

# Rørsystemer

Installationsmetoder & rørvarianter i fjernvarme

# LowTEMP træningspakke - Oversigt

## Introduktion

Intro politik og mål for klimabeskyttelse

Intro Energiforsyningssystemer og LTDH

Energiforsyningssystemer i Østersøregionen

## Energistrategier og pilotprojekter

Metode til udvikling af energistrategier

Pilot Energistrategier - Mål og betingelser

Pilot Energistrategier - Eksempler

Pilottestforanstaltninger

Beregning af CO<sub>2</sub>-emission

LCA beregning

## Økonomiske Aspekter

Livscyklusomkostninger ved LTDH-projekter

Økonomisk effektivitet og finansieringshuller

Kontrakterings- og betalingsmodeller

Forretningsmodeller og innovative finansieringsstrukturer

## Tekniske Aspekter

Rørsystemer

Varmekraftsystemer (CHP)

Solvarme i stort omfang

Affalds- og overskudsvarme

Varmepumper i stort omfang

Strøm-til-varme og Strøm-til-X

Lagring af varme, is og PCM

Varmepumpesystemer

LT og gulvvarme

Produktion af postevand

Ventilationssystemer

## Bedste Praksis

Bedste praksis I

Bedste praksis II

# Indhold

- **Introduktion til dette modul**
- **Generel oversigt over rørsystemer og fjernvarmeinfrastruktur**
  - Funktionel klassificering af fjernvarmerørsystemer
  - Klassificering af fjernvarmesystemer efter net-niveau
- **Installationsmetoder og rørdesign**
- **Varmetransportmedium**
- **Forenklet EKSEMPEL på netværksplanlægning og varmestimering**

# Introduktion til dette modul

## Grundlæggende fakta om fjernvarmerørsystemer

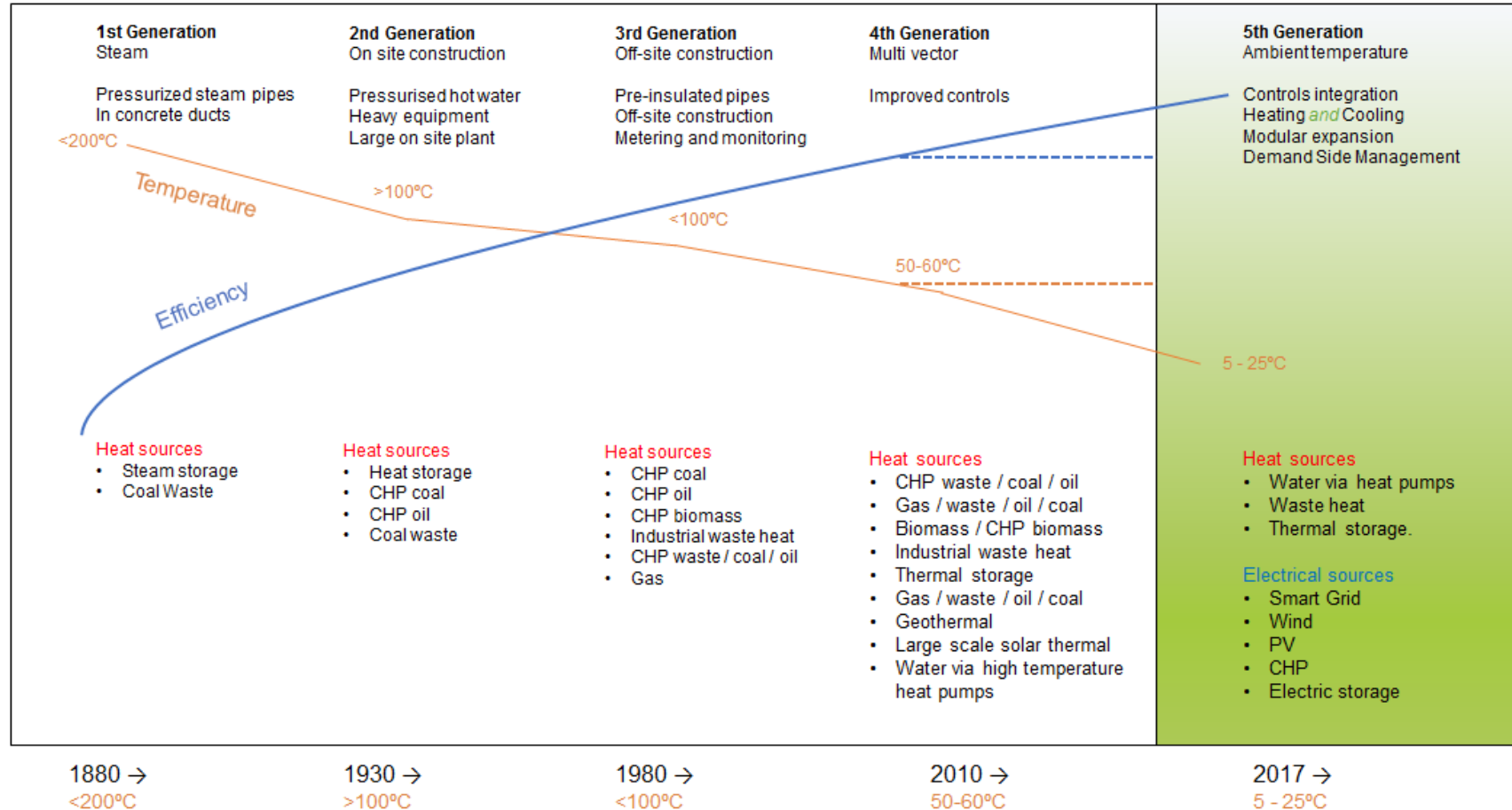
- **Vandtemperaturer** i fjernvarmesystemer varierer normalt fra 80 °C til 120 °C i forsyning og 30 til 70 °C i returvand (**temperaturniveauer afhænger af det anvendte system og andre forhold som f.eks. vejr osv.**)
- **LowTEMP-netværks temperaturniveauer ligger op til 80 °C fremløbstemperatur.**
- **Varmetab** for rørsystemer varierer fra ca. 5 til 10% i forhold til den producerede varme.
- **Type af rør**, der mest bruges i fjernvarmenetværk: plastjækkerør (PJP); Rør af stålkapper (SJP); FLEX-rør.



Kilde: pixabay

Fjernvarmekunder i hele Europa kan estimeres til ca. 60 millioner borgere med et stigende antal i fremtiden! (EuroHeat & Power)

# Introduktion til dette modul



Heat network trends to lower distribution temperatures and higher efficiency

Kilde: ICAX

# Introduktion til dette modul

## Varmegenererende teknologier inden for fjernvarmesystemer

- Fjernvarmesystemer er i stand til at integrere forskellige varmekilder inden for et varmenetværk.
- Fjernvarmesystemer kan derfor hjælpe med at integrere flere og flere vedvarende energikilder i varmesektoren.
- **Mulige varmekilder:**
  - Varmeanlæg
  - Termiske kraftværker
  - Kraftvarmeenheder (CHP)
  - Integration af spildvarme fra industrielle processer
  - Varmeudnyttelse fra affaldsforbrænding
  - Fast og flydende biomasse
  - Store varmepumper
  - Geotermiske varmeanheder
  - Solvarmesystemer, osv.

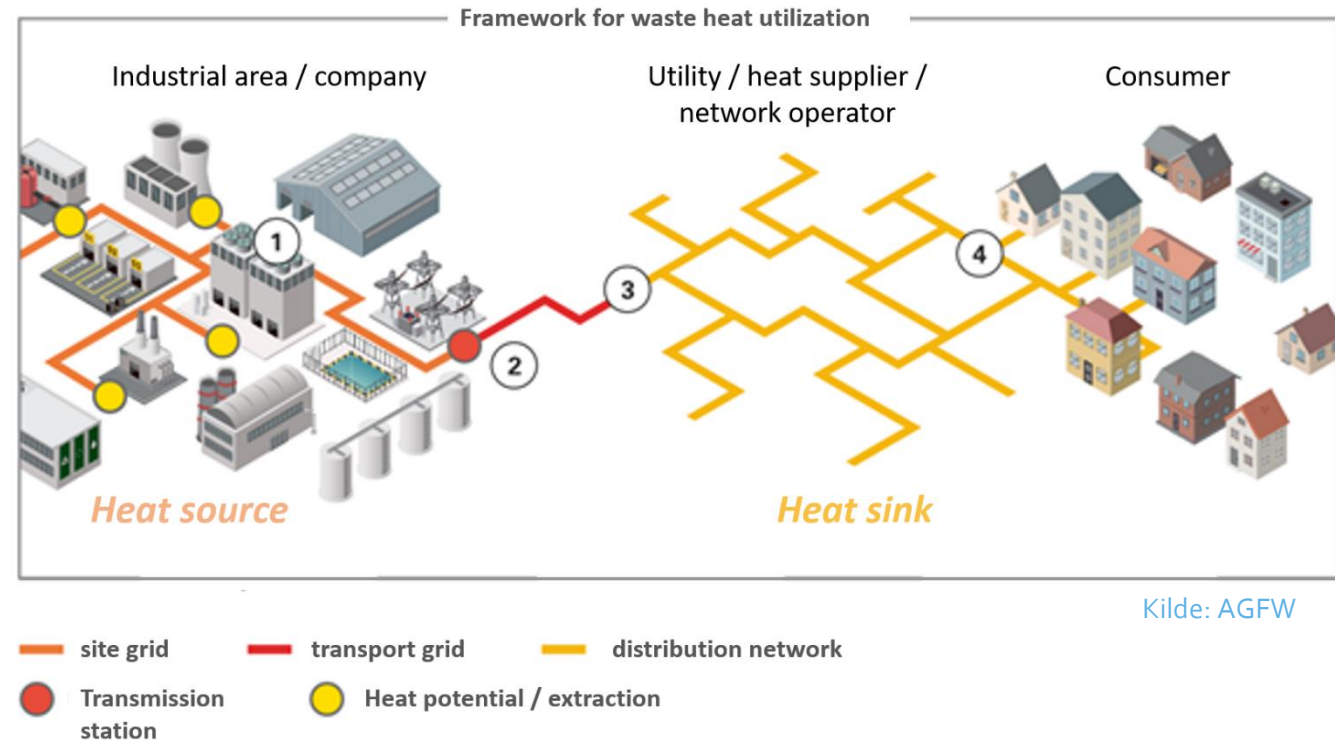


Kilde: pixabay

# Generel oversigt over rørsystemer og fjernvarmeinfrastruktur

## Functional classification of DH-pipe systems

- Rørsystemer fra fjernvarmenetværk kan groft klassificeres i følgende kategorier / termer:
  - Transportrør
  - Fordelingsrør
  - Tilslutningsrør (til forbrugerstation)
- **EKSEMPEL:** udnyttelse af spildvarme med et fjernvarmesystem og netværksstruktur.

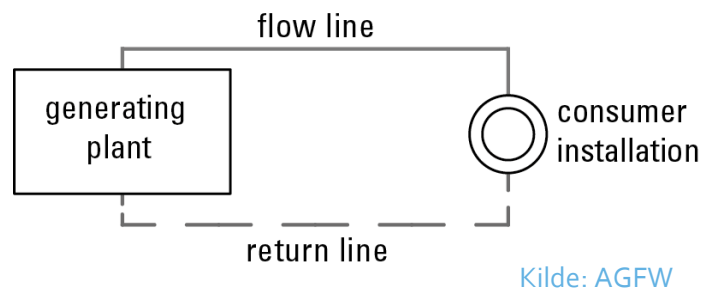




# Generel oversigt over rørsystemer og fjernvarmeinfrastruktur

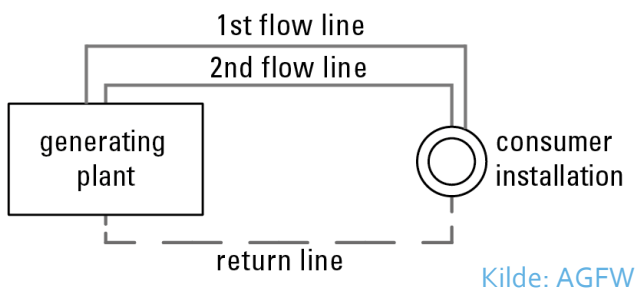
## Klassificering af fjernvarmerørsystemer efter gitterniveauer:

### Dobbelt rørsystemer



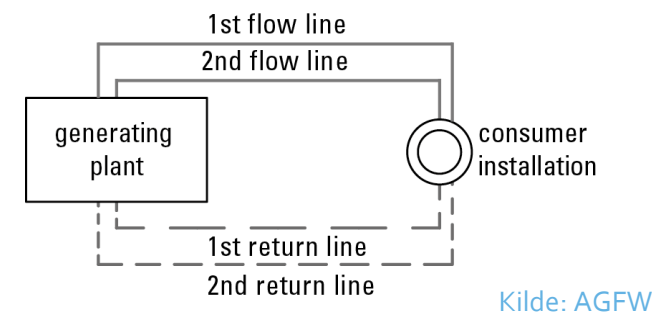
- Lukket fjernvarmenet

### 3-rørsystem



- **1. strømningledning** brugt til opvarmningsformål.
- **2. strømningledning** ( $\vartheta = \text{konst.}$ ), Der bruges til opvarmning af vand og luft.
- Høje installationsomkostninger
- Mere kompleks drift

### 4-rørsystem



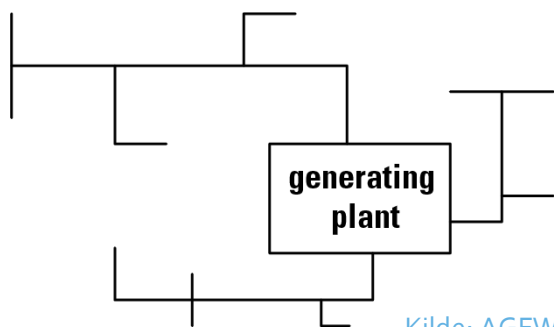
- To overlappende dobbeltrørsystemer
- Styring af specifikke varmebehov og forsyning
- Høje installationsomkostninger
- Anvendes kun i særlige tilfælde



# Generel oversigt over rørsystemer og fjernvarmeinfrastruktur

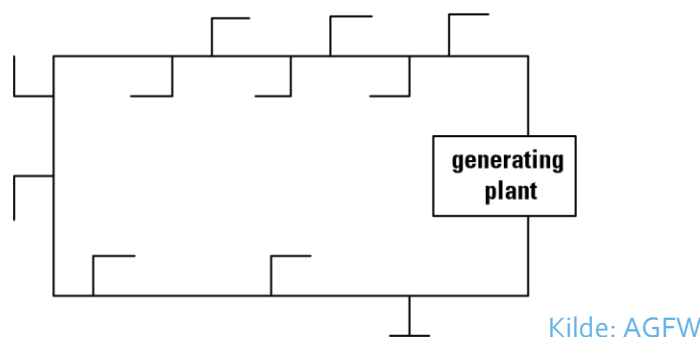
## Fjernvarmenetværk struktur/design:

### Radialt netværk



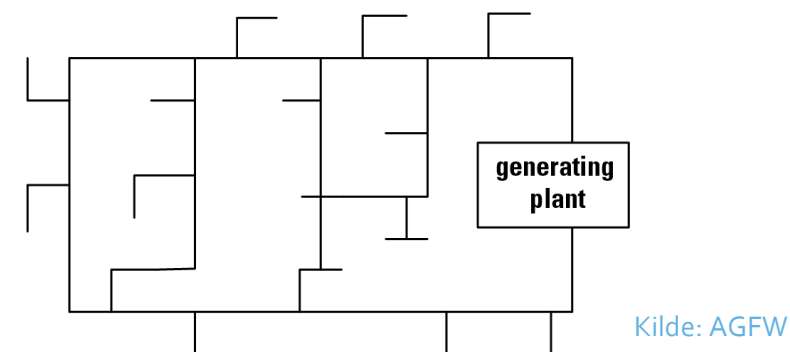
- Flow og returlinje er dimensioneret symmetrisk.
- Korteste længde sammenlignet med andre netværksdesign.
- Bruges normalt i små varmenetværk med en central varmekilde.

### Ringnetværk



- Cirkulære forbundne hovedfordelingsrør.
- Muliggør integrationen af andre varmekilder.
- Under vedligeholdelse er det muligt at sikre delforsyning.
- Kombinationer af radiale netværk og ringnetværk er mulige.

### Mesh-netværk



- Almindelig version af ringnetværket.
- Distributionsrør og varmeanheder er forbundet sammen under drift.
- Ring med tværforbindelser.

# Generel oversigt over rørsystemer og fjernvarmeinfrastruktur

## Systemets størrelse kan karakteriseres ved følgende parametre:

- Length of the piping system (trench length) [m, km]
- Rørsystemets længde (grøftlængde) [m, km]
- Antal understationer
- Antal forbundne forbrugere
- Investeringsomkostninger [M €]
- Komplexitet (f.eks. Antal varmegeneratorer, forbindelsespunkter, netniveauer)
- Distribueret energi (solgt varme) [MWh, GWh, TWh]
- Installeret kapacitet til varmeproduktion [MW, GW]
- Geografisk dækning af distriktet [km<sup>2</sup>]

(Kilde: Upgrade-DH, 2019)

# Installationsmetoder og rørdesign

## Overjordiske linjer



## Underjordiske linjer



Kilde: all AGFW

# Installationsmetoder og rørdesign

## Installationsmetoder

- Den største del af fjernvarmerørsystemer er normalt installeret under jorden.
- Nogle gange kan der findes enorme overjordiske transportlinjer ved siden af togspor, broer og meget sjældent også over land.
- For underjordiske linjer anvendes to hovedinstallationsmetoder:
  - **Kanal- eller indlægningsmetoder**
  - **Metoder til lægning af grøft**



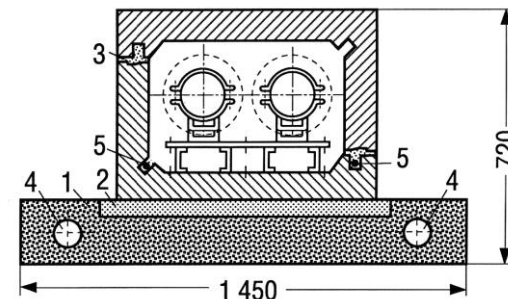
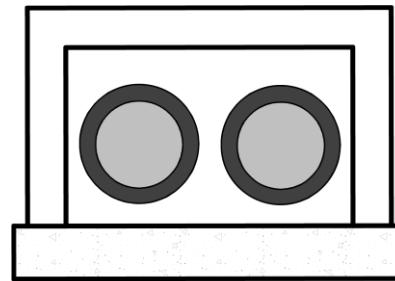
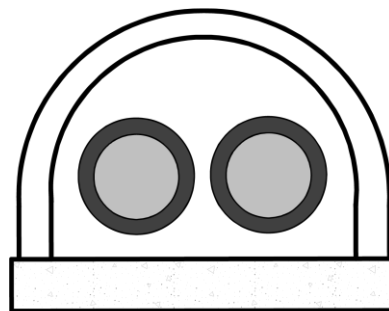
Eksempler på indlægningsmetoder og nedgravningsmetoder (Kilde: alle AGFW)



# Installationsmetoder og rørdesign

## Kanal- eller indlægningsmetoder

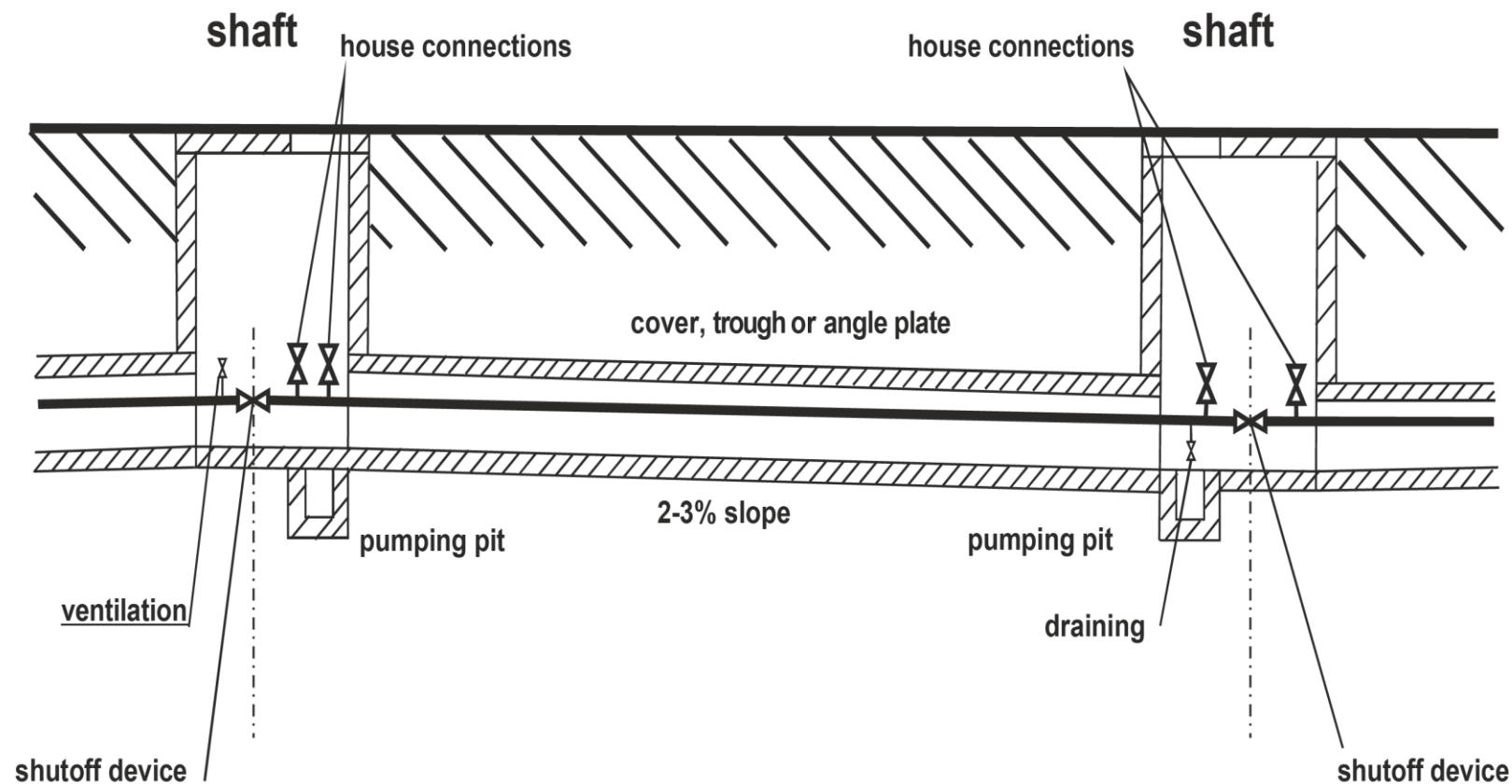
- Pålidelig beskyttelse mod mekaniske skader
- Støtte mod uønsket fugt
- **Men** meget omkostningskrævende
- Metoden anvendes kun i meget specielle tilfælde i dag. Kanalens form kan variere



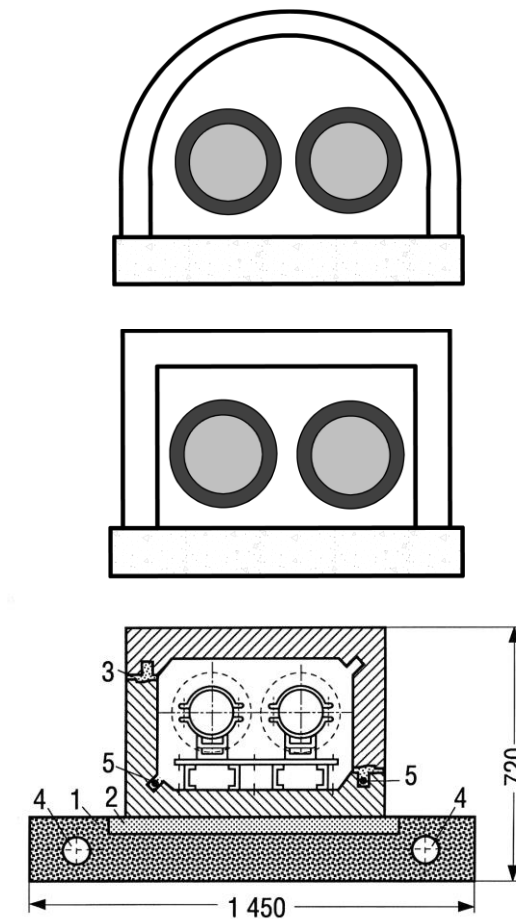
Halvcirkulær hætteklædt kanal, rektangulær hætteklædt kanal og dobbeltvinkelskanal er de mest almindelige systemer til rørledninger, der er lagt i kanaler (Kilde: AGFW)

# Installationsmetoder og rørdesign

## Tværsnit af en hætteklædt fjernvarmekanal



Kilde: AGFW



# Installationsmetoder og rørdesign

## Oversigt over kanal- eller indlægningsmetoder

Fordele	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robusthed og sikkerhed mod ydre påvirkninger (f.eks. Mekanisk, grund- og overfladevand)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dyr installation</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Høj forventet levetid (70 år)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidskrævende konstruktion</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aksler tillader inspektion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der er brug for meget plads til byggeri</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skadepunkt kan lokaliseres tilstrækkeligt nok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vandtæthed mod grund- og overfladevand er vanskelig</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• God ventilation fra aksel til aksel</li> </ul>	

Kilde: AGFW



# Installationsmetoder og rørdesign

## The trench laying method

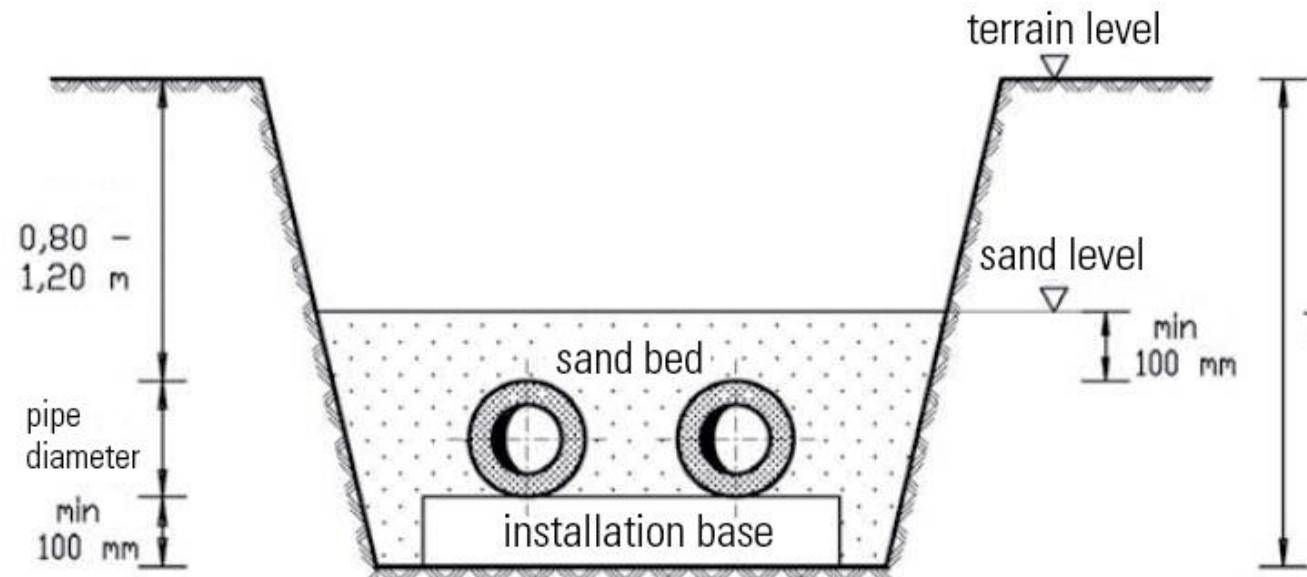
- Skyttegravsmetoder er meget mere almindelige end konstruktionen af hætteklædningssystemer.
- Det er vigtigt, at rørene implementeres i frostfri dybde.
- Cirka en meters skyttegravdybde til Centraleuropa.
- Risikoen for frostskeer på rørene er normalt meget lav på grund af varmetab.
- Installationsbase eller strøelse er nødvendige for at undgå rørskeer.
- Dræning af grøften skal sikres.
- Toplægningssandlag kaldes også **frikionslaget**, der skal give **tilstrækkelig og stabil modstand mod aksial rørbevægelse** (implementering af vedhæftningszoner er nødvendig).



Installation af plastjakerør med grøftemetoden (Kilde: AdobeStock Image)

# Installationsmetoder og rørdesign

## Skyttegravsmetoden



Tværsnit gennem et fjernvarme grøftesystem (Kilde: AGFW)



Installation af plastjakerør med grøftemetoden (Kilde: AdobeStock Image)

# Installationsmetoder og rørdesign

## Rørdesigns

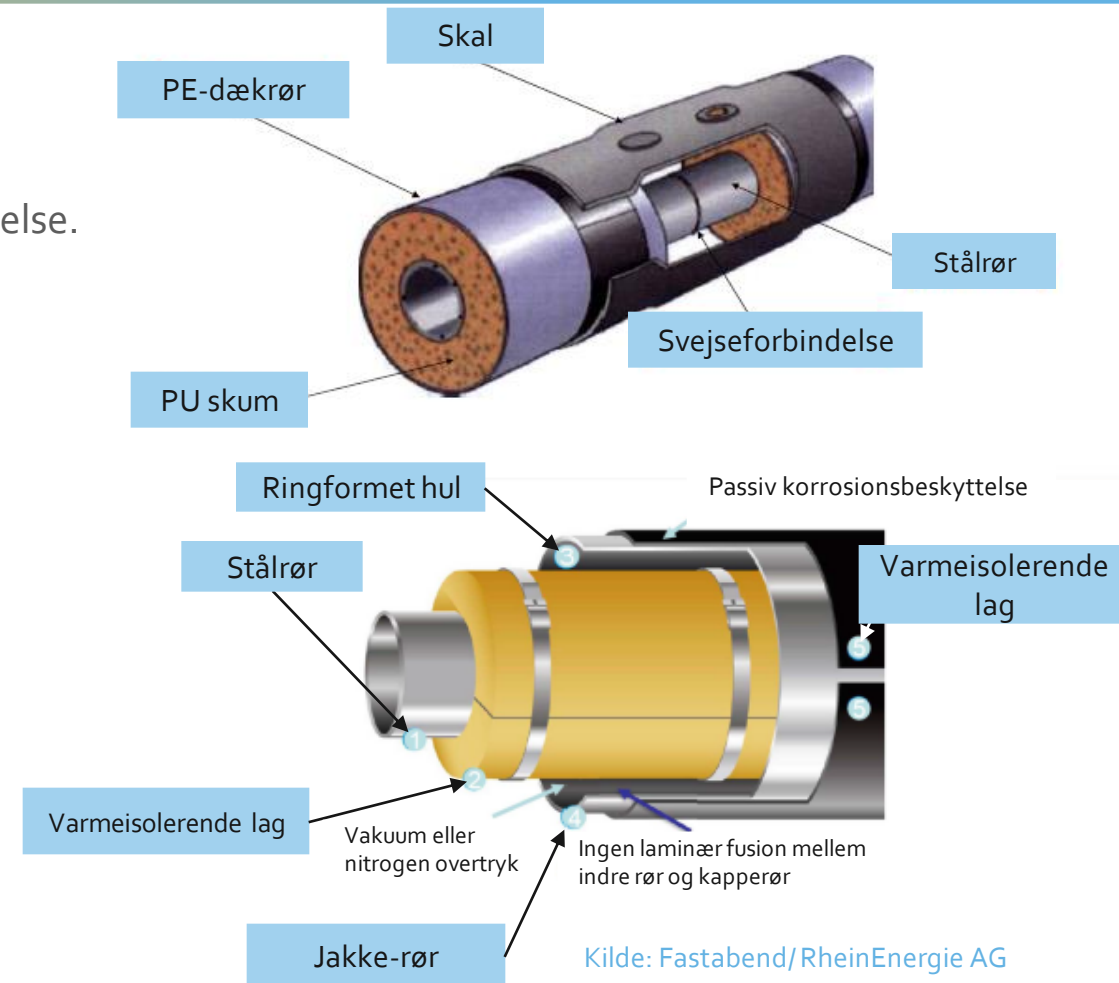
### • Rørsystemer af stålkappe

- Pålidelig beskyttelse mod eksterne belastninger - alsidige anvendelse.
- Varmeisolering pr. Fiberisoleringsmateriale og / eller vakuum.
- Medium temperaturer op til 400 °C.

### • Plastjakke rørsystemer

- Minimum levetid > 30 år.
- Vand- og skadesikker mod ydre belastninger.
- God varmeisolering.
- Konstant driftstemperatur  $\leq 120$  °C.

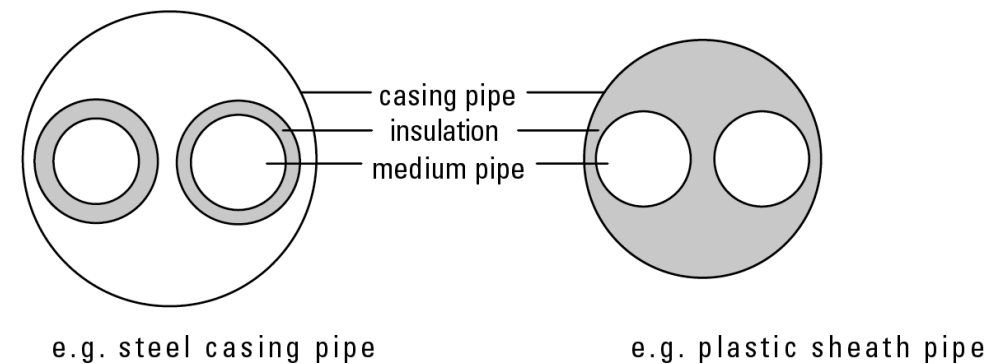
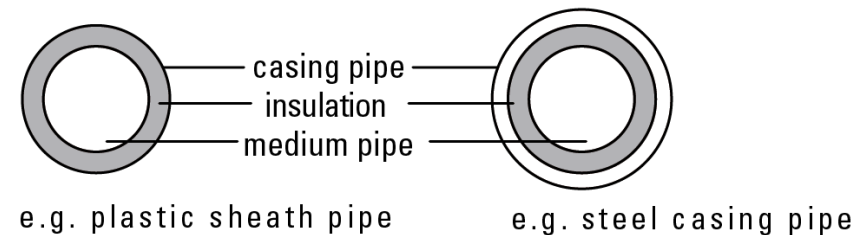
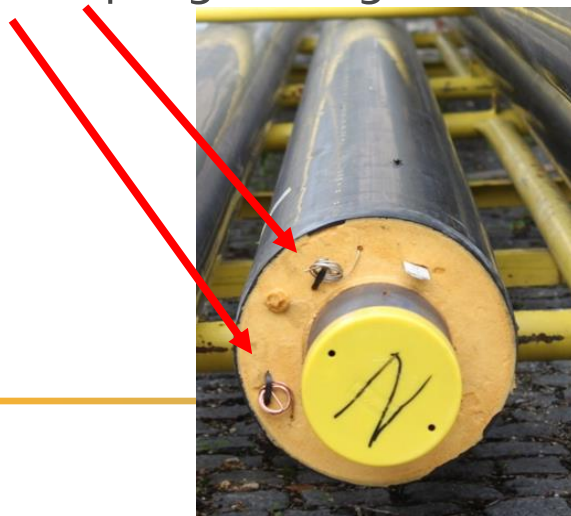
### • Begge fungerer med stålrør og plastrør



# Installationsmetoder og rørdesign

## Rørdesigns

- Grundlæggende struktur for almindeligt anvendte rørteknologier - to koncentrisk placerede rør, der er adskilt af et isolerende lag.
- Udvendigt hus fra plast eller stål fungerer som beskyttelse mod fugt og korrosion af det indre mediumrør.
- Er normalt udstyret med ekstra ledninger inde i isoleringen, som kan hjælpe med at opdage lækager.



Et-rør og to-rør layout (Kilde: AGFW)



# Installationsmetoder og rørdesign

## Oversigt over forskellige PJP'er



PJP-rør med et  
mediumstålrør  
(Kilde: D. Rutz)

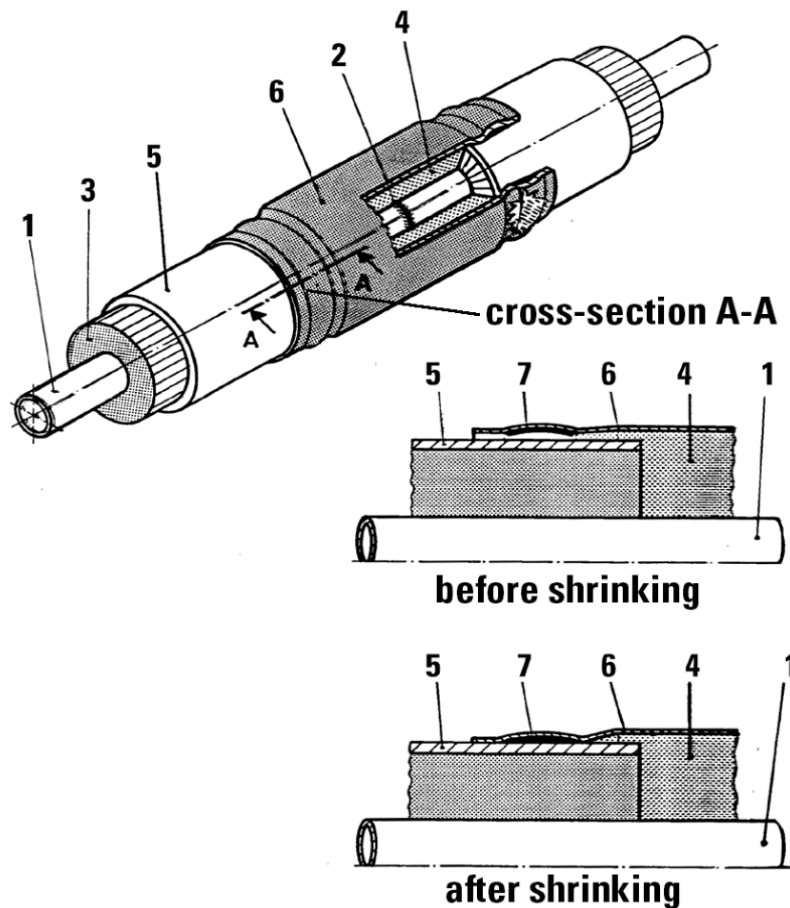


Varianter af fleksible PJP'er - såkaldte PEX-rør - med et medium plastrør (Kilde: Logstor / Uponor)

(Kilde: Logstor / Uponor)



# Et eksempel på skalforbindelser



- 1 Medium rør
- 2 Svejseforbindelse
- 3 Fabriksproduceret PU-skum
- 4 PU-skum produceret på stedet
- 5 PE-jakke rør
- 6 PE-X-krympeskal
- 7 Krympebånd med smeltelim

# Varmetransporteret medium

- Fjernvarmerørsystem påvirkes også af kvaliteten af **varmetransportmediet**, som er beskrevet i AGFW FW 510 (2018).
- Indvirkning på rørledningsnetværkets levetid.
- Påvirker korrosionshastigheden for det stålfremstillede mediumrør.
- Dårlig kvalitet kan medføre aflejringer i rørledningerne eller ventilerne.

**Til anvendelse af vand i fjernvarme kan to driftsformer klassificeres:**

saltvand og cirkulationsvand med lavt saltindhold

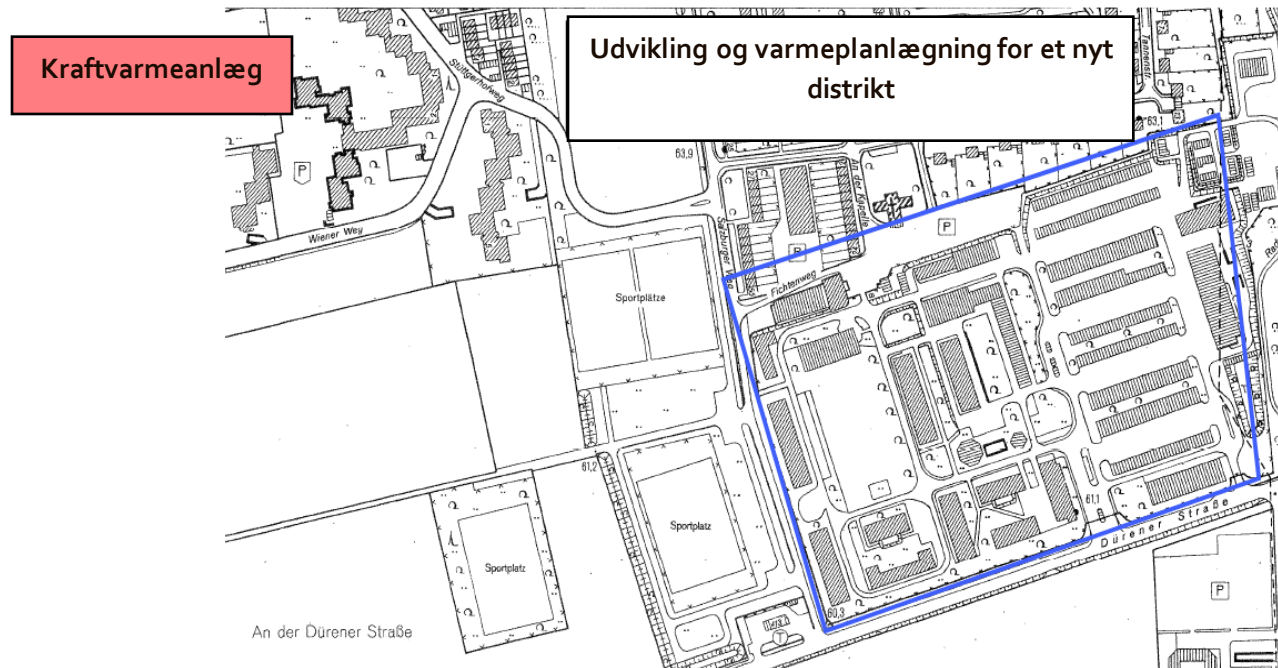
## Kriterierne for vurdering af fjernvarmevand er:

- Elektrisk ledningsevne ved 25 °C
- Udseende
- pH-værdi ved 25 °C
- Ilt
- Summen af alkanjord (hårdhed)
- Jern
- Kobber
- Sulfid
- Sulfat



## EKSEMPEL: forenklet tilfælde af netværksplanlægning

- Eksempel:** En by planlægger at bygge et nyt boligområde, og det nærliggende kraftvarmeværk har fri kapacitet til at levere det nye distrikt. Der skal planlægges et netværk til fjernvarme mellem kraftvarmeværket og boligområdet (blå).



Kilde: Dipl.-Ing. Fastabend - RheinEnergie

# EKSEMPEL: forenklet tilfælde af netværksplanlægning

## 1. Trin: Bestem varmebehov (Ifølge DIN EN 12831)

- Normalt har byen eller investoren oplysninger om varmebehovet.
- Bruttoareal (GFA) giver et godt skøn over varmebehovet.

### Erfarne varmebehovsværdier

#### Enfamiliehus

- Terrassehus      8-10 kW (uden varmvandforsyning)  
                         15-18 kW (med varmvandforsyning)
- Fritstående      15-20 kW (uden varmvandforsyning)  
                         18-25 kW (med varmvandforsyning)

#### Specifikt varmebehov

- Husudvikling      40-60 W / m<sup>2</sup> GFA
- Kontorbrug      60-80 W / m<sup>2</sup> GFA
- Erhvervsareal      60-80 W / m<sup>2</sup> GFA
- Speciel anvendelse      ≤ 100 W / m<sup>2</sup> GFA

# EKSEMPEL: forenklet tilfælde af netværksplanlægning

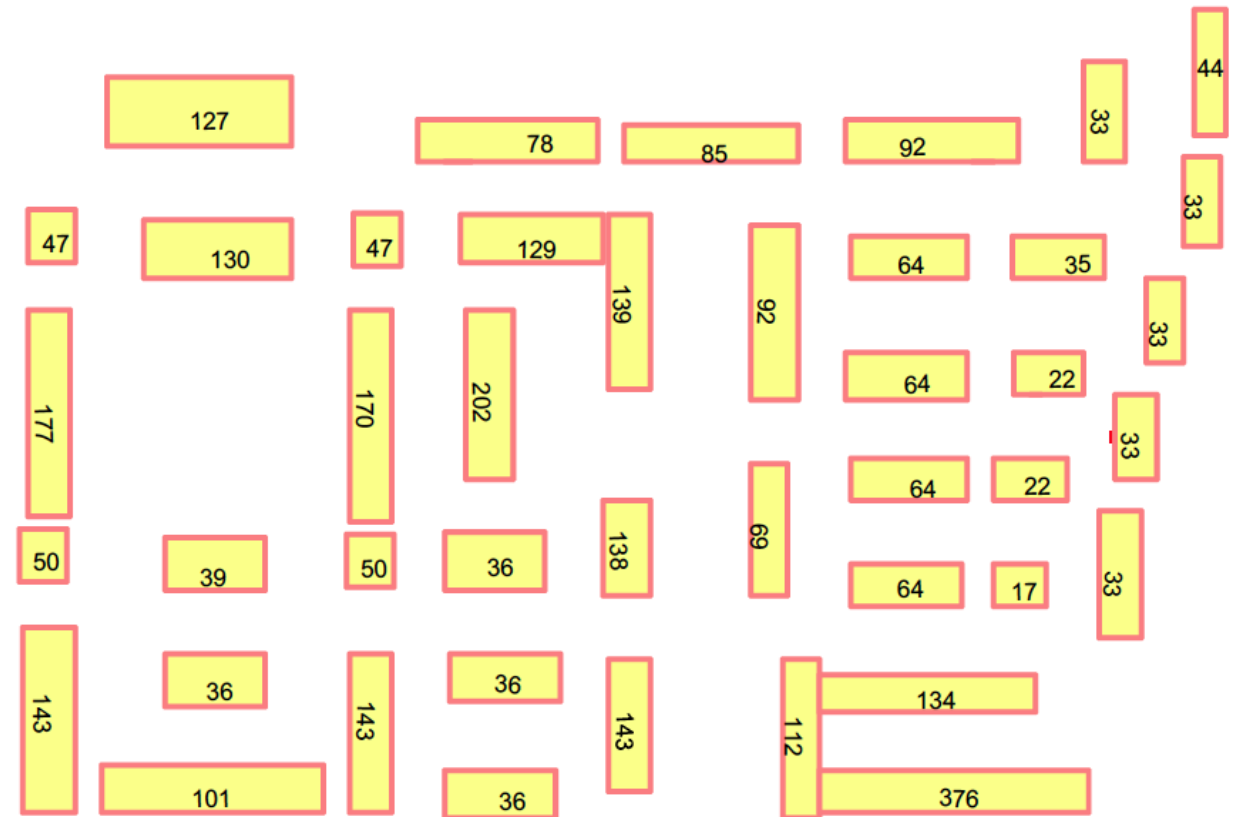
- Beregning af varmebehov: 3.720 kW

## 2. Trin: Bestem yderligere parametre

- Netværksdrift
- Tryktab

## 3. Trin: Definer første linjer

## 4. Trin: Dimensionsrør



Kilde: Dipl.-Ing. Fastabend - RheinEnergie

# Kontaktinformationer

## AGFW-Project GmbH

Projektvirksomhed til rationalisering,  
information & standardisering

**Georg Bosak**

**Department of urban development**

Stresemannallee 30  
60596 Frankfurt am Main  
Tyskland

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

Tel: +49 69 6304 - 247

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