpöjärjestelmissä käytetty vesi voidaan jakaa kahteen toimintatyyppiin:**

suolaliuoskiertovesi ja vähäsuolainen kiertovesi

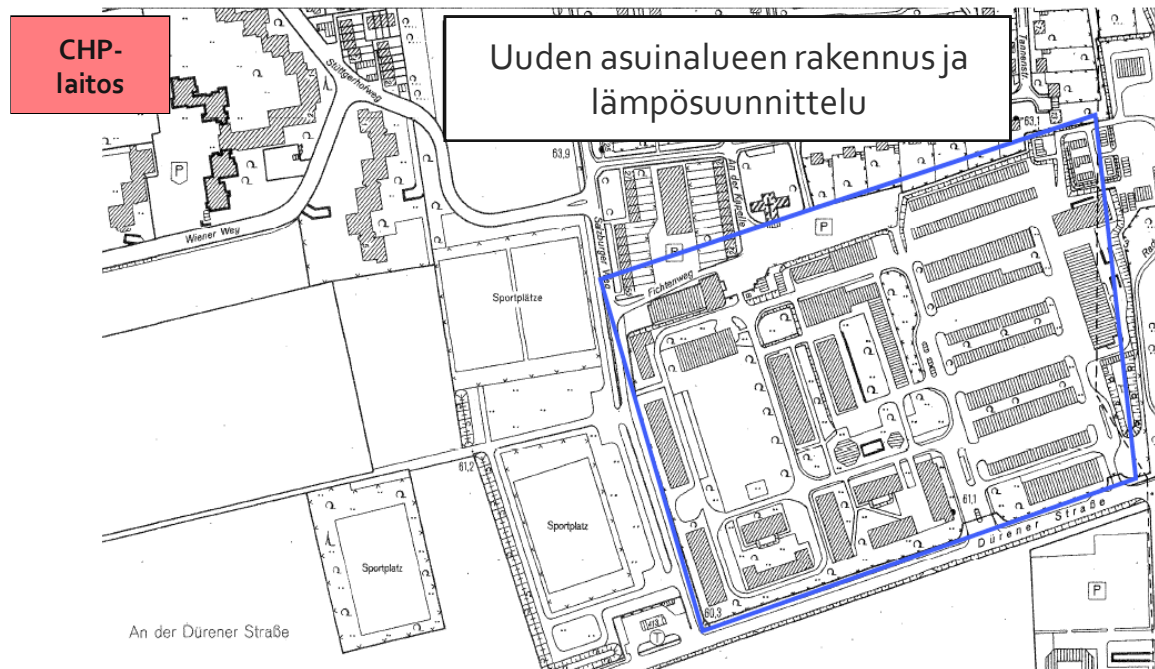
## Kaukolämpöveden arviointikriteerit ovat:

- Sähköjohtavuus 25°C:ssa
- Ulkonäkö
- pH-arvo 25°C:ssa
- Happipitoisuus
- Alkaaniset maa-ainekset (kovuus)
- Rautapitoisuus
- Kuparipitoisuus
- Sulfidipitoisuus
- Sulfaattipitoisuus



# ESIMERKKI: yksinkertaistettu malli verkon suunnittelusta

- **Esimerkki:** Esimerkki: Kaupunki aikoo rakentaa uuden asuinalueen ja läheisellä sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksella on kapasiteettia tuottaa lämpöä uudelle alueelle. Yhteistuotantolaitoksen ja asuinalueen (sinisellä) välille on suunniteltava kaukolämpöverkko.



Lähde: Dipl.-Ing. Fastabend - RheinEnergie

# ESIMERKKI: yksinkertaistettu malli verkon suunnittelusta

## 1. Askel: Määritä lämmöntarve (DIN EN 12831-lämpökuormastandardin mukaisesti)

- Kaupungilla tai sijoittajalla on yleensä tietoja lämmöntarpeesta
- Lattiapinta-ala auttaa arvioimaan lämmöntarpeen

### Experienced heat demand values

#### Yhden perheen talo

- Rivitalo            8-10 kW (ilman lämpimän veden jakelua)  
                          15-18 kW (lämpimän veden jakelulla)
- Omakotitalo       15-20 kW (ilman lämpimän veden jakelua)  
                          18-25 kW (lämpimän veden jakelulla)

### Lämmön tarve eriteltynä

- Asuminen                            40-60 W/m<sup>2</sup> LPA
- Toimistokäyttö                    60-80 W/m<sup>2</sup> LPA
- Liiketilat                            60-80 W/m<sup>2</sup> LPA
- Erityiskäyttö                      ≤ 100 W/m<sup>2</sup> LPA

LPA = lattiapinta-ala

# ESIMERKKI : yksinkertaistettu malli verkoston suunnittelusta

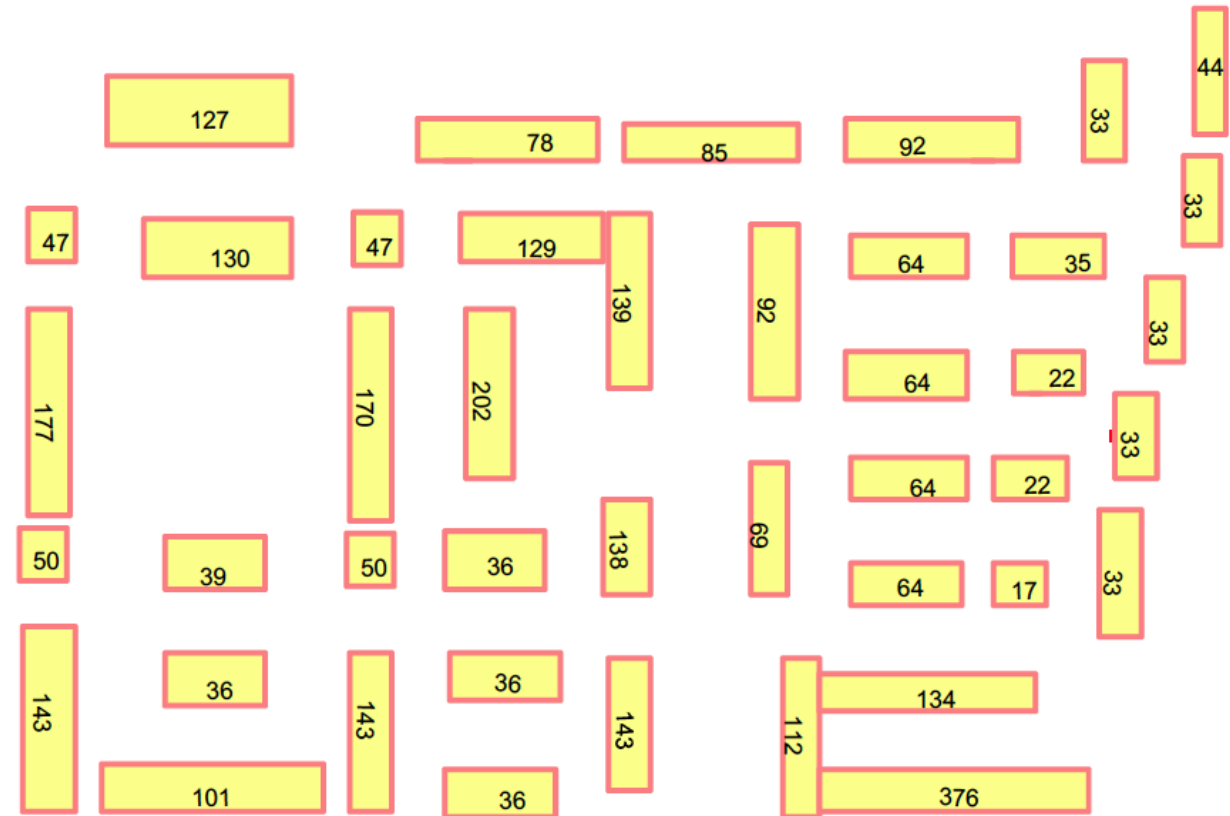
- Laskelma lämmöntarpeesta: 3.720 kW

## 2. Askel: Määritä muut parametrit

- Verkon toiminta
- Painehäviöt

## 3. Askel: Määritä ensimmäiset linjat

## 4. Askel: Mitoita putkisto



Lähde: Dipl.-Ing. Fastabend - RheinEnergie

# Viitteet

- [1] ICAX. [https://www.icax.co.uk/Fifth\\_Generation\\_District\\_Heating\\_Networks.html](https://www.icax.co.uk/Fifth_Generation_District_Heating_Networks.html)
- [2] Upgrade-DH, 2019. Upgrading the performance of district heating networks. Technical and non-technical approaches. A Handbook.
- [3] D. Rutz 2019. picture taken from: Upgrading the performance of district heating networks. Technical and non-technical approaches. A Handbook.
- [all others] AGFW 2013: Technical Handbook



LowTEMP2.0

# Yhteystiedot

## AGFW-Project GmbH

Project company for rationalisation,  
information & standardisation

Stresemannallee 30  
60596 Frankfurt am Main  
Germany

E-mail: [info@agfw.de](mailto:info@agfw.de)

Tel: +49 69 6304 - 247

[www.agfw.de](http://www.agfw.de)