

# ENERGIOMLEGGING EN KOMPETANSEUTFORDRING

Kursserie i regi av Varmeforum

Tirsdag 27.11.2012 - Bergen  
FJERNVARME OG FJERNKJØLING

Del Tema: FV03  
”Distribusjonssystemer”

BKK Varme v/Daniel Frantzen

# Distribusjon av Fjernvarme og Fjernkjøling

- Distribusjonssystemer
- Rørsystemer utendørs
- Dokumentasjon og kvalitetskontroll
- Dimensjoneringskriterier og Trykkforhold
- Varmetap
- Fjernvarmegrøfter
- Prosjektering gjeldende Normer/standarder
- Kostnader (Norsk FV rapport 2010)

# Distribusjonssystemer

## Grunnleggende forutsetninger

- Størrelse på leveringsområde
- Plassering av varmesentralen (15km vekk fra tyngdepunktet).



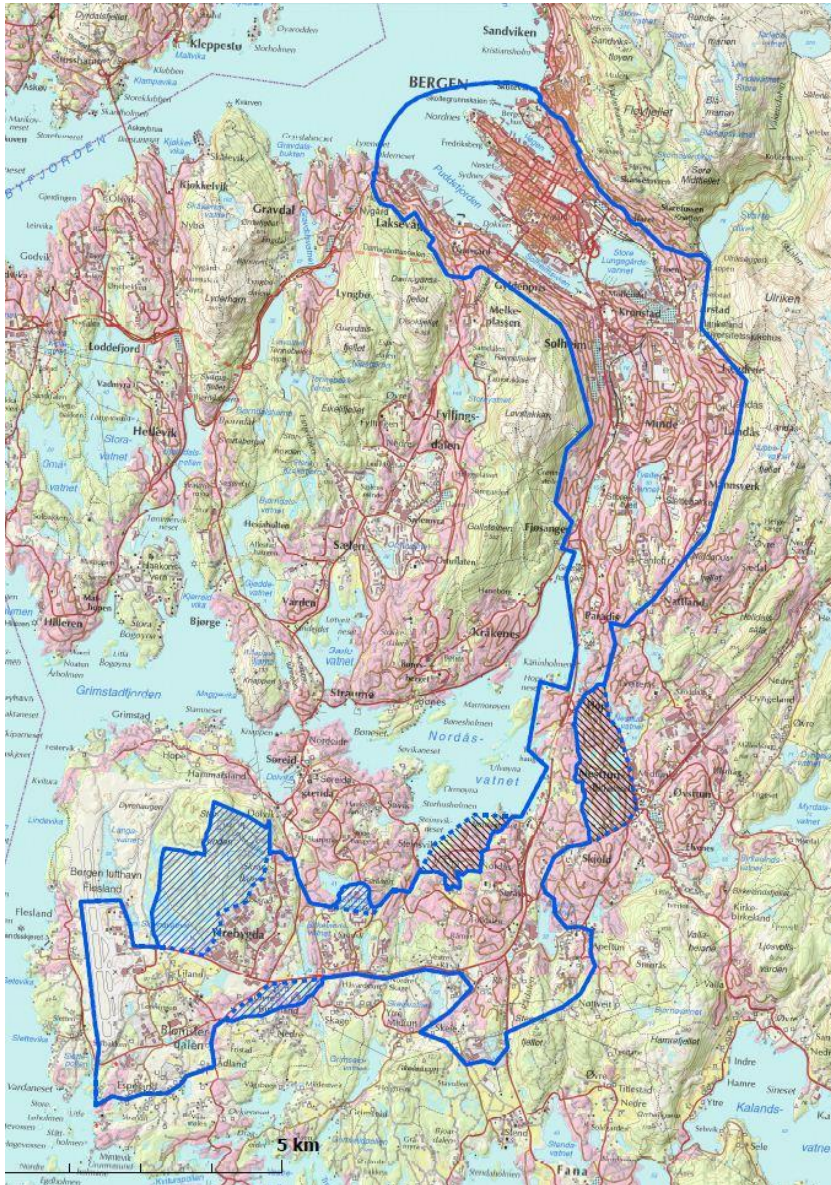
Figur 1, Stjerneledningssystem



Figur 2, Ringledningssystem

- Rørenes tilgjengelighet
- Normalt adskilt med egen veksler for tappevann og varme
- Sekundærnett for boligfeltområder (nærvarme)
  - Gir lavere temperaturer og trykklasser i sekundærnettet

# Distribusjonssystemer



## Bergen

- Stort leveringsområde  
240 GWH
- To varmesentraler
- Få ringledninger
- Høyt trykk
- Høy temperatur

# Rørsystemer

## Standard fjernvarme og kjølerør

- Medierør av karbonstål
- PUR-isolasjon (serie 0-3)
- Alarmtråder i isolasjonen
- Diffusjonssperre
- Ytterkappe av PE



Figur standard Fjernvarmerør med PUR isolasjon

## Twin-rør

- To medierør i en ytterkappe
- Finnes i mindre dimensjoner (DN200)
- Smalere grøft, men dypere

## Andre preisolerte medierør

- Aluflex,
- CuFlex,
- Steelflex,
- Kobber
- PEX
- PE rør (Fjernkjøling)

# Utendørsledninger



Figur 4, Fjernvarmerør



Figur 5, Fjernvarmerør

# Innendørsledninger



Figur 6, Fjernvarmerør

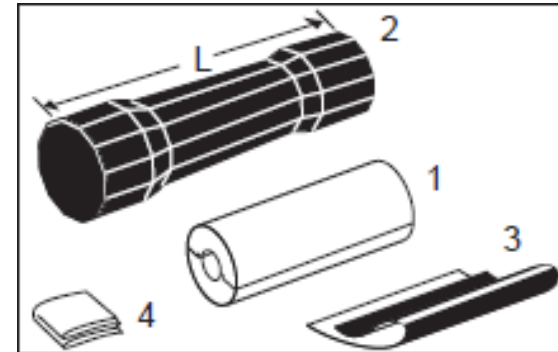
# Rørsystemer - muffemetoder

## Muffer

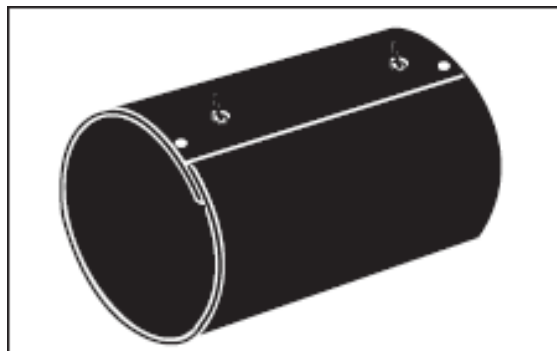
- Krympemuffer
- Sveisemuffer
- Kilemuffer (utgått).

## Isolasjon

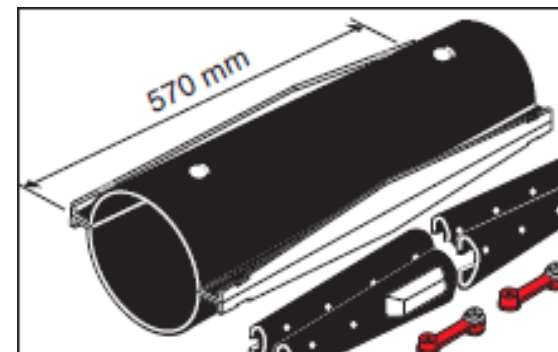
- Halvskåler
- Poseskum



Figur 7, Krympemuffe



Figur 8, Sveisemuffe



Figur 9, Kilemuffe (utgått)

NB! Følg monteringsanvisning !



# Dokumentasjon og kvalitetskontroll

## Loggførte protokoller

- Tetthetstest (trykktest)

Utføres ofte med 0,2 bars overtrykk luft og såpevann, altså tetthetstest

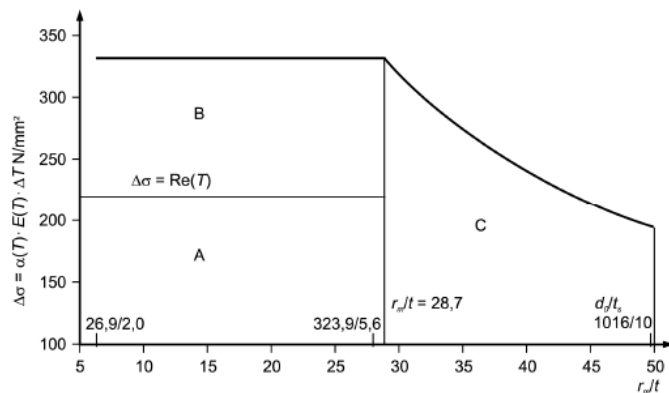
- Røntgen Avhengig av prosjektklasser definert i NS-EN 13941

A = 5 %, B = 10 %, C = 20 %.

- Alarmtrådtegninger

- Innmålinger (som bygget dokumentasjon)

Utføres på topp rør (alle muffe , buerør og bend) før gjenfylling



Figur 10, Prosjektklasser

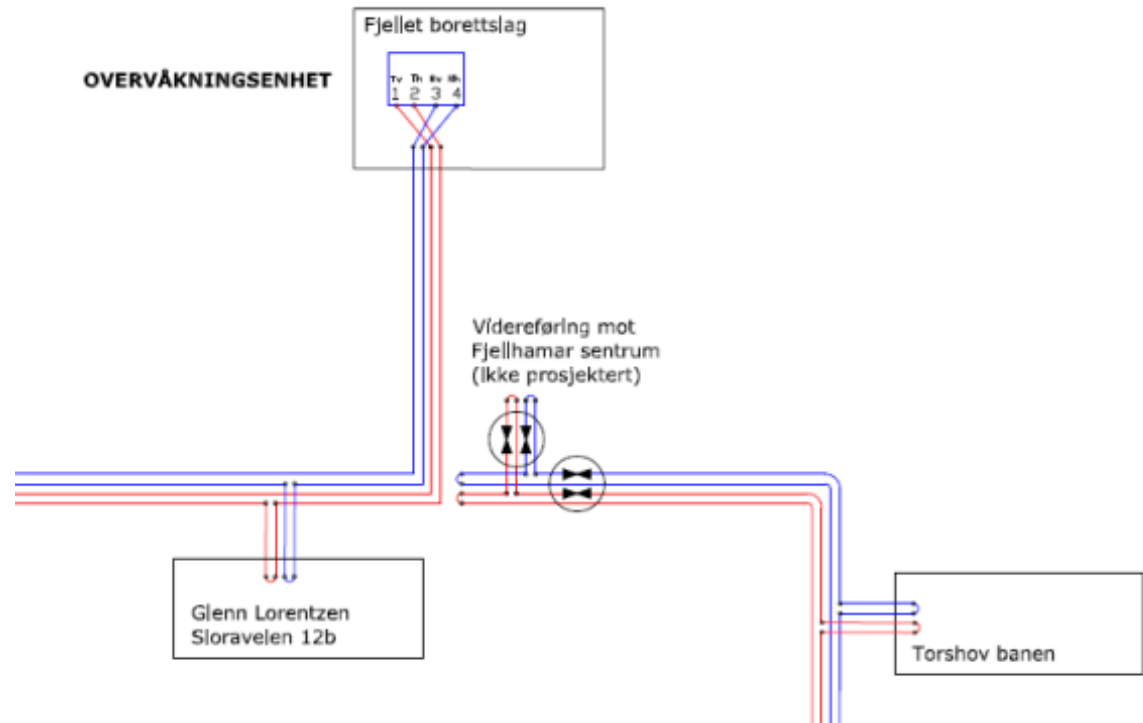
Table 3 — Project classes

Project class A	<ul style="list-style-type: none"><li>— Small and medium diameter pipes with low axial stresses</li><li>— pipes with low risk of personal damage or damage to the surroundings</li><li>— pipes with low risk of economic losses</li></ul>
Project class B	<ul style="list-style-type: none"><li>— High axial stresses, small and medium diameter pipes</li></ul>
Project class C	<ul style="list-style-type: none"><li>— Large diameters pipes and/or high pressures</li><li>— pipes with higher risk of personal damage or damage to the surroundings</li><li>— special or complex constructions</li></ul>

# Rørsystemer - Alarm fuktvarsling

## Alarmtråder

- Kobbertråder
- Rundkoblinger
- Alarmbokser (Overvåkingsenhet)
- Måleutstyr (Feilfinner)
- Oversiktstegninger



Figur 11, Oversiktstegning alarmtråd

# Dimensjoneringskriterier for rørnettet

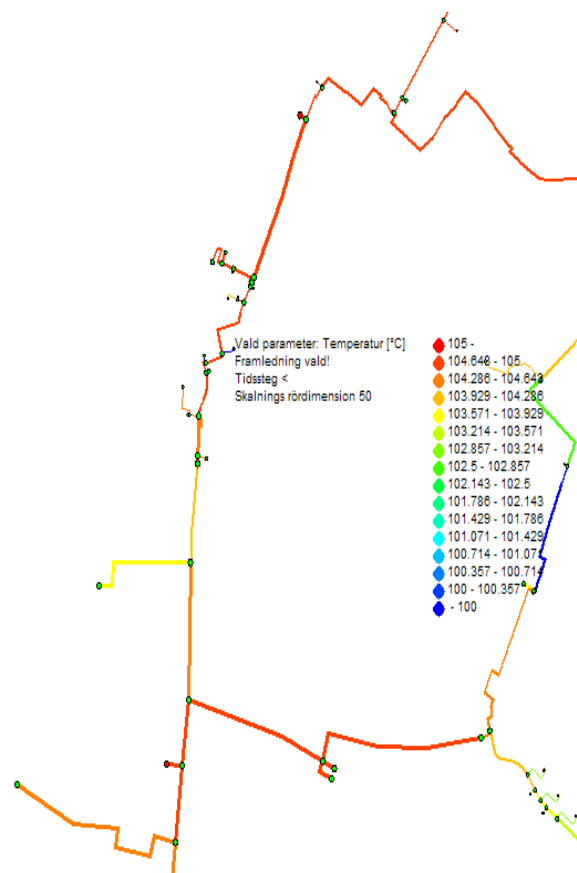
## Grunnleggende forutsetninger for alle varmesystemer

- Trykkfall pr meter (hovedledn 100Pa/m, stikkledn 250Pa/m).
- Maxhastighet i rørene varierer med dimensjon.

## Tilleggsforutsetninger for fjernvarmenett

- Distribusjonssystemer
- Fremtidig kundegrunnlag
- Utbyggingsstrategi
- Endret turtemperatur i nettet (endret energikilde)
- Mulig behov for ekstra pumper i nettet
- Samtidighet

→ Fordel med beregningsprogram

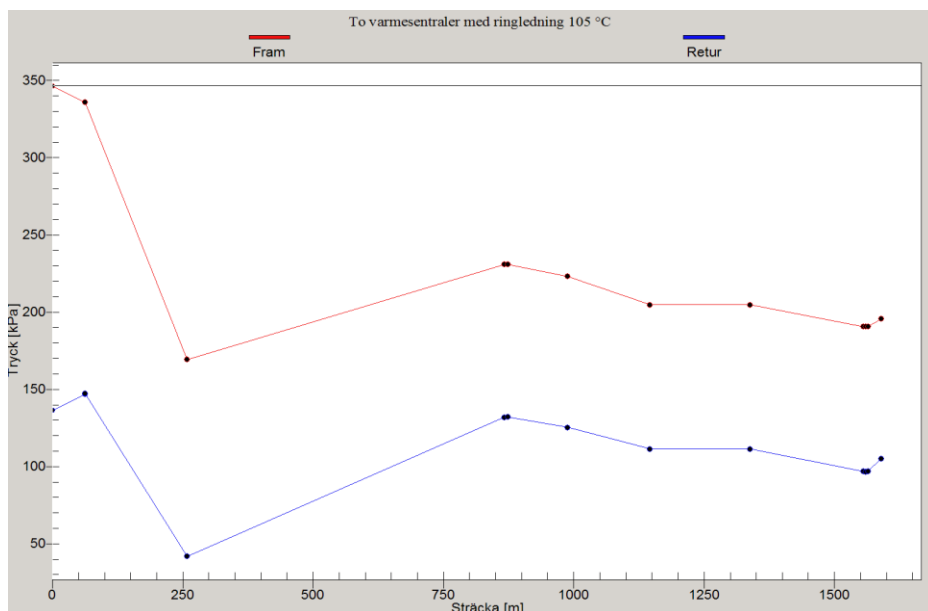


Figur 12, Ringledningsnett –  
2 varmesentraler

# Trykkforhold i et fjernvarmenett

## Grunnleggende forutsetninger

- Ønskelig med min 0,7 til 1 bar differansetrykk på ytterste kunde
- Ytterste kunde endres over tid
- Trykket i nettet endres statisk (høydeforskjeller) og dynamisk (trykktap)
- Mengderegulering og lavtemperatur hos kunde → mindre vannmengde i nettet
- Behov for gode simuleringsprogram



Figur 13, Typisk trykkendring i fjernvarmenett

## Forklaring

- Krav til diff. trykk = 1 bar
- Trykkfall i rørnettet basert på vannmengde og dimensjon
- Pumper må øke trykket tilsvarende trykkfallet
- Trykkfall i høydeforskjell utliknes i lukket system
- Pumper i nettet kan gi mindre struping, mindre energitap, lavere trykkklasse

# Varmetap i distribusjon av fjernvarme

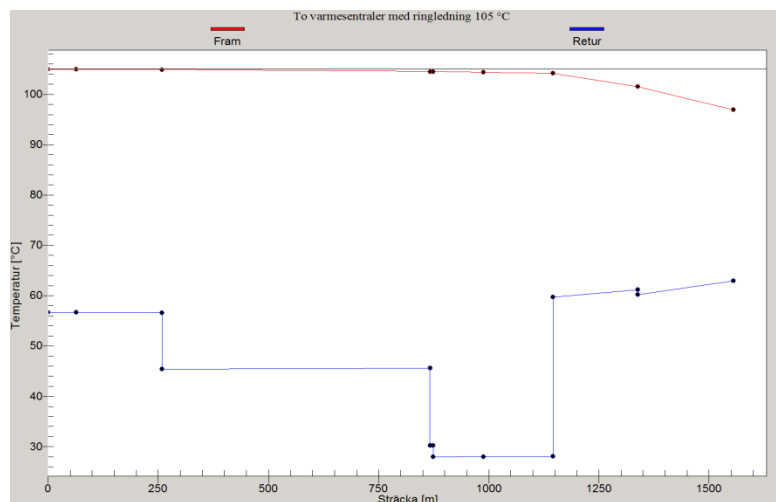
- Ca 10 % av fjernvarmeproduksjonen forsvinner i varmetap
- Varmen blir dyrere → Økt fokus i bransjen på varmetap

1 Fjernvarmebalanse. 1998-2007. GWh

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bruttoproduksjon av varmt vann og damp	1 858,3	1 997,6	1 925,3	2 281,0	2 439,7	2 827,6	2 946,4	3 034,7	3 219,9	3 535,5
Leverert til produksjon av elektrisitet	51,8	58,4	60,2	58,0	66,4	123,5	111,9	76,5	100,2	101,5
Avkjølt mot luft	291,8	288,1	260,4	227,1	252,1	435,0	395,0	395,8	374,3	368,3
Nettoproduksjon av fjernvarme	1 514,8	1 651,1	1 604,7	1 995,9	2 121,2	2 269,1	2 439,5	2 562,3	2 745,4	3 065,7
Tap i fordelingsnett	138,0	143,0	148,6	180,8	189,3	183,0	209,3	212,4	250,9	308,1

Figur 15, Varmetap, SSB

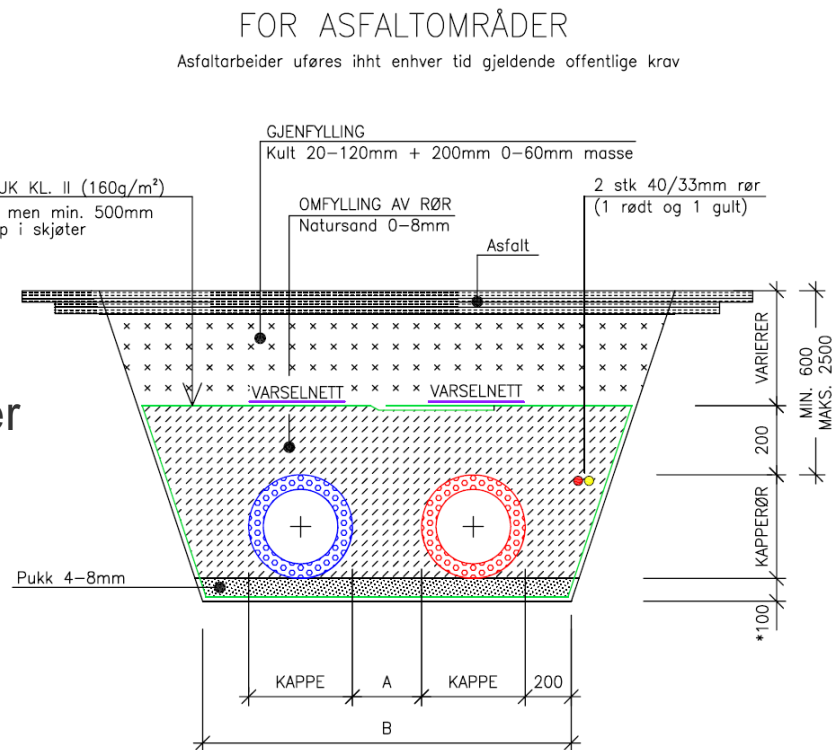
- Ulik isolasjonstykkelse i rørene
  - Serie 0, 1, 2, 3
  - Twin, Serie 1 og 2
- Ulik temperatur og varmeledningsevne i medierøret og omgivelsene
- Varmetetthet (kWh/meter)



Figur 16, Temperaturfordeling

# Fjernvarmegrøft

- Fundament
  - For drenering
- Omfylling
  - Friksjon mot utvidelse
  - Fottrækkes
- Trekkerør
  - Intern overvåking
  - Selges til kabelselskaper
- Evt Fjernkjøling
- Fiberduk
- Gjenfylling
- Asfalt/Parkområde etc...



Figur 17, Grøftesnitt Hafslund Fjernvarme

# Prosjektering

## – Kartgrunnlag

- Eiendomsgrenser
- Avstand til VA (2-4 m)
- Avstand til høyspent kabel (1,5 m)

## – Designkriterier

- Materialvalg (utvidelseskoeffisient)
- Designtemperatur og designtrykk
- Type grøftemasser og grøftedybde

## – Spenningsberegning (NS-EN 13941)

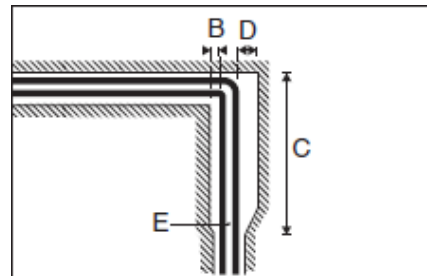
- Prosjekteringsanvisning varierer mellom de forskjellige rørleverandørene.  
(Leverandørens beregningsprogram/Prosjekteringsanvisning)
- Angir avstandkrav mellom bend, avgreinger og reduksjoner

## – Kombinasjon av leggemetoder

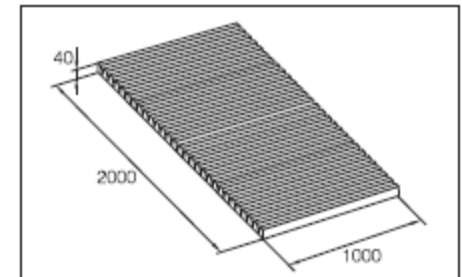
- Ekspansjonsbøyninger
- Kaldforlegning
- Forvarming
- Forspenningselement (e-muffe)

## – Ekspansjonssoner

- Skumputer
- Sand



Figur 18, Tradisjonell ekspansjonssone med sand

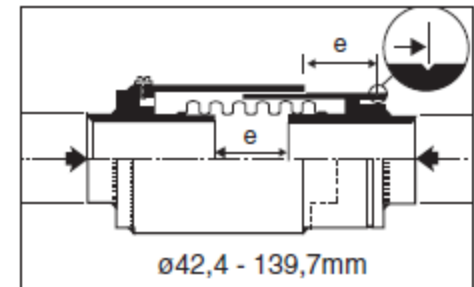


Figur 19, Alternativt kan skumputer oppta ekspansjonen i rørene

# Leggemetoder/Ekspansjon.

## ■ Kombinasjon av leggemetoder

- Ekspansjonsbøyninger
  - Avstanden mellom to ekspansjonsmuligheter er aldri lenger enn friksjonslengden.
  - Kan føre til dyre U-bøyninger
- Forvarming
  - Rør forvarmes innen de tildekkes.
  - Varmes vha Fjernvarme, Elektrisitet, (Damp)
- Forspenningselement
  - E-muffe sveises inn
  - Tildekning av e-muffer må avvertes
- Kaldforlegning
  - Tillates spenning på 300 MPa; > flytespenning (235 MPa)
  - Kun tillatt i prosjektklasse A og B
  - Stor førstegangs bevegelse



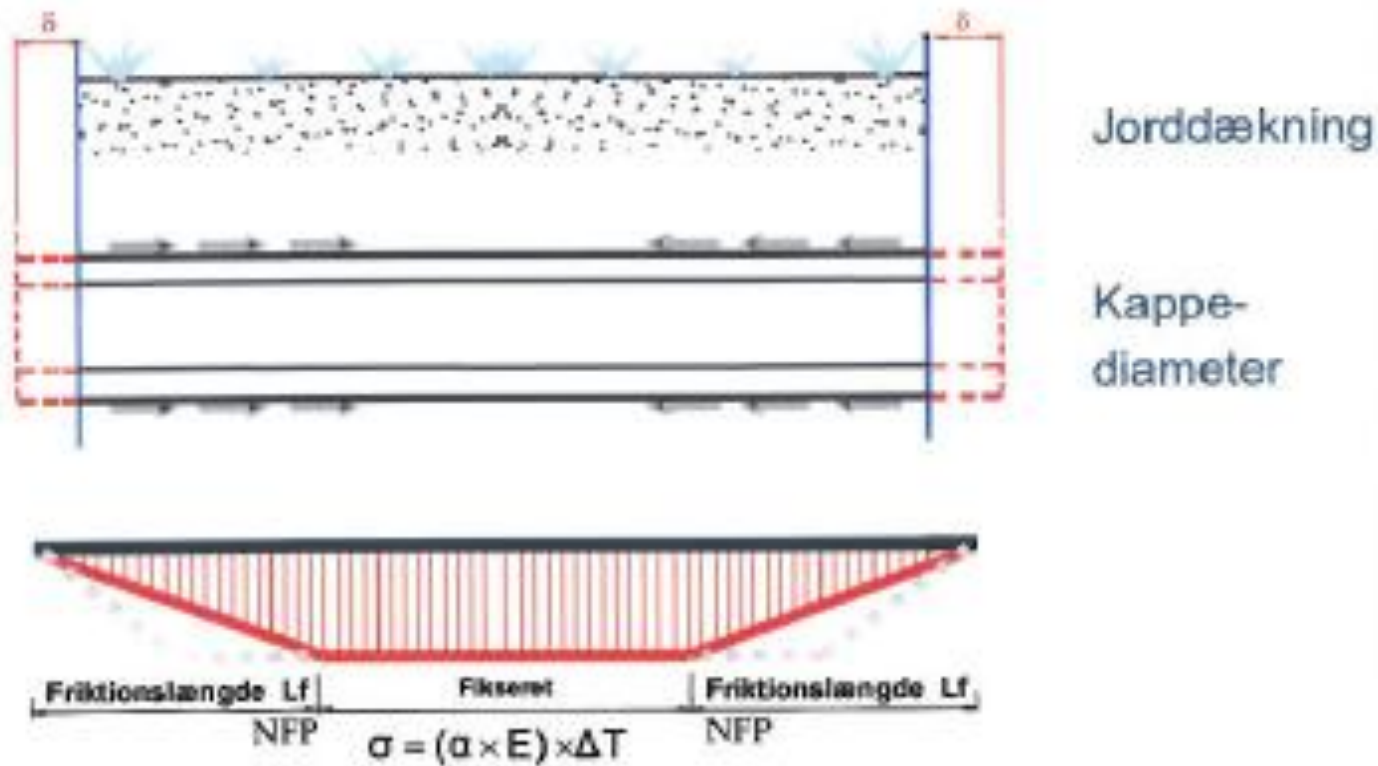
Figur 21, e-muffe



# Prosjektering

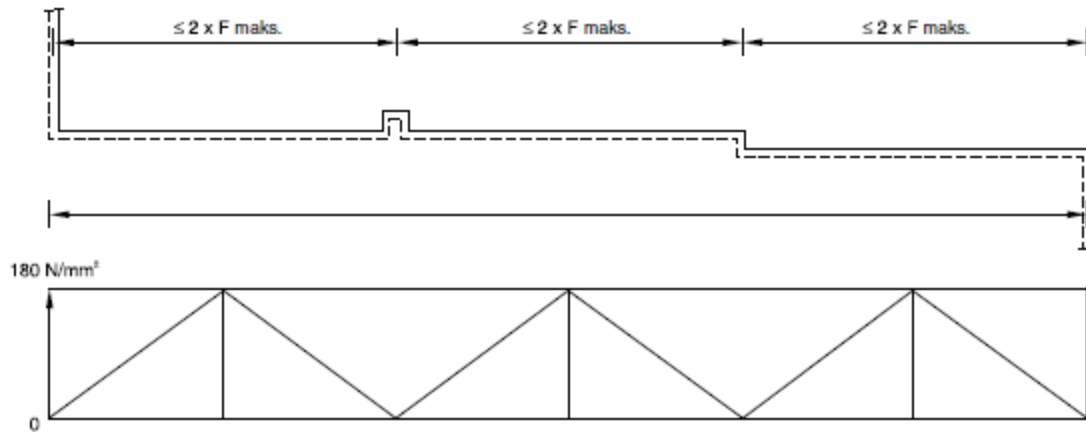
## – Utvidelse og spenninger

- Røret beveger seg i rørendene med ingen spenning ytterst i rørendene
- Røret har maksimal spenning midt mellom to bend og ligger i ro

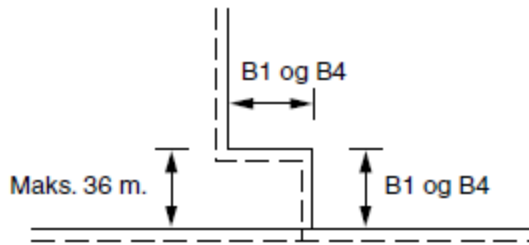


Figur 20, Eksempel spenningsberegning

# Prosjekteringseksempler

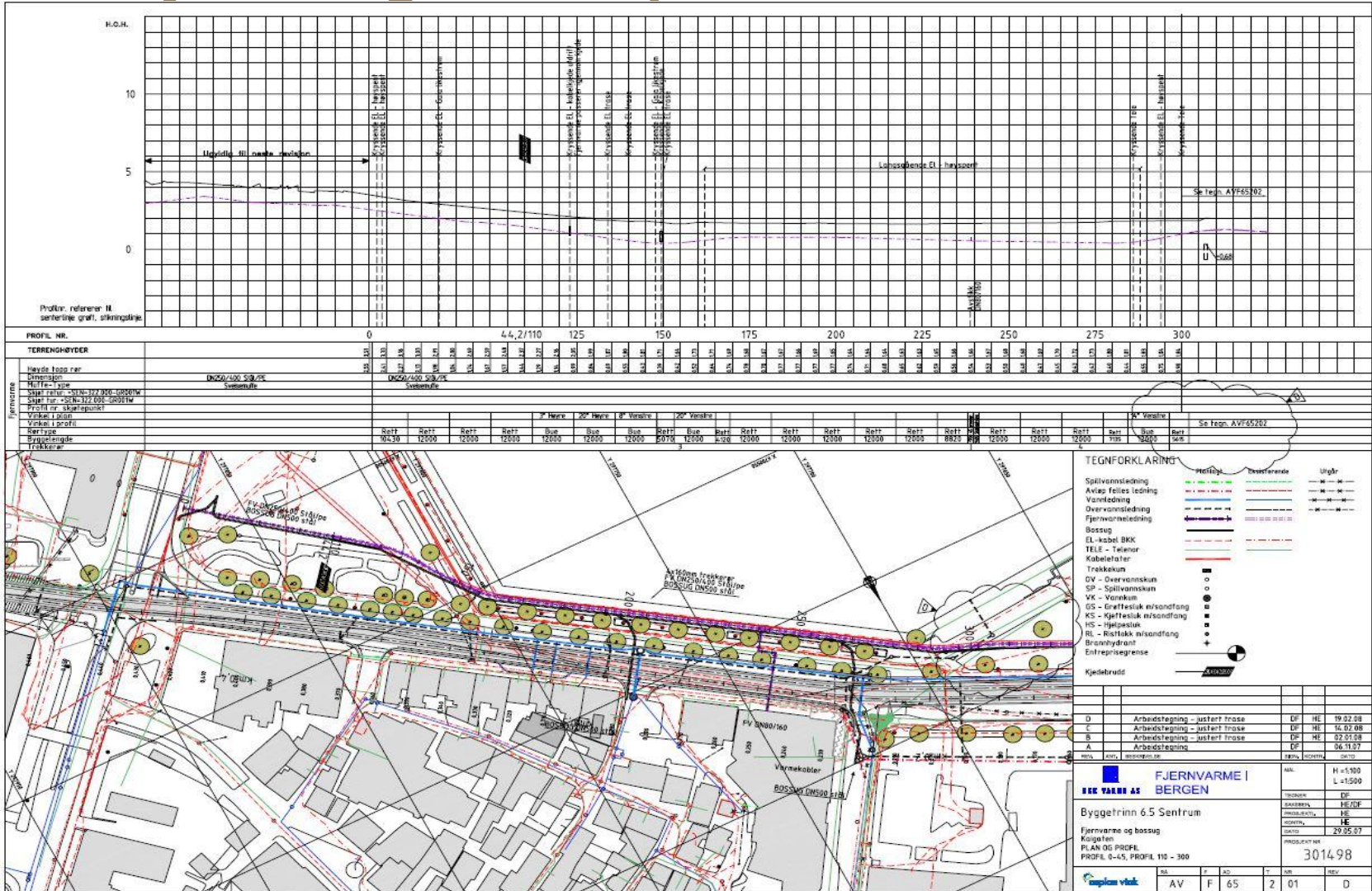


Figur 21, Ekspansjonsbøyninger



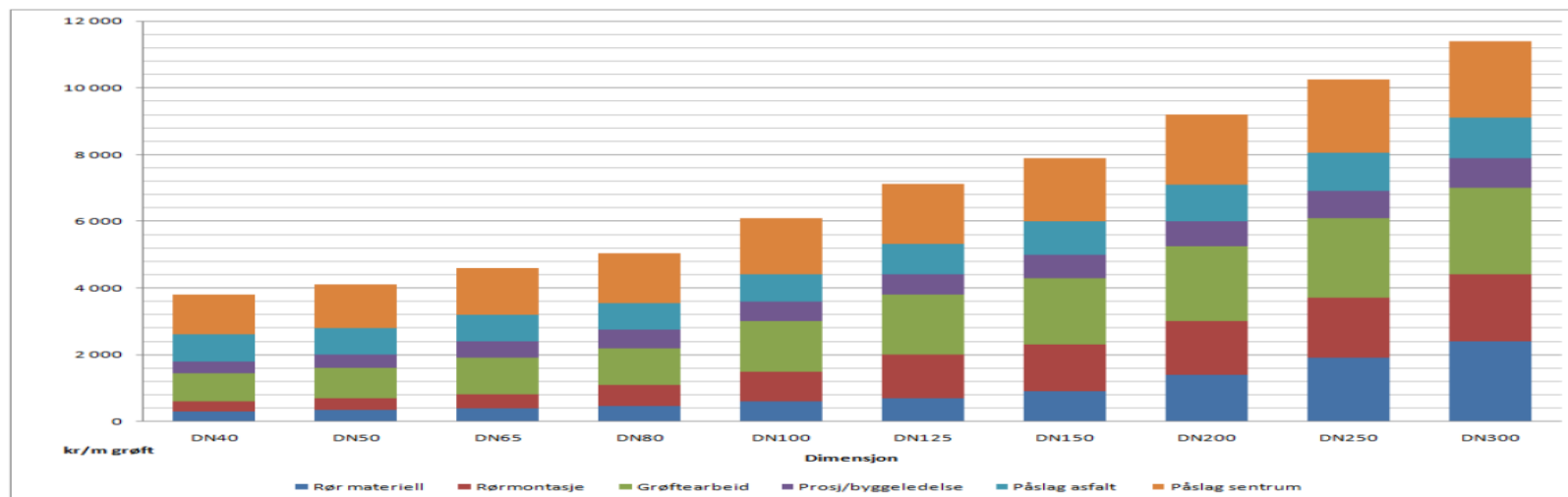
Figur 22, Avgreninger

# Prosjekteringseksempler



# Kostnader

DN	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150	DN200	DN250	DN300
<i>Effekt ved <math>\Delta T=30^{\circ}\text{C}</math>, kW</i>	110	190	360	550	1100	1950	3200	6500	11700	18300
Rør materiell	300	350	400	450	600	700	900	1400	1900	2400
Rørmontasje	300	350	400	650	900	1300	1400	1600	1800	2000
Groftarbeid	850	900	1100	1100	1500	1800	2000	2250	2400	2600
Prosj/byggeledelse	350	400	500	550	600	620	700	750	800	900
<b>Sum</b>	<b>kr 1 800</b>	<b>kr 2 000</b>	<b>kr 2 400</b>	<b>kr 2 750</b>	<b>kr 3 600</b>	<b>kr 4 420</b>	<b>kr 5 000</b>	<b>kr 6 000</b>	<b>kr 6 900</b>	<b>kr 7 900</b>
Påslag asfalt	kr 800	kr 800	kr 800	kr 800	kr 800	kr 900	kr 1 000	kr 1 100	kr 1 150	kr 1 200
<b>Sum inkl asfalt</b>	<b>kr 2 600</b>	<b>kr 2 800</b>	<b>kr 3 200</b>	<b>kr 3 550</b>	<b>kr 4 400</b>	<b>kr 5 320</b>	<b>kr 6 000</b>	<b>kr 7 100</b>	<b>kr 8 050</b>	<b>kr 9 100</b>
Påslag sentrum	kr 1 200	kr 1 300	kr 1 400	kr 1 500	kr 1 700	kr 1 800	kr 1 900	kr 2 100	kr 2 200	kr 2 300
<b>Sum asfalt/sentrum</b>	<b>kr 3 800</b>	<b>kr 4 100</b>	<b>kr 4 600</b>	<b>kr 5 050</b>	<b>kr 6 100</b>	<b>kr 7 120</b>	<b>kr 7 900</b>	<b>kr 9 200</b>	<b>kr 10 250</b>	<b>kr 11 400</b>



Figur 25, Grøftkostnader

# Gravekoordinering

- Beskrivelse/liste over ulike instanser som er involvert ved utbygging av et FV-nett (mye koordineringsarbeid)
  - Kommune
  - Fylkeskommune
  - Statens Vegvesen
  - Grønn Etat
  - Private grunneier
  - Utrykningsetater
  - Øvrige ledningseiere
  - Samordnet graving i graveklubben
  
- God koordinering og *riktig* informasjon rundt grøft og trase er essensielt for en god gjennomføring