

# Skadliga nollflödespunkter i Fortum Värmes fjärrvärmennät i Stockholm

- En analys av dess förekomst och effekter

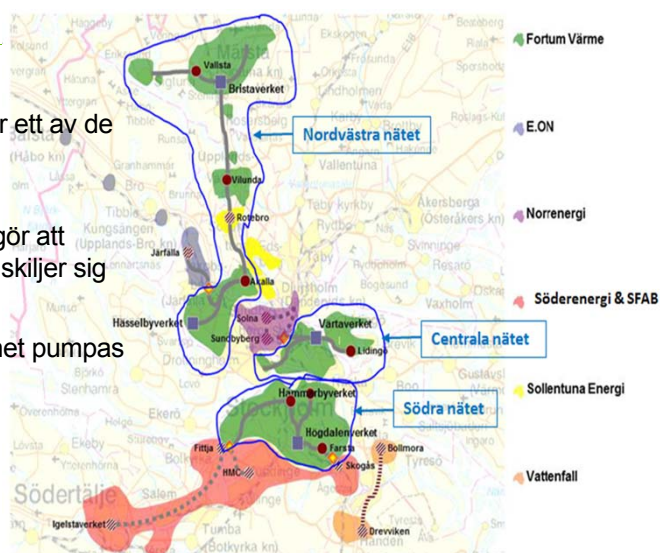
Erica Hellgren

13 april 2016



## Bakgrund

- Fortums nät i Stockholm är ett av de största Europa
- Distributionsbegränsningar gör att framledningstemperaturen skiljer sig
- Flera anläggningar → vattnet pumpas åt olika håll vilket skapar nollflödespunkter



## Nollflödespunkter i fjärrvärmenät

- Uppstår när anläggningar pumpar vatten mot varandra → Flödes hastigheten blir noll i punkten där flödena möts.
- Kunder kan bli utan värme om nollflödespunkten är nära en fjärrvärmecentral
- Kan orsaka snabba temperaturförändringar vid förflyttning
  - Reglering av kunders fjärrvärmecentraler kan försvåras om de är överdimensionerade.
  - **Materialutmattning?**



3

Erica Hellgren 160413

Next generation energy company | **Fortum**

## Syfte och frågeställningar

### • Syfte:

Utreda nollflödespunkternas förekomst samt effekter i Fortums fjärrvärmenät. Särskilt fokus på temperaturförändringar.



### • Frågeställningar:

1. Vad händer när fjärrvärmeledningar utsätts för temperaturförändringar?
2. Vilka gränsvärden gällande snabba temperaturförändringar i rör finns?
3. Var förekommer nollflödespunkter i Fortums nät?
4. Risk för materialutmattning till följd av temperaturförändringar?
5. Om temperaturförändringar anses skadliga, hur kan de förhindras?

4

Erica Hellgren 160413

Next generation energy company | **Fortum**

## Frågeställning 1 - Vad händer när fjärrvärmeledningar utsätts för temperaturförändringar?

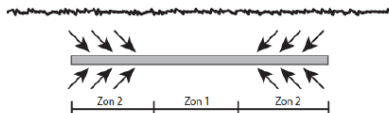
- Röret expanderar eller kontraherar.

- Zon 1: Röret fixerat.

Ingen rörelse → spänningar uppstår

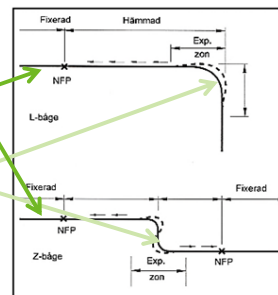
- Zon 2: Röret kan röra sig.

Rörelser fångas upp av t.ex. ändar eller böjar av ett rör, så kallade "naturliga expansionsanordningar"



- Bucklingsrisk**, pga höga spänningsnivåer kan uppstå.

- Utmattningsrisk** i expansionszonen pga upprepade förändringar i godstjocklek förekommer.



5

Erica Hellgren 160413

Next generation energy company | Fortum

## Frågeställning 2: Vilka gränsvärden gällande snabba temperaturförändringar i rör finns?

- Fortum Värmes tumregel: Temperaturförändringar bör ej överstiga  $6^{\circ}\text{C}/\text{h}$ .

Rekommendationer:

Rörtillverkare 1:  $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$

Rörtillverkare 2:  $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$

Rörtillverkare 3:  $20^{\circ}\text{C}/\text{h}$



- Expansionsrörelsen problematisk om den sker för hastigt då röret vill "hoppa till" och skapar böjmoment på avgreningar → Rörtillverkare eniga om att temperaturförändringarna inte bör ske snabbare än ovan.

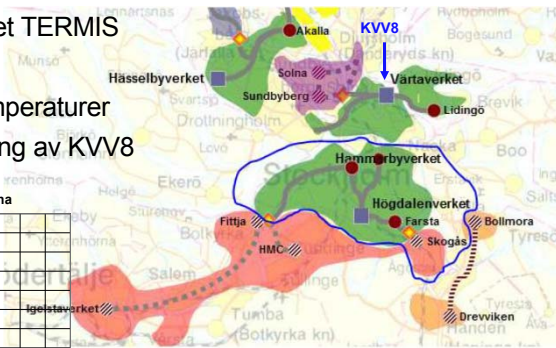
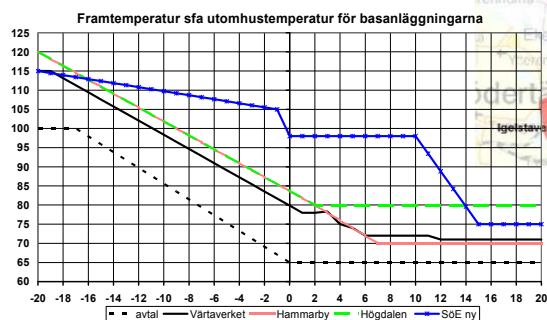
6

Erica Hellgren 160413

Next generation energy company | Fortum

### Frågeställning 3: Var förekommer nollflödespunkter i Fortums nät?

- Simuleringar i beräkningsprogrammet TERMIS
- Södra nätet simulerades
- 3 referensdygn vid olika utomhustemperaturer
- Simuleringar före och efter driftsättning av KVV8



7

Erica Hellgren 160413

Next generation energy company | Fortum

### Exempel: Referensdygn 0°C, innan KVV8.

- Högdalen och Hammarby igång, effekt importerats från Söderenergi samt exporterats till centrala nätet
- Flödet som importerats från Söderenergi har klart högre framledningstemperatur
- Stora temperaturförändringar vid Älvsjö

Hammarby	■
Högdalen Älvsjö	■
Högdalen Farsta	■
VÄÖ4 import	■
Skogh	■
Maria import	■

8

Erica Hellgren 160413

Next generation energy company | Fortum

## Exempel: Referensdygn 0°C, efter KVV8

- Import istället för export från centrala nätet. Produktionen från övriga anläggningar minskas något.
- Inga temperaturförändringar i blandningszonen.

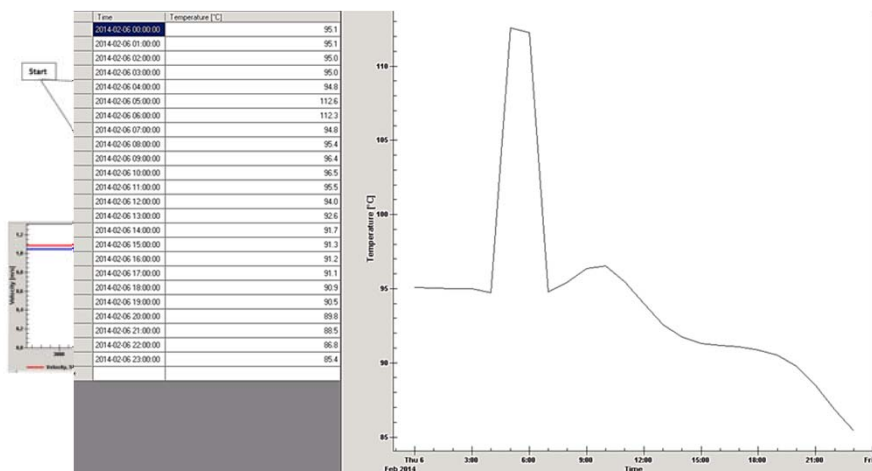
Hammarby	
Hägdalen Årvejä	
Hägdalen Farsta	
VÅ04 import	
Skogås	
Maria Import	

9

Erica Hellgren 160413

## Hastighetsprofiler

- KVV8 ej med i produktionsmixen:

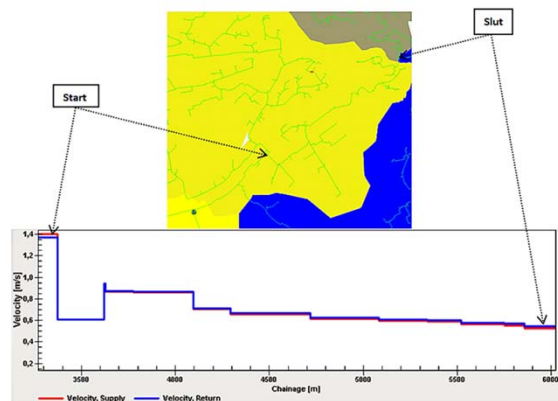


10

Erica Hellgren 160413

## Hastighetsprofiler

KVV8 med i produktionsmixen:



11 Erica Hellgren 160413

## Slutsatser från simuleringarna

- När övertempererat vatten från Söderenergi blandas med kallare vatten från Högdalen kan hastiga temperaturförändringar uppstå.
- Temperaturförändringar särskilt vanliga omkring Älvsjö
- Temperaturförändringarna minskar efter driftsättning av KVV8.

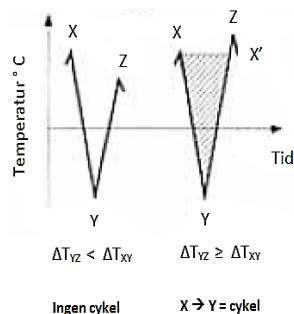
12 Erica Hellgren 160413

## Frågeställning 4: Risk för materialutmattning till följd av temperaturförändringarna?

- Europeisk rörstandard, EN 13941.
  - Anger hur många temperaturcykler ett rör ska klara utan att det finns risk för materialutmattning. Varje cykel baseras på en temperaturändring på 110°C.

Ledningstyp	Antal fullständiga cykler
Stamledning	100
Fördelningsledning	250
Servisledning	1000

- $\Delta T = 110^\circ\text{C}$  sker sällan  
 → Beräkningsmetod för att översätta hur många små temperaturförändringar som krävs för att motsvara en fullständig temperaturförändring på 110°C.



13

Erica Hellgren 160413

## Antal fullständiga temperaturcykler

- Antalet fullständiga cykler,  $N_0$ , ges av:

$$N_0 = N_1 \left( \frac{\Delta T_1}{\Delta T_{\text{ref}}} \right)^b + N_2 \left( \frac{\Delta T_2}{\Delta T_{\text{ref}}} \right)^b + \dots + N_i \left( \frac{\Delta T_i}{\Delta T_{\text{ref}}} \right)^b$$

$b = 4$ , enligt EN13941

$N$  = antalet cykler av en viss storlek

$\Delta T$  = temperaturförändringens storlek

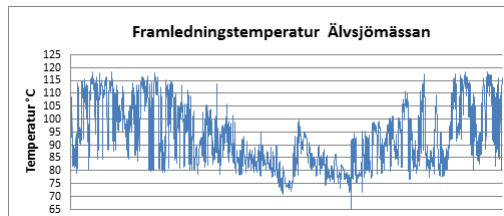
$\Delta T_{\text{ref}} = 110^\circ\text{C}$

14

Erica Hellgren 160413

## Utmattningsberäkning av en framledning i Fortums nät

- Antalet fullständiga temperaturcykler,  $N_0$ , blev då 1,01 under 2012.  
→ Livslängd 30 år ger 30 cykler.
- Avstängning och dylikt skulle ge några fler cykler → ingen risk för materialutmattning



- Förenklad beräkningsmetod...

$\Delta T$   Medel →	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	Summa, N
5	11	50	110	103	103	146	68	71	125	23	810
10		5	18	26	21	19	8	9	8	1	115
15		2	3	13	10	15	3	7			53
20		3	2	2	7	4	5				23
25		1	4	1	8	9	4	1			28
30				1	2	10	3				16
35				1	1	7	3				12
40					1	6					7
45				1							1
60					1						1

15

Erica Helligren 160413

## Slutsatser gällande temperaturvariationer som orsakas av nollflödespunkter

- Snabba temperaturvariationer har liten inverkan på materialutmattning, de sker oavsett tidsaspekt.
  - Böjmoment till följd av plötsliga expansionsrörelser skulle däremot kunna utgöra en större risk för ledningen jämfört med materialutmattning.
  - Tidigare studier om ämnet visar att utmattning hos fjärrvärmerör är ett ovanligt problem.
- **Temperaturvariationerna i Fortums fjärrvärmenät utgör inte en alltför stor risk för ledningarna.**

16

Erica Helligren 160413



## Frågeställning 5: Om temperaturförändringar anses skadliga, hur kan de förhindras?

---

- Svårt att motivera större investeringar för att förhindra temperaturvariationernas uppkomst.

**Slutsatsen är att inga särskilda åtgärder bör implementeras då temperaturvariationerna inte utgör ett tillräckligt stort problem.**

## Frågor?

---