

# SEKUNDÄRNÄT

Beslutsunderlag



## Kund

Beställare: Gerhard Eliassen-Lian  
Tegelhagens Samfällighetsförening  
gerhard@g22.se  
08-355 656  
070-635 26 22

## Kontakt FVB

Projektansvarig: Johan Söderberg  
Johan.soderberg@fvb.se  
08-5947 61 78

Utredare: Johan Söderberg  
Johan.soderberg@fvb.se  
08-594 761 78

Kvalitetsgranskare: David Ekström  
David.ekstrom@fvb.se  
08-5947 61 76

## Övrigt

Rapportstatus: Slutgiltig  
Projektnummer: 180748  
Dokument-ID: 180748-01  
Datum: 2019-06-20  
Omslagsbild: "En konstnärs tolkning av vår verksamhet" av Lars Ahlberg

## Revidering

| Rev nr | Datum      | Granskad | Anmärkning |
|--------|------------|----------|------------|
|        | 2019-06-20 | DaEk     |            |
|        |            |          |            |
|        |            |          |            |
|        |            |          |            |

# SAMMANFATTNING

FVB Sverige ab har på uppdrag av Tegelhagens samfällighetsförening utrett utpekade åtgärdsalternativ i system för distribution av värme och varmvatten. Sex olika alternativ har jämförts.

Det mest slående är hur lönsam själva samfälligheten som organisation är i sig men även att reparationerna är så lönsamma att några avgiftshöjningar knappast ska behöva ske om avgiften verkligen täcker de kostnader samfälligheten har idag.

## INNEHÅLL

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INLEDNING                                    | 3  |
| 2     | BAKGRUND                                     | 4  |
| 3     | FÖRUTSÄTTNINGAR OCH DIMENSIONERINGSPRINCIPER | 4  |
| 4     | ALTERNATIV                                   | 6  |
| 4.1   | Material                                     | 6  |
| 4.2   | Genomförande                                 | 7  |
| 4.3   | Livslängd                                    | 7  |
| 4.4   | Energiförlust                                | 7  |
| 4.4.1 | Förlust vid haverier                         | 7  |
| 4.4.2 | Vanlig värmeförlust                          | 8  |
| 4.5   | Avtal  | 10 |
| 5     | EKONOMI                                      | 10 |
| 5.1   | Investering                                  | 11 |
| 5.2   | Värmekostnad                                 | 11 |
| 5.3   | Kapitalkostnad                               | 13 |
| 5.4   | LCC  | 13 |
| 6     | TEKNISK LÖSNING                              | 14 |
| 6.1   | Nuvarande utförande                          | 14 |
| 6.2   | Ombyggnad av undercentraler                  | 15 |
| 6.3   | Framtida utförande                           | 15 |
| 7     | SLUTSATSER OCH DISKUSSION                    | 17 |
|       | APPENDIX A                                   | 18 |

# 1 INLEDNING

FVB Sverige ab har på uppdrag av Tegelhagens samfällighetsförening utrett i avsnitt 7A.2 utpekade åtgärdsalternativ i system för distribution av värme och varmvatten. Totalt har, inklusive ett "nollalternativ" (Alt 1), uppställts sex olika alternativ:

- Alt 1*     *Gör inga planerade reparationer*  
Bedömning av kostnaden och om den förväntas öka. kommentar till i vilken mån kostnaden kan påverkas.
- Alt 2*     *Gör inga planerade reparationer men minska risken för läckor*  
Reduktion av flödet i VVC.
- Alt 3*     *Byt ut bara ledningar för varmvatten*  
Arbetet görs på en gång eller i etapper.
- Alt 4*     *Byt ut både ledningar för varmvatten och hetvatten*  
(Med "hetvatten" avser föreningen radiatorvärme) Arbetet görs på en gång eller i etapper, kanske under så lång tid som en tioårsperiod.
- Alt 5*     *Avveckla sekundärnätet*  
Samfälligheten avvecklar den del av verksamheten som distributionen innebär och överlåter åt varje fastighetsägare att själv koppla in sig mot SEOMs fjärrvärmenät eller lösa frågan om uppvärmning på annat sätt.
- Alt 6*     *Villavärmeväxlare*  
Samfälligheten förnyar nätet och behåller inköp av värme från SEOM i en eller två mätpunkter men distribuerar hetvatten i ett sekundärnät som matar villacentraler.

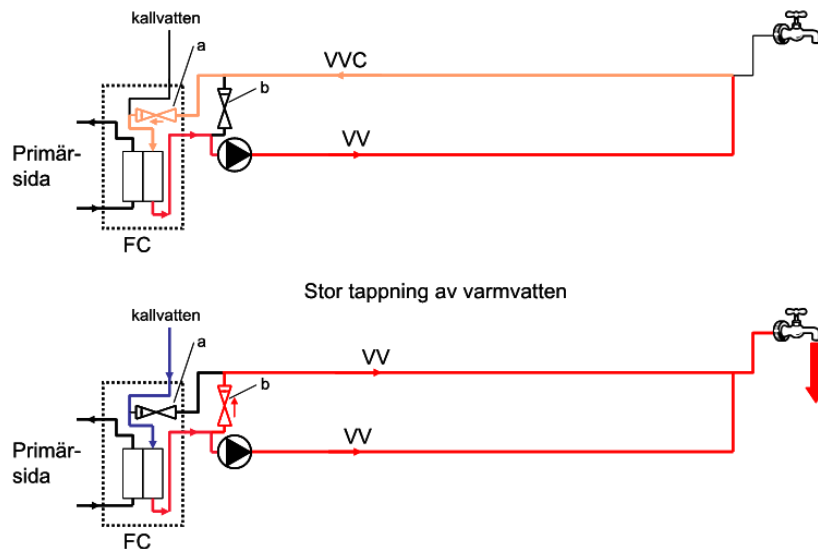
I vilken takt ett projekt i linje med alternativ 4 skulle genomföras är mest en praktisk fråga och påverkar ej värdet av arbetet. LCC-jämförelserna utgår ifrån totalkostnad, räntabilitet hos en fullt färdigställd anläggning och en livslängd räknad från anläggningen i genomsnitt är färdigställd till dess att den i genomsnitt tjänat ut eller (alternativ 3) av andra skäl kan komma att behöva tas ur bruk.

Skillnaden mellan alt 5 och 6 handlar nästan enbart om ekonomi: Bortsett från den stora anslutningskostnaden för enskilda hushåll om SEOM skall dra fram fjärrvärme berörs i avsnitt 5.2 nedan merkostnaden för dyrare energi som gäller prislistan för små hushåll. Energin är dyrare, effekten är dyrare och lägsta effekt som kan väljas är 10 kW trots att den faktiska medeleffekten för samfällighetens hus inte ens är hälften så stor. Den som vill se värmekostnad på den egna fakturan om man anslöt sig direkt kan kika på appendix A.3!

Vår kommentar till alternativ 2 är att möjligheter att avveckla VVC-systemet bör undersökas. Om läckorna hela tiden sitter i VVC-nätet bör detta stängas av i varje sektion som börjar läcka och ev reparation bestå i att nätarmens yttersta del med en kort bit ledning förbinds med en intilliggande del av nätet. Observera att själva varmvattencirkulationen ej skall avvecklas mer än vad avser flödet i de klena, korta stigarna upp till varje hus. Cirkulationen i nätet skall givetvis upprätthållas, skillnaden



mot ett traditionellt nät är dock att båda ledningarna används för distributionen. Detta förenklar och förbilligar systemet avsevärt och minskar även förlusterna:



Figur 10. Omvänd VVC.

## 2 BAKGRUND

Nuvarande system dateras till områdets byggår 1978 och utgörs av ett sekundärt nät för radiatorvärme (plaströrskylvert med svetsade stålrör) och varmvatten (VV+VVC) i kopparrör 119 fastigheter i föreningen. Värme och varmvatten bereds i två separata undercentraler som betjänar var sitt nät i området. Stålrören för radiatorvärme korroderar utifrån medan kopparrören slits till följd av erosion inifrån. Detta gäller troligen enbart VVC-ledningen medan VV-ledningen troligen är i gott skick.

De senaste tio åren det förekommit ett betydande antal läckor som har krävt akuta reparationer till under åren stigande kostnader. Även energikostnaden har konstaterats vara betydande. Nästan samtliga läckor har berört på varmvattensystemet. Åtminstone en gång är det dock värmeledningen som läckt. Vid detaljuppföljning ser man inget utrymme för någon särskilt stor allmän försämring av nätets isolering.

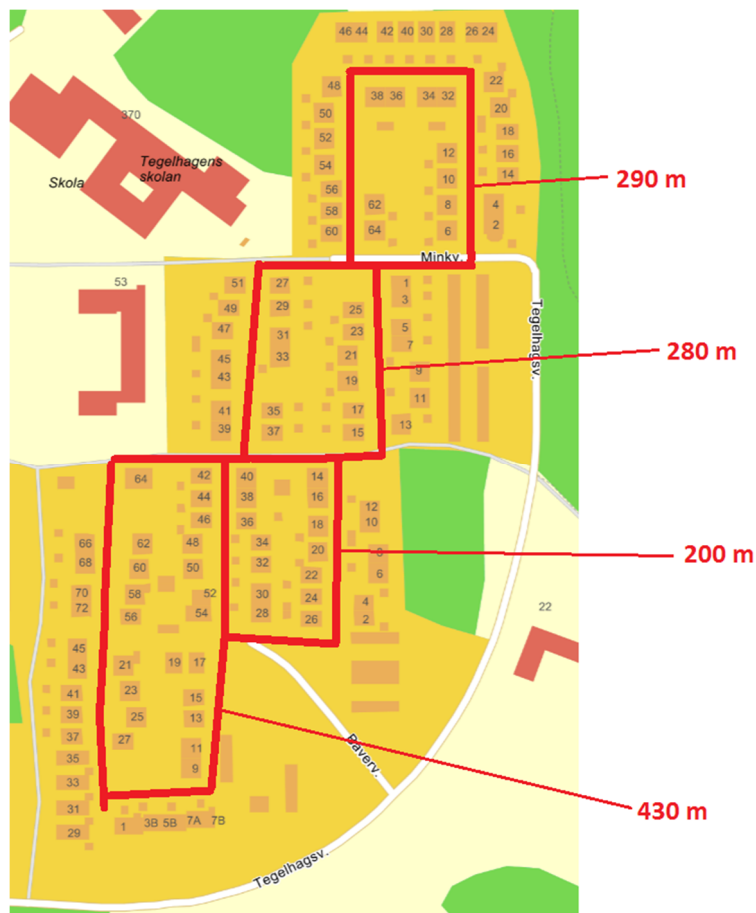
## 3 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH DIMENSIONERINGSPRINCIPER

Tidigare utredning (Se appendix A.4) har funnit att de två delarna av området tillsammans omsätter 2590 MWh årligen varav 556 MWh används för beredning av varmvatten. Energi för uppvärmning är inte alls hög. Det är dock energimängden för varmvatten vilket kan förklaras med både läckage och värmeförluster. Värmeförluster i fjärrvärmenät är dock ofrånkomliga och det är de finmaskiga

ledningarna längst ut som läcker värme och det är bland annat därför som stora kunder får så våldsamt mycket bättre pris än små. Som visas i jämförelser mellan faktura till eget eller gemensamt abonnemang i appendix A.3 nedan får man 55 % mer värme som storkund. Det täcker mer än väl förlusterna. Byggs ett hetvattensystem (alt 6) kommer förlusterna vara fortsatt ganska höga trots minimalt med rör i marken, i nivå med vad SEOM skulle ha före sina debiteringsmätare.

Boverket anger 20 kWh/m<sup>2</sup> som nyckeltal för tappvarmvatten i småhus. Tegelhagen använder 50 % mer. Utredningen (A 4) konstaterade dock att egentliga behovet inklusive förluster torde uppgå till 440 MWh/år. Då detta inkluderar kulvertförlusten ligger förbrukningen precis i nivå med Boverkets nyckeltal om kulvertförlusten uppgår till ca 8 kW. Säkerligen ligger den högre än så och hushållen är sparsamma men skall i varje hushåll inrättas system för beredning av tappvarmvatten tillkommer en värmeförlust som överstiger mellanskillnaden: Det slösas inte med varmvatten i Tegelhagen och snittet man som medlem betalar denna billiga baslast uppgår till drygt 50 kr/månad.

Nätet är uppdelat i två delar med totalt 1200 m stamledning. Från denna matas husen med var sin 5 – 10 m lång stigare (119x7 = 800 m), dvs totalt 2000 m om nätet i framtiden skulle slutas i slingor:



## 4 ALTERNATIV

Förening har definierat frågeställningen enligt avsnitt 7A.2 i bilagorna. Den tekniska lösningen kan i fråga om utformningen sammanfattas:

- Alt 1-2 Befintligt nät (VV/VVC + VS = 2+2 rör)
- Alt 3-4 Som befintligt eller moderniserat (2+2 respektive 1+2 rör)
- Alt 5 Tvårörs fjärrvärme (primärnät)
- Alt 6 Tvårörs hetvatten (avväxlat sekundärnät)

Alternativ 6 medger reducerad temperatur på nätet med sektionering och varmhållning på samma sätt som ett modernt tappvarmvattensystem. Material- och utförandekrav beroende på lösning och även förluster, genomförande etc kommer variera beroende på alternativ och är vad som utreds i detta kapitel.

### 4.1 Material

Materialkrav, investering och var värmen skall beredas är beroende på handlingsalternativ. Notera att i alternativ 5 krävs en högre tryckklass som innebär att svetsade stålrör är enda tänkbara lösning medan avväxlad distribution av värme och tappvarmvatten kan ske i nät med lägre tryckklass vilket medger användning av PEX-rör:

|          |           | Värmeberedning |         |
|----------|-----------|----------------|---------|
|          |           | Gemensamt      | Enskilt |
| Material | inget     | 1, 2           |         |
|          | vv PN6    | 3, 4           |         |
|          | PN6       | 4, 6           |         |
|          | PN16      |                | 5       |
|          | Villa-vvx |                | 5, 6    |

Fjärrvärmeföreningens kulvertkostnads katalog 2007 anger kostnad för PN16-material, rörarbete med skarvning mm till 2000 kr/m för aktuella dimensioner när det gäller fjärrvärmerör och kostnad markarbete 2500-3000 kr/m. Räknas detta per löpmeter rörgrav för stamledning blir totalkostnaden ca 5000 kr/m vartill kommer en kostnad om ca 25000 kr per hus för förnyelse av stigare. I likartade projekt har så sent som för några år sedan en totalkostnad om drygt 6000 kr/m för dubbel tvårörskulvert kunnat hållas. Med den lägre tryckklassen PN6 kan PEX-kulvert användas. Materialet är lättare, billigare och mer lätthanterligt och skarvning sker utan svetsning vilket minskar kraven på rörgrav drastiskt. Löpmeterkostnaden bör med detta material kunna halveras, ändå med pengar över till återställning (exklusive plantering mm).

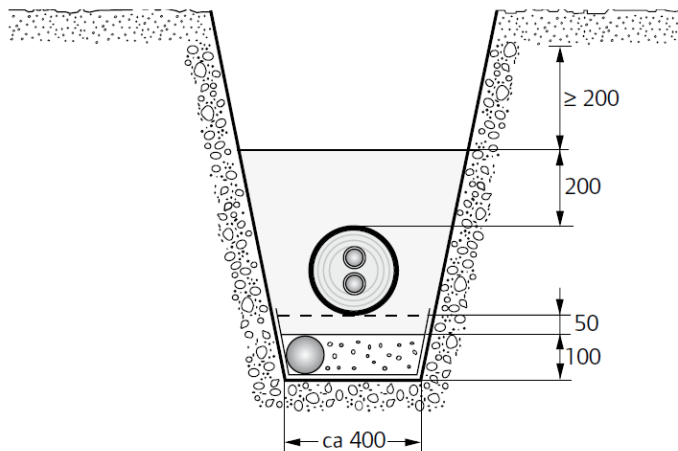


Bild: Fyllnadshöjd över rören, ett rör

Utredaren föreslår att i alternativ 5 och 6 allt görs (se under rubrik 4.5) för bästa flödesutnyttjande oavsett inköpsform. En lösning med förrådsberedare i serie med platsbyggd värmeberedare kan dessutom visa sig billigast.

## 4.2 Genomförande

I alternativ 2-4 behålls principen för nuvarande distribution och arbetet kan därför ske i valfri takt uppdelat i etapper efter vad som är lämpligt med hänsyn till tillgängliga resurser, andra arbeten mm.

I alternativ 5-6 kommer distributionen av värme enligt nuvarande princip upphöra och ersättas med annan. Om elvärme används under en övergångsperiod så kan befintligt nät avvecklas helt och ersättas med den nya lösningen. Elvärmen måste användas tills den nya lösningen driftsätts.

## 4.3 Livslängd

I alternativ 3 byts ledningar för varmvatten och i alternativ 4 byts samtidigt även ledningar för radiatorvärme. I alternativ 3 kan därför frågan om systemlösning komma att aktualiseras igen när det blir dags att byta radiatorvärmesystemet. Livslängd för alternativ 3 bör därför räknas på 20 år medan alternativ 4 bör kunna avskrivas på dubbla tiden.

## 4.4 Energiförlust

Systemet i Tegelhagen har två helt olika förluster: Dels förloras energi i de läckage som emellanåt uppstår, dels förekommer helt normala förluster i ledningsnätet.

### 4.4.1 Förlust vid haverier

Om inget görs innebär varje läckage, 12-25 l/minut har vi haft, en energiförlust om 35-70 kW, dvs ca 50 MWh/månad. På senare tid har sådant fortgått i uppmot ett halvår och en rimlig budget för läckor (föreningen skattat 300 tkr/år) bör uppgå till ca 300 MWh/år (ca 12 % av totala värmeuttaget), lågt räknat en kostnad om 375 tkr per år inklusive kostnader för reparation.



#### 4.4.2 Vanlig värmeförlust

I alternativ 5 och 6 körs ständigt hett vatten ut i tvåörskulvert medan i övriga endast ett rör är varmt året om och då ca 10-15 °C svalare och övriga håller en ganska låg temperatur den tid på året de alls är varma. För varje meter nytt rör förloras ca 0,15 W/m för varje grad övertemperatur röret har mot omgivande mark. Att förlusten inte är större beror på att det isolerande polyuretanskummet är baserat på tung drivgas med dålig värmeledning. Med tiden byts denna av sig själv till luft vilket försämrar isoleringen så att förlusterna ökar med ca 40 % till ca 0,2 W/m. Till viss del har denna den bästa av isoleringar således litet av en sälj-egenskap. Egenskapen att vara fast och dessutom inte suga upp vatten är dock mycket värd.

Halveringstiden för isoleringens försämring är ca tio år för klenta dimensioner av (böjbara) flexrör, mer än det dubbla (dvs processen är långsammare) för grövre fjärrvärmerör. För alternativ 3 (med kort tid innan ett nytt utbyte av ledningarna kan behöva ske) hinner inte denna process gå lika långt som med samma typ av rör i alternativ 4 där rörförlusten måste räknas till närmare 0,2 W/m.

0,2 W/m låter litet men över ett år blir det ändå mycket, dels för att nätet är 2000 m långt (0,4 kW/grad) men även för att övertemperatur x årets timmar är mellan 200 000 – 700 000 gradtimmar beroende på system. Radiatorsystem är billigast med 250 000 gradtimmar på framledningen och 205 000 gradtimmar på returledningen. Byggs ett sådant system med enkelrör (som idag) så blir förlusten inledningsvis  $0,15 \cdot 250\,000 + 0,15 \cdot 205\,000 = 69\,000$  Wh/m = 69 kWh per meter årligen. Med fjärrvärme i samma rör blir förlusten 2,5 ggr så stor och med eget hetvattensystem aningen lägre. Dagens tappvattensystem är tvåörskulvert medan ett nytt system i alternativ 3 och 4 föreslås byggas med enkelrör (radiatorvärme i separat tvåörskulvert). Befintligt nät är utöver försämring i isoleringen behäftat med enstaka engångsförluster vilket innebär en total försämring som tydligen kan bedömas till ca 60 % sett mot erfarenhetsmässiga förlustsiffror för aktuella typer av rör.

|                       |              | <i>Årlig förlust för 2000 meter nät, MWh/år</i> |                 |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|---|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | <i>k°C·h</i> | <i>kWh/m</i>                                    | <i>Alt 1, 2</i> | <i>Alt 3</i> | <i>Alt 4</i> | <i>Alt 5</i> | <i>Alt 6</i> |
| <i>Radiatorvärme:</i> |              |   |                 |              |              |              |              |
| Fram                  | 250          | 38  | <b>120</b>      | <b>120</b>   | <b>98</b>    |              |              |
| Retur                 | 205          | 31  | <b>98</b>       | <b>98</b>    | <b>80</b>    |              |              |
| <i>Varmvatten:</i>    |              |   |                 |              |              |              |              |
| VV                    | 400          | 60  | <b>192</b>      | <b>144</b>   | <b>156</b>   |              |              |
| VVC                   | 375          | 56  | <b>180</b>      |              |              |              |              |
| <i>Hetvatten:</i>     |              |   |                 |              |              |              |              |
| Fram                  | 500          | 75  |                 |              |              |              | <b>195</b>   |
| Retur                 | 350          | 53  |                 |              |              |              | <b>137</b>   |
| <i>Fjärrvärme:</i>    |              |   |                 |              |              |              |              |
| Fram                  | 700          | 105   |                 |              |              | <b>(273)</b> |              |
| Retur                 | 350          | 53  |                 |              |              | <b>(137)</b> |              |
| <b>Summa MWh/år:</b>  |              |   | <b>590</b>      | <b>362</b>   | <b>333</b>   | <b>(410)</b> | <b>332</b>   |

Man ser i tabellen att slopandet av VVC innebär en påtaglig energivinst. VVC är visserligen en konstant baslast som representerar billigast tänkbara energi att köpa men utgör i praktiken samtidigt ett högtempererat uttag som kostar ganska mycket i flöde.

Tidigare utredning (Se appendix A.4) har funnit att de två systemen vart och ett omsätter 2590 MWh varav 556 MWh utgörs av varmvatten. För full jämförbarhet måste detta uttryckas som netto 1816 MWh radiatorvärme och netto 184 MWh tappvarmvatten till vilket förluster enligt respektive alternativ skall adderas enligt:

| (MWh/år)         | Brutto | Förlust | Netto       |
|------------------|--------|---------|-------------|
| <i>FjV</i>       | 2590   | 590     | <b>2000</b> |
| <i>varav VV</i>  | 556    | 372     | <b>184</b>  |
| <i>varav rad</i> | 2034   | 218     | <b>1816</b> |

I alternativ 5 hamnar alla förluster före leveransgränsen och utgör således en energipost som ej debiteras, dock kommer påverkan på flöde bestå i och med att fjärrvärmens kallnar något i ledningen fram till husen. För perifera kunder blir således värmen dyrare med flödestaxa (SEOM, Vattenfall, mfl), något som ej hade skett med temperatortaxa (Stockholm Exergi, Göteborg Energi m fl. Även Eon har flödestaxa men kompenserar kunder med lägre framledningstemperatur).

I alternativ 5 och 6 skall dock tillkommande förluster i den egna undercentralen adderas och energi för varmvatten blir då högre, i nivå med Boverkets nyckeltal och "normaliserade värden" i energideklaration. I en test som Energimyndigheten låtit göra framkom att vanliga, mindre (100 l) varmvattenberedare drar mellan 339 – 745 kWh/år redan innan en enda droppe varmvatten förbrukats vilket ändå bara motsvarar en förlusteffekt om 39 – 85 W. En egen undercentral har säkerligen minst 85 W förlust. Baslastandelen i uttaget ökar då till  $184 + 119 * 0,745 = 273$  MWh/år till vilket i alternativ 6 kommer förluster i samfällighetens egna nät.

Kostnaden för köpt energi (uttryckt som baslast VV och klimatlast rad) har beräknats efter följande:

| (MWh/år)         | Brutto | Förlust | Netto | Alt 1, 2 | Alt 3 | Alt 4 | Alt 5 | Alt 6 |
|------------------|--------|---------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Fjv</i>       | 2590   | 590     | 2000  | 2590     | 2362  | 2333  | 2088  | 2420  |
| <i>varav VV</i>  | 556    | 372     | 184   | 556      | 328   | 340   | 273   | 604   |
| <i>varav rad</i> | 2034   | 218     | 1816  | 2034     | 2034  | 1993  | 1816  | 1816  |

Tabellen visar att alternativ 5 innebär minst mängd köpt energi. Alternativ 4 och 6 är likvärdiga i fråga om volym och avtalsform men om ej flödesavgiften är för stor bör alternativ 6 vara något billigare totalt sett eftersom hela förlusten är baslast och effektavgiften i det fallet blir lägre. Samtidigt är det knappast tänkbart att avkylning i Alternativ 6 kan tävla med vad som kan uppnås i Alternativ 4.

## 4.5 Avtal

I alternativ 1-4 och 6 sammanlagras alla värmeinköp med avseende på enskilda, dygnsvisa variationer. Effektaavgiften per kW räknat är högre för små abonnemang och därtill är lägsta möjliga effektnivå 10 kW mycket högre än genomsnittet för föreningens hus:

- Effektaavgiften blir mycket högre med enskilda abonnemang.

I alternativ 1-4 bereds tappvarmvatten centralt och lämpligt utformad kan en gemensam undercentral dra nytta av detta:

- Utöver viss mängdrabatt kan god temperaturbonus påräknas.

En lösning med returtemperaturstyrd villacentral (1980-talets småhus i Uppsalanätet) utnyttjade möjligheterna att sänka returtemperaturen maximalt. Närmast kommer man idag med en förrådsberedare kombinerat med växlare, ventil och pump för radiatorvärmen. (Väljs fel lösning blir kostnaden hög och det finns därför tyvärr starka skäl till att dessa kommentarer om tekniskt utförande gjorts här!)

## 5 EKONOMI

Alla åtgärdsalternativ påverkar kostnaderna för framtida underhåll. Om det går att skatta en rimlig, med övriga alternativ på meningsfullt sätt jämförbar kostnad för underhåll av det befintliga nätet långt bortom den tekniska livslängden så skulle totala kostnaden för att hålla anläggningen i drift jämföras med denna. Alternativt kan omvänt ett tak för hur stor denna "rimliga, i jämförelse med övriga meningsfull kostnad för underhåll" får vara beräknas med ledning av bästa av alternativ 3-6.

Anslutning till fjärrvärme går normalt på ca 40 á 50 tkr exklusive undercentral och mätare om man bor nära nätet vilket inte SEOM anser här. Vid sidan av en kostnad om ca 7 á 8 tkr per löpmeter för huvudledning bör man dock kunna räkna med högst 25 tkr per hus för serviserna om alla hus ansluts samtidigt, dvs totalt 80 á 90 tkr/hus – en kostnad som utan vidare tävlar med alternativ 5 och 6 och i alla händelser bör undersökas närmare i förutsättningslös diskussion med SEOM åtminstone innan man överväger något av dessa tekniskt mer närliggande alternativ.

Observera att enskild anslutning till SEOM innebär att var och en sedan själv köper sin värme, använder den för att i sin egen, då nyköpta anläggning bereda sitt tappvarmvatten osv.

Den totala kostnaden för samtliga alternativ utgörs endast av investering och värmekostnad. Inget av alternativen har någon utpekbar övrig kostnad för underhåll eller liknande bortsett ifrån alternativ 1 med 375 tkr/år för värme och reparation av återkommande läckor – siffror som utgör motivet till utredningen som sådan.

## 5.1 Investering

Sett mot bedömd livslängd för övriga delar av anläggningen som ej förnyas i alternativ 3 bör befintlig stigare behållas. Till material har även räknats all arbetskostnad hänförlig till respektive del av installationen. Efter mängd (1200 löpmeter, 119 st osv) har delposter och summor i tkr, oberoende av alternativ alltid med samma å-pris, beräknats:

|                    | å-pris |      | <b>Alt 3</b>   |      | <b>Alt 4</b>   |      | <b>Alt 5</b>    |      | <b>Alt 6</b>   |  |
|--------------------|--------|------|----------------|------|----------------|------|-----------------|------|----------------|--|
| Stor rörgrav       | 3 000  |      | 0,0            |      | 0,0            | 1200 | 3 600,0         |      | 0,0            |  |
| Liten rörgrav      | 1 500  | 1200 | 1 800,0        | 1200 | 1 800,0        |      | 0,0             | 1200 | 1 800,0        |  |
| Övrigt markarbete  | 750    | 1200 | 900,0          | 1200 | 900,0          | 1200 | 900,0           | 1200 | 900,0          |  |
| 1-rörs PN6         | 400    | 1200 | 480,0          |      |                |      | 0,0             |      | 0,0            |  |
| 2-rörs PN6         | 800    |      |                |      |                |      | 0,0             | 1200 | 960,0          |  |
| 3-rörs PN6         | 1 200  |      |                | 1200 | 1 440,0        |      | 0,0             |      | 0,0            |  |
| 2-rörs PN16        | 4 000  |      |                |      |                | 1200 | 4 800,0         |      | 0,0            |  |
| Knut PN6           | 500    | 119  | 59,5           | 357  | 178,5          |      | 0,0             | 238  | 119,0          |  |
| Knut PN16          | 1 500  |      |                |      |                | 238  | 357,0           |      | 0,0            |  |
| Stigare 2-rörs PN6 | 20 000 |      |                |      |                |      | 0,0             | 119  | 2 380,0        |  |
| Stigare 3-rörs PN6 | 22 500 |      |                | 119  | 2 677,5        |      | 0,0             |      | 0,0            |  |
| Stigare PN16       | 25 000 |      |                |      |                | 119  | 2 975,0         |      | 0,0            |  |
| Undercentral       | 30 000 |      |                |      |                | 119  | 3 570,0         | 119  | 3 570,0        |  |
| <b>SUMMA:</b>      |        |      | <b>3 239,5</b> |      | <b>6 996,0</b> |      | <b>16 202,0</b> |      | <b>9 729,0</b> |  |
|                    |        |      | (27,2 tkr/hus) |      | (58,8 tkr/hus) |      | (136,2 tkr/hus) |      | (81,8 tkr/hus) |  |

Till dessa belopp skall i det aktuella fallet sedan läggas moms.

## 5.2 Värmekostnad

Total kostnad för fjärrvärme uppgår i genomsnitt ännu till strax under 1 kr/kWh inklusive moms men räknar man noga på olika delposter kan värmepriset variera från 0,4 kr/kWh för baslast och ännu lägre för värme man tar ut på sin egen returledning. Att bara ha fjärrvärmens stand-by som spets med uttag när det är som kallast är riktigt dyrt: Redan att ersätta baslasten med en värmepump och enbart behålla uttag då värmebolaget kör spetspannor med bioolja mm kan utan vidare ge en effektiv värmekostnad om 2 kr/kWh eftersom den värme som värmepumpen ersätter kanske skulle ha kostat mer än 0,4 kr/kWh samtidigt som snittet för all värme utan värmepump är ca 1 kr/kWh.

Konsekvensen av detta är att en beräkning på aktuellt uttag inklusive förväntad medelreturtemperatur, flöde mm måste göras för att få årlig energikostnad för varje enskilt fall och samma sak hade sedan några år behövt göras i fråga om el. Standarduttag med värme och varmvatten skiljer inte mycket men i detta fall då skillnader i LCC-kostnad skall studeras kommer sådant som flödesrabatt/-avgift, effekt, abonnemangets storlek mm ha mycket stor betydelse. I tabellen nedan visas effektivt pris för förluster genom att de olika alternativen jämförs med ett tänkt idealfall utan förluster. Fackmannen tolkar resultatet till att taxan genom särskilt lågt pris på icke klimatberoende uttag kommer kompensera kunder som tar på sig ansvaret för förlusterna i de mest perifera nätdelarna:



*Gemensamma*

|             | <b>Ref</b> | <b>Alt 1, 2</b> | <b>Alt 3</b> | <b>Alt 4</b> | <b>(Alt 5)</b> | <b>Alt 6</b> |        |
|-------------|------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------|
| Tot värme:  | 2000       | 2590            | 2362         | 2333         | 2089           | 2420         | MWh    |
| per UC:     | 1000       | 1295            | 1181         | 1166,5       | 1044,5         | 1210         | MWh    |
| Årskostnad: | 691 716    | 864 280         | 805 677      | 794 435      | 715 378        | 800 444      | kr     |
| Ex moms:    | 692        | 667             | 682          | 681          | 685            | 662          | kr/MWh |
| Inkl moms:  | 865        | 834             | 853          | 851          | 856            | 827          | kr/MWh |
| Marginal:   |            | 295             | 181          | 166,5        | 44,5           | 210          | MWh    |
| Kostnad:    |            | 172 564         | 113 961      | 102 719      | 23 662         | 108 728      | kr     |
| Pris:       |            | 585             | 630          | 617          | 532            | 518          | kr/MWh |
|             |            | 731             | 787          | 771          | 665            | 647          | kr/MWh |
|             |            | 87,6%           | 92,3%        | 90,6%        | 77,6%          | 78,3%        |        |

Med många små leveranspunkter istället för två stora erhålls andra årskostnader. Upp till den nivå att effektavgiften börjar öka är marginalpriset för fjärrvärmens så lågt det kan bli med SEOM:s taxa:

| <i>Enskilda</i> | <i>d:o med 1000 kWh extra värme till</i> |              |                   |                   |        |
|-----------------|--|--------------|-------------------|-------------------|--------|
|                 | <b>ref</b>                               | <b>Alt 5</b> | <b>Radiatorer</b> | <b>varmvatten</b> |        |
| Tot värme:      | 2000                                     | 2089         | 2209              | 2209              | MWh    |
| per UC:         | 16667                                    | 17408        | 18408             | 18408             | kWh    |
| Årskostnad:     | 15 946                                   | 16 280       | 16 836            | 16 737            | kr     |
| Ex moms:        | 957                                      | 935          | 915               | 909               | kr/MWh |
| Inkl moms:      | 1 196                                    | 1 169        | 1 143             | 1 137             | kr/MWh |
| Marginal:       |  | 741,7        | 1000              | 1000              | kWh    |
| Kostnad:        |  | 334          | 556               | 458               | kr     |
| Ex moms:        |  | 450          | 556               | 458               | kr/MWh |
| Inkl moms:      |  | 562          | 695               | 572               | kr/MWh |
|                 |  | 48,1%        | 59,4%             | 48,9%             |        |

I bilaga finns beräkning av hur fjärrvärmeräkningen för ett enskilt hus med eget abonnemang skulle se ut beroende på om man är genomsnittlig, sparsam eller kanske frikostig.

## 5.3 Kapitalkostnad

Kalkylen är gjord i fast, 2019 års penningvärde och sett mot förväntad utveckling hos material-, bygg- och värmekostnader gjord med antagande om 0 % realränta. Förväntas material-, bygg- och värme framöver stegras långsammare än vad som svarar emot räntesatsen skulle antagandet om realränta behöva justeras uppåt. Ett antagande om motsatsen är försiktigare även om det i fast penningvärde litet motsägelsefullt resulterar i lägre kapitalkostnader, i nivå med dagens lånekostnad (enstaka punkter över noll). Endast om man vill spekulera i sjunkande material-, bygg- och energikostnader bör man i LCC-kalkylen således ta med en så hög kapitalkostnad att den verkligen börjar påverka skillnaden mellan de olika förslagen.

Efter 20 år skulle vad som byggs i alternativ 3 ha minst 40 års kvarvarande livslängd. Kalkylen är dock med anledning av antagandet om kvarvarande livslängd hos stålrör för radiatorvärme uppställd på 20 år. Efter 20 år när radiatorvärmekulverten kan behöva förnyas är värdet av samförslagda, separata ledningar för varmvatten osäkert och försiktigtvis satt till noll. Vid den tidpunkten existerar endast restvärde hos anläggningarna i alternativ 4, 5 och 6, då inklusive tappvarmvattensystem, och är satt till 50 %. Även det är försiktigt. Samtidigt har dock ej tagits upp kostnad för rivning av den anläggning som annars skulle köras vidare.

## 5.4 LCC

Livscykelkostnad för investering, energikostnad, merkostnader för energi samt eventuellt restvärde antyder att samfälligheten utan problem kan hantera aktuella frågeställningar helt inom ramen för nuvarande avgiftsuttag förutom i Alternativ 5 som ger ökning i årskostnad (från 21 131 kr/år och hushåll till 24 569 kr/år och hushåll). Väljs Alternativ 5 behöver avgiften höjas med minst 3440 kr/år. Väljs något av de andra alternativen kan dagens avgift behållas även om anläggningarna skrivs av betydligt snabbare än vad som svarar emot den tekniska livslängden.

Kortast återbetalningstid på insatt kapital erbjuder alternativ 3 där enbart systemet för tappvarmvatten förnyas. Ett sådant system bör dock skrivas av och kan komma att behöva rivas upp långt innan det tjänat ut (enda tröst är bättre isolering, se avsnitt 4.4.2) rent tekniskt med tanke på att det om ca 20 kan vara aktuellt att förnya systemet för radiatorvärme. På sikt är det därför alternativ 4 som ger lägst kostnad:

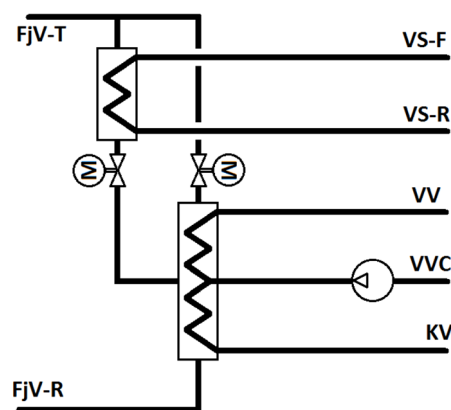
| (tkr ink moms)  | Alt 1, 2 | Alt 3  | Alt 4   | Alt 5  | Alt 6   |
|-----------------|----------|--------|---------|--------|---------|
| Investering     | 0        | 4 049  | 8 745   | 20 253 | 12 161  |
| Energi 20 år    | 43 214   | 40 284 | 39 722  | 48 839 | 40 022  |
| Läckor          | 7 500    | 0      | 0       | 0      | 0       |
| Restvärde år 20 | 0        | 0      | 4 373   | 10 126 | 6 081   |
| LCC             | 50 714   | 44 333 | 44 094  | 58 966 | 46 103  |
|                 | ref      | -6 381 | -6 620  | 8 252  | -4 611  |
| Rak Payoff      | -        | 7,8 år | 15,9 år | -      | 22,7 år |
| kr/MWh nyttig   | 1 268    | 1 108  | 1 102   | 1 474  | 1 153   |

## 6 TEKNISK LÖSNING

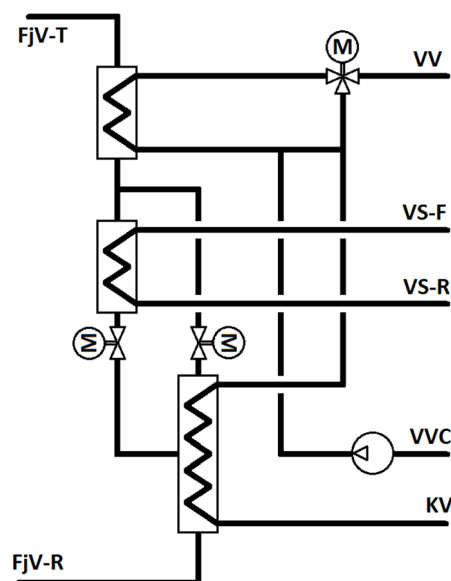
Som avslutningsvis nämndes i kapitel 1 bör möjligheter att avveckla vvc-systemet undersökas. Här följer en kort översikt av konsekvenserna av sådant utförande i området Tegelhagen.

### 6.1 Nuvarande utförande

Idag har Tegelhagen ett standardutförande på sin anläggning. Fjärrvärmeundercentralerna (2 st) värmer både tappvarmvatten och radiatorvärmevatten i var sin beredare:

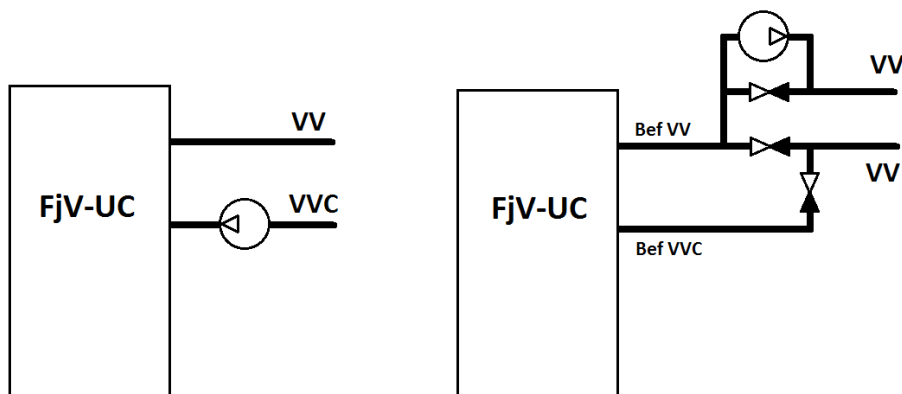


Dessa leds sedan ut i området i form av två rör för värme (VS), ett för tappvarmvatten (VV) och ett klenare rör för varmvattencirkulation (VVC). Kallvatten (KV) har dragits i separat system till varje hus men även till undercentralerna. En första tänkbar modifiering ägnad att sänka returtemperaturen har nämnts. Även efter en sådan ändring är det samma fyra rör (VV, VVC, VS-F och VS-R) som lämnar undercentralerna:



## 6.2 Ombyggnad av undercentraler

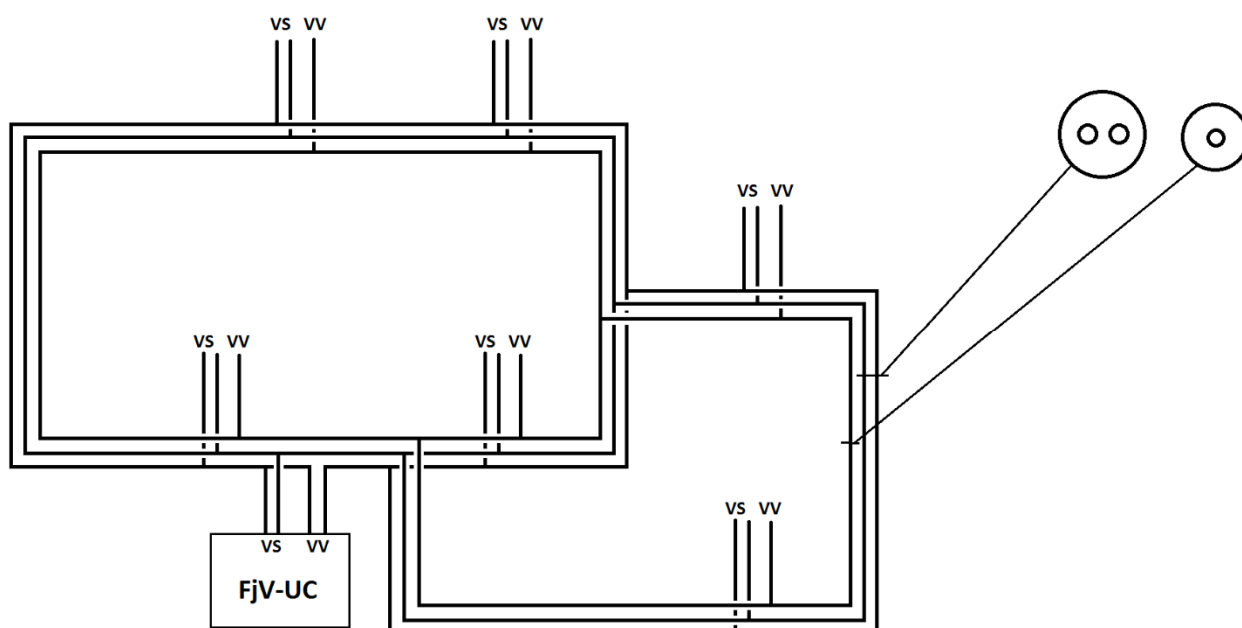
En ombyggnad av själva undercentralen påverkar inte heller dess funktion i nätet. Ut ur själva undercentralen kommer fortfarande fyra rör varav två (VV och VVC) har med tappvarmvattnet att göra. Om dessa används i konventionellt system eller system med omvänd VVC påverkar egentligen ingenting alls:



Det är i praktiken således endast nätet (och den del av undercentralen som är närmast nätet) som ändras vid övergång till omvänd VVC. Dagtid går varmvatten ut åt två håll. Nattetid tvingar undercentralen vattnet i slingorna att sakta cirkulera förbi och på så sätt varmhålla nätet. Projekteringen tar hänsyn till att så sker utan att parallella slingor (se bild nedan) kortsluter varandra.

## 6.3 Framtida utförande

Med tanke på vilket material som behövs rekommenderar Uponor att nätet byggs med två kulvertrör, en för VS med två rör och en för VV med ett enda rör. Hur detta kan ske principiellt i Tegelhagen har skissats nedan. Anslutningen till fjärrvärmeundercentralen (FjV-UC) med två rör VV istället för VV och VVC refererar till bilden i avsnitt 6.1:





VVC upp till varje hus slopas dock. Skillnaden mot idag blir att man som boende måste spola fram ett par liter vatten för att få tappvarmvatten om man inte använt varmvatten på många timmar. Det är samma som i flerfamiljshus där motsvarande ledning (3-plans låghus) är 12-20 m lång. Hur denna situation kommer upplevas kan (och bör!) man enkelt undersökas redan idag genom att stänga av VVC till det egna huset.

Boverket har tidigare haft "tvålitersregeln" om att varmvatten skall komma efter högst 10 s spolning med normflödet 0,2 l/s och den ledde till att även nämnda låghus i samband med stambyte fick komplettera med en VVC. Konsekvensen blev att det behövdes ett VVC-flöde per 6 lägenheter istället för ett VVC-flöde per kanske 60 lägenheter (endast en VVC-ventil längst bort i en länga med tio portar). Detta ledde till stora totalflöden, dålig avkylning i undercentraler, mycket värmeförluster och ständig kamp för att upprätthålla regeln om 50 °C. Sedan Boverket och Energimyndigheten noterade detta har "tvålitersregeln" strukits ur byggreglerna och ersatts av texten "utan besvärande dröjsmål".

Det är lätt att föreställa sig konsekvenserna av 120 individuella VVC-flöden, hur tillämpliga Energimyndighetens påpekanden och Boverkets slutsatser är i just fallet Tegelhagen. Det är således ur dessa myndigheters synvinkel ytterst angeläget att hitta en bättre lösning för områden som denna och det kan ju även styrelsen tycka mot bakgrund av erosionsproblematik mm.

VVC som idag går in i varje hus försvinner således. VVC-flödet kan anpassas efter vad som behövs för att nattetid hålla varmvattenledningen varm. Uttaget primärflöde kommer minska och fjärrvärmekostnaden därmed bli lägre redan innan besparingen i energi räknats med. Som nämnts blir systemet enklare och även drifta och underhålla då det kan byggas sektionerat så att funktionen i huvudsak (sämre varmhållning av slingan) kan upprätthållas med valfri sektion avstängd.

## 7 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Dagens anläggning är utformad för direktdistribution av tappvarmvatten och lågtempererad radiatorvärme. Detta gör anläggningen energieffektiv. Det enda alternativ som ur förlustsynpunkt kan konkurrera med dagens utformning är (till följd av färre rör) Alternativ 6.

Med all sin distribuerade styrverkan (120 individuellt styrda undercentraler) har Alternativ 6 knappast några möjligheter att konkurrera med de förutsättningar till god avkylning och flödesutnyttjande som nuvarande utformning (Alternativ 1, 2, 3, 4) erbjuder. Det kan mycket väl hända att energikostnaden i kronor räknat blir flera procent större i Alternativ 6 än vad som angivits i tabellerna ovan.

Gemensamt köp av värme ger så mycket mer värme för pengarna att vid sidan av förluster även enstaka hus skulle behöva dra riktigt, riktigt mycket mer än snittet innan nyttan med gemensamt värmeköp också utan individuell mätning för även en riktigt sparsam medlem försvinner.

Genomsnittlig kostnad med enskilda köp av värme är så mycket större än dagens att det även täcker merkostnaden för energi vid haverier. Dvs det finns inget att vinna ekonomiskt på enskilda köp av värme. Redan normala energikostnaden skulle bli högre än om inget alls gjordes åt dagens situation.

Volymmätning av VV och värmemätning av radiatorvärme och årlig avräkning kan ordnas oavsett system för värmedistribution. Önskemål och frågor kring det kan därför inte heller via tekniken ge vägledning i val av åtgärd.

Med avgifter som täcker dagens kostnader kan projektet finansieras helt via besparingar och vara helt återbetalt inom 8 eller 16 år beroende på om det omfattar enbart rör för tappvarmvatten eller för både tappvarmvatten och radiatorvärme. Någon avgiftshöjning kommer ej att behöva ske.

# Appendix A

## A.1 Antaganden etc

Gjorda skattningar av investeringarnas storlek bygger på delkostnader i form av antingen styckkostnad (å-pris) eller löpmeterkostnad. Resultatet av jämförelsen som görs med basis på detta avspeglar i första hand summan av de skattade kostnaderna i varje alternativ. Vad olika arbeten i själva verket kommer att kosta kan bara en upphandling ge svar på. I väntan på det går endast att göra jämförelser baserade på skattningar. Den årliga energimängden är dock känd:

- Som normalår har tagits åren 1990-2005
- Som årlig energimängd har tagits tidigare års värden 2590 MWh per normalår varav 556 MWh för tappvarmvattenberedning
- Särskilt energi för tappvatten inkluderar en stor del av nuvarande nätets förluster. Per hus visar sig nettovärmemängden ännu med denna goda siffra vara låg.

Förlusten i dagens nät är således knappast större än 0,2 W/m per grad:

- Kulvertförluster nya rör antas uppgå till 0,15 W/löpmeter per grad övertemperatur
- Kulvertförluster i dagens rör antas uppgå till 0,2 W/löpmeter per grad övertemperatur

Principen om fast penningvärde och 0 % realränta kräver att aktuella material och energier med tiden utvecklas en liten aning snabbare än resten av kostnaderna i samhället:

- Energi är för närvarande historiskt mycket billigt. Antaganden om ännu billigare energi i framtiden kan knappast anses försiktiga. Litet talar för att denna situation ens skall bestå då dagens massråvaror i form av fossila bränslen fasas ut.
- Teknikutveckling har resulterat i kraftig prisreduktion på tänkbara material. Även om ytterligare framsteg kan komma vore antaganden om ännu billigare material knappast att anse som försiktiga.
- Relationen i värmepris för basuttag jämfört effektdrivande utetemperaturberoende uttag har beaktats genom att värmekostnaden för ett visst uttag beräknats mot klimatdata för Stockholm åren 1990-2017.

Relationen väntas förändras mot allt högre kostnad för effekt. Detta gäller även elenergi. Omständigheten har ej beaktats i utredningen annat än i form av kommentarer. Dock har marginalpriset för olika delar i ett uttag exemplifierats.

I denna utredning tas ingen hänsyn till att via samfälligheten idag köps in även kallvatten (som skall bli tappvarmvatten) – en kostnad som i alternativ 5 och 6 flyttas över på den enskilde men som man idag får ”på köpet” i och med distributionen av tappvarmvatten. Eftersom vattenkostnaden i slutändan hamnar på de enskilda hushållen hur man än gör medför denna förenkling ingen påverkan de olika alternativen emellan i LCC. Skulle man justera siffrorna mot bakgrund av samfällighetens faktiska kostnader men glömmer att räkna upp alternativ 5 och 6 med samma kostnad kommer dock jämförelsen att halta.

## A.2 Föreningens sammanställning

I anknytning till diskussioner i samband med avstämningar mm under arbetets gång har föreningen gjort en sammanfattning av alternativen vilken redovisas i tabell på nästa sida. Flera fastställda förutsättningar har använts som de är i utredningen:

- Befintliga värmecentraler har 30 års kvarvarande livslängd
- Befintliga stålrör har 20 års kvarvarande livslängd
- Årlig, tillkommande energikostnad kopplad till läckage väntas vara 300 tkr/år (i utredningen har dock tagits 375 tkr/år inklusive reparationer)
- Möjligheten att minska risken för läckor via reducerat VVC-flöde är osäker

Utredarens respektive kommentarer till detta är

- De reparationer och komponentbyten som behövs för att kunna köra värmecentralerna lika länge som systemet i övrigt är försumbara vid sidan av vad den reguljära tillsyn och åtgärder som ändå behövs för att upprätthålla god energiekonomisk standard. Denna kostnad utgör i sin tur bara bråkdelen av vad motsvarande arbete i enskilda anläggningar skulle belöpa sig på – en kostnad som icke heller den upptagits i kalkylen.
- Antagandet är väl avvägt. I alternativ 3 bör dock därmed befintliga stigare kunna behållas.
- Vid uppföljningar har konstaterats att kostnaden i medeltal uppgår till 200 000 kWh, enskilda år dock på betydligt mer än 300 000 kWh. Antagandet är väl avvägt.
- Det slitage till följd av erosion som redan uppkommit har redan försvagat rören så mycket att de termiska rörelser som slutligen orsakar själva läckan på det försvagade röret kommer innebära fortsatt hög sannolikhet för läckage även om all erosion skulle upphöra. Utredaren delar föreningens tveksamhet och önskar sammanföra Alt 1 och 2.

Systemet för varmvatten utgörs av ett grövre rör som leder varmvattnet (VV) till husen och ett något klenare rör som leder återcirkulerat vatten (VVC) tillbaka för varmhållning av nätet. Detta cirkulerande vatten går via ventiler i varje enskilt hus och helt klena (8 mm) rör som går tillbaka ut igen till varmvattentrörens i marken. Där har hål stuckits i ledningen för VVC som den klena ledningen trätts in i och sedan hårdlötts fast. En teori är att virvelbildning kring den instickande klena röränden sliter på röret för VVC så att läckor uppstår.

En bit från änden av en VV/VVC-stam har det samlade flödet från anslutna hus blivit så stort att hastigheten i det klena VVC-röret är stor nog för att orsaka erosion. Vad som tonar ned betydelsen av erosion är att läckor uppstått ganska nära änden på en VV/VVC-stam. Där är å andra sidan värmerörelserna i längsled och böjningarna i rör till anslutna hus som allra störst. FVB kopplar denna typ av läckage till det förenklade utförandet utan de T-stycken och så kallade lödvårtor som normalt används vid avstick på kopparrör.

Eventuella möjligheter att genom reduktion i VVC-flöde minska antal läckage är alltför osäker. Med lågt VVC-flöde kan vissa delar av nätet kalla betydligt mer än idag då ingen tappning sker och temperaturvariationer, rörens rörelser i marken och belastningen på de skadeutsatta delarna blir då större. Givetvis skall ändå allt som går göras för att nätet inte skall läcka i onödan. Alternativ 1 och 2 är därmed ett och samma och utgör referensalternativ i LCC-kalkylen.

| A           | B                                    | C                                 | D                                    | E   | F                     | G                      | H   |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------|------------------------|---|
| ALTER-NATIV | Värmecentraler                       | Kopparrör för varmvatten          | Stålrör för hetvatten                | Åtgärd i alla 119 hus   | Beräknad kostnad / år | Osäkerhet kostnad      | Anmärkning  |
|             | (BEFINTLIGA / Åtgärd)                | (BEFINTLIGA / Åtgärd)             | (BEFINTLIGA / Åtgärd)                |   | (tusen kr)            | (Liten / Medel / Stor) |   |
| 1a          | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Rör byts när det uppstår läckor   | BEFINTLIGA beräknas hålla 20 år till | Ingen åtgärd  | 300                   |                        | • möjligt att planera när reparationer behövs, vilket är besvärligt och ger onödigt höga entreprenörskostnader      |
| 1b          | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Rör byts när det uppstår läckor   | BEFINTLIGA beräknas hålla 20 år till | Ingen åtgärd  | xx                    | xx                     |   |
| 2           | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Rör byts när det uppstår läckor   | BEFINTLIGA beräknas hålla 20 år till | Ingen åtgärd  | xx                    | xx                     | • Ökar livslängden på rören, men effekten är osäker   |
| 3a          | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Nya rör för VV och VVC            | BEFINTLIGA beräknas hålla 20 år till | Inkoppling av nya rör i alla hus  | xx                    | xx                     | • Årliga reparationer undviks<br>• Minskad värmeförlust<br>• Stor engångskostnad eftersom allt grävs upp på en gång |
| 3b          | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Successivt nya rör för VV och VVC | BEFINTLIGA beräknas hålla 20 år till | Inkoppling av nya rör i alla hus  | xx                    | xx                     |   |
| 4a          | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Nya rör för VV och VVC            | Nya rör för hetvatten                | Inkoppling av nya rör i alla hus  | xx                    | xx                     | • Årliga reparationer undviks<br>• Minskad värmeförlust<br>• Stor engångskostnad eftersom allt grävs upp på en gång |
| 4b          | BEFINTLIGA beräknas hålla 30 år till | Successivt nya rör för VV och VVC | Successivt nya rör för hetvatten     | Inkoppling av nya rör i alla hus  | xx                    | xx                     |   |
| 5           | Centralerna avvecklas                | VV och VVC avvecklas              | Rör för hetvatten avvecklas          | Nya värmeväxlare för både varm- och hetvatten installeras i varje hus. Rör för kallvatten behöver dras om inne i husen. | xx                    | xx                     | • Ny samfällighetsförrättning<br>• Varje hus betalar för sin värme<br>• Oklart om SEOM är intresserade av detta     |

## A.3 Fjärrvärmefakturor

I konsekvens med skattade värmeförluster har värmekostnaden beräknats för en undercentral med halva det totala uttaget. För ett så stort uttag kommer fasta kostnaden utgöra en väldigt liten andel. Om inga kulvertförluster fanns så skulle fakturorna se ut på detta sätt:

|              | <u>Fast</u>      |           | <u>Effektavgift</u> |                | <u>Energi</u> |                   | <u>Flöde</u> |               |                  | <b>totalt</b>     |
|--------------|------------------|-----------|---------------------|----------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|------------------|-------------------|
|              | <i>kr</i>        | <i>kW</i> | <i>kr</i>           | <i>MWh</i>     | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>         | <i>m3</i>    | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>        |                   |
| jan          | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 154,82         | 611,00        | 94 597,18         | 3003,1       | 2,00          | 6 006,13         | <b>113 157,29</b> |
| feb          | 892,24           | 290       | 10 548,08           | 141,75         | 611,00        | 86 610,42         | 2753,1       | 2,00          | 5 506,13         | <b>103 556,87</b> |
| mars         | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 132,03         | 611,00        | 80 667,80         | 2496,4       | 2,00          | 4 992,88         | <b>98 214,67</b>  |
| apr          | 947,52           | 290       | 11 201,50           | 89,18          | 306,00        | 27 289,31         | 1597,8       | 0,00          | 0,00             | <b>39 438,33</b>  |
| maj          | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 53,20          | 306,00        | 16 278,72         | 881          | 0,00          | 0,00             | <b>28 832,70</b>  |
| juni         | 947,52           | 290       | 11 201,50           | 24,14          | 306,00        | 7 386,85          | 365,8        | 0,00          | 0,00             | <b>19 535,87</b>  |
| juli         | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 11,25          | 306,00        | 3 441,87          | 161,3        | 0,00          | 0,00             | <b>15 995,86</b>  |
| aug          | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 12,03          | 306,00        | 3 680,80          | 183,9        | 0,00          | 0,00             | <b>16 234,78</b>  |
| sept         | 947,52           | 290       | 11 201,50           | 36,45          | 306,00        | 11 154,61         | 616,5        | 0,00          | 0,00             | <b>23 303,63</b>  |
| okt          | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 81,23          | 306,00        | 24 855,64         | 1474,7       | 0,00          | 0,00             | <b>37 409,62</b>  |
| nov          | 947,52           | 290       | 11 201,50           | 117,51         | 611,00        | 71 800,73         | 2216,6       | 2,00          | 4 433,23         | <b>88 382,98</b>  |
| dec          | 979,10           | 290       | 11 574,88           | 146,41         | 611,00        | 89 455,74         | 2821,8       | 2,00          | 5 643,64         | <b>107 653,36</b> |
| <b>Helår</b> | <b>11 536,02</b> |           | <b>136 378,24</b>   | <b>1000,00</b> | <b>517,22</b> | <b>517 219,67</b> | <b>18572</b> | <b>1,43</b>   | <b>26 582,01</b> | <b>691 715,96</b> |
|              | (1,7%)           |           | (19,7%)             |                |               | (74,8%)           |              |               | (3,8%)           | (100,0%)          |

Förlusterna i det egna nätet är betydande och gör att mer värme måste köpas. Följande visar ett genomsnitt över 20 år vad samfällighetens två stora anläggningar vardera skulle rendera i fakturor. De 294 MWh förluster som aldrig hamnar i något hus kostar samfälligheten 173 tkr, dvs 58,5 öre/kWh exklusive moms vilket är lågt till följd av förlusternas baslastkaraktär. Notera dock att 29,5 % ökning av uttaget via förluster ökar flödesavgiften med 35 %:

|              | <u>Fast</u>      |           | <u>Effektavgift</u> |                | <u>Energi</u> |                   | <u>Flöde</u>   |               |                  | <b>totalt</b>     |
|--------------|------------------|-----------|---------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|------------------|-------------------|
|              | <i>kr</i>        | <i>kW</i> | <i>kr</i>           | <i>MWh</i>     | <i>å-pris</i> | <i>Kr</i>         | <i>m3</i>      | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>        |                   |
| jan          | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 188,18         | 611,00        | 114 980,03        | 3980,2         | 2,00          | 7 960,47         | <b>137 680,13</b> |
| feb          | 892,24           | 345       | 12 539,84           | 172,22         | 611,00        | 105 224,80        | 3645,2         | 2,00          | 7 290,46         | <b>125 947,35</b> |
| mars         | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 162,62         | 611,00        | 99 362,09         | 3406,7         | 2,00          | 6 813,48         | <b>120 915,20</b> |
| apr          | 947,52           | 345       | 13 316,65           | 114,15         | 306,00        | 34 929,90         | 2364,2         | 0,00          | 0,00             | <b>49 194,07</b>  |
| maj          | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 74,32          | 306,00        | 22 742,48         | 1545,8         | 0,00          | 0,00             | <b>37 482,12</b>  |
| juni         | 947,52           | 345       | 13 316,65           | 41,36          | 306,00        | 12 655,02         | 900,5          | 0,00          | 0,00             | <b>26 919,18</b>  |
| juli         | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 27,50          | 306,00        | 8 415,18          | 652,5          | 0,00          | 0,00             | <b>23 154,82</b>  |
| aug          | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 28,47          | 306,00        | 8 710,90          | 687,6          | 0,00          | 0,00             | <b>23 450,53</b>  |
| sept         | 947,52           | 345       | 13 316,65           | 55,37          | 306,00        | 16 944,65         | 1213,1         | 0,00          | 0,00             | <b>31 208,82</b>  |
| okt          | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 105,97         | 306,00        | 32 428,32         | 2233,8         | 0,00          | 0,00             | <b>47 167,96</b>  |
| nov          | 947,52           | 345       | 13 316,65           | 146,04         | 611,00        | 89 229,03         | 3067,5         | 2,00          | 6 134,99         | <b>109 628,18</b> |
| dec          | 979,10           | 345       | 13 760,53           | 178,79         | 611,00        | 109 243,27        | 3774,5         | 2,00          | 7 548,91         | <b>131 531,81</b> |
| <b>Helår</b> | <b>11 536,02</b> |           | <b>162 130,15</b>   | <b>1294,99</b> | <b>505,69</b> | <b>654 865,67</b> | <b>27471,6</b> | <b>1,30</b>   | <b>35 748,31</b> | <b>864 280,17</b> |
|              | (1,3%)           |           | (18,8%)             |                |               | (75,8%)           |                |               | (4,1%)           | (100,0%)          |

Motsvarande beräkning är gjord för fall 3, 4, 5 (för jämförelsens skull) och 6 och energipriset för förluster mm finns tabellerat i rapporten.

Kostnaden med gemensamt värmeköp till eget nät blir 14 405 kr/år + moms. Trots att de förluster man måste betala för minskar så kraftigt om SEOM:s fjärrvärme dras oavkortat rakt in i husen så blir totalkostnaden ändå väsentligt högre:

|              | <u>Fast</u>     |           | <u>Effektavgift</u> |              | <u>Energi</u> |                 | <u>Flöde</u> |               |               | <b>totalt</b>    |
|--------------|-----------------|-----------|---------------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|------------------|
|              | <i>kr</i>       | <i>kW</i> | <i>kr</i>           | <i>MWh</i>   | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>       | <i>m3</i>    | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>     |                  |
| jan          | 122,47          | 10        | 457,47              | 2,64         | 611,00        | 1 615,08        | 56,5         | 2,00          | 113,10        | <b>2 308,12</b>  |
| feb          | 111,61          | 10        | 416,89              | 2,42         | 611,00        | 1 478,56        | 51,8         | 2,00          | 103,60        | <b>2 110,65</b>  |
| mars         | 122,47          | 10        | 457,47              | 2,26         | 611,00        | 1 382,92        | 48           | 2,00          | 96,08         | <b>2 058,94</b>  |
| apr          | 118,52          | 10        | 442,71              | 1,55         | 306,00        | 473,46          | 32,6         | 0,00          | 0,00          | <b>1 034,69</b>  |
| maj          | 122,47          | 10        | 457,47              | 0,95         | 306,00        | 290,57          | 20,2         | 0,00          | 0,00          | <b>870,51</b>    |
| juni         | 118,52          | 10        | 442,71              | 0,46         | 306,00        | 141,75          | 10,3         | 0,00          | 0,00          | <b>702,99</b>    |
| juli         | 122,47          | 10        | 457,47              | 0,25         | 306,00        | 76,63           | 6            | 0,00          | 0,00          | <b>656,57</b>    |
| aug          | 122,47          | 10        | 457,47              | 0,26         | 306,00        | 80,61           | 6,4          | 0,00          | 0,00          | <b>660,55</b>    |
| sept         | 118,52          | 10        | 442,71              | 0,67         | 306,00        | 204,55          | 15           | 0,00          | 0,00          | <b>765,78</b>    |
| okt          | 122,47          | 10        | 457,47              | 1,42         | 306,00        | 433,52          | 30,5         | 0,00          | 0,00          | <b>1 013,46</b>  |
| nov          | 118,52          | 10        | 442,71              | 2,02         | 611,00        | 1 233,90        | 43           | 2,00          | 86,09         | <b>1 881,22</b>  |
| dec          | 122,47          | 10        | 457,47              | 2,50         | 611,00        | 1 529,39        | 53,5         | 2,00          | 106,97        | <b>2 216,30</b>  |
| <b>Helår</b> | <b>1 442,98</b> |           | <b>5 390,02</b>     | <b>17,40</b> | <b>513,85</b> | <b>8 940,94</b> | <b>373,8</b> | <b>1,35</b>   | <b>505,84</b> | <b>16 279,78</b> |

För den som tar ut 1000 kWh mindre eller mer värme till sina element blir skillnaden i kronor liten:

|              | <i>kr</i>       | <i>kW</i> | <i>kr</i>       | <i>MWh</i>   | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>       | <i>m3</i>    | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>     | <b>totalt</b>    |
|--------------|-----------------|-----------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|------------------|
| jan          | 122,47          | 10        | 457,47          | 2,80         | 611,00        | 1 713,59        | 60           | 2,00          | 120,00        | <b>2 413,53</b>  |
| feb          | 111,61          | 10        | 416,89          | 2,57         | 611,00        | 1 568,69        | 55           | 2,00          | 109,92        | <b>2 207,10</b>  |
| mars         | 122,47          | 10        | 457,47          | 2,40         | 611,00        | 1 465,94        | 50,9         | 2,00          | 101,85        | <b>2 147,74</b>  |
| apr          | 118,52          | 10        | 442,71          | 1,64         | 306,00        | 500,67          | 34,5         | 0,00          | 0,00          | <b>1 061,90</b>  |
| maj          | 122,47          | 10        | 457,47          | 1,00         | 306,00        | 305,56          | 21,2         | 0,00          | 0,00          | <b>885,50</b>    |
| juni         | 118,52          | 10        | 442,71          | 0,48         | 306,00        | 147,20          | 10,7         | 0,00          | 0,00          | <b>708,43</b>    |
| juli         | 122,47          | 10        | 457,47          | 0,25         | 306,00        | 77,94           | 6,1          | 0,00          | 0,00          | <b>657,88</b>    |
| aug          | 122,47          | 10        | 457,47          | 0,27         | 306,00        | 82,44           | 6,5          | 0,00          | 0,00          | <b>662,38</b>    |
| sept         | 118,52          | 10        | 442,71          | 0,70         | 306,00        | 214,78          | 15,7         | 0,00          | 0,00          | <b>776,01</b>    |
| okt          | 122,47          | 10        | 457,47          | 1,50         | 306,00        | 458,68          | 32,2         | 0,00          | 0,00          | <b>1 038,62</b>  |
| nov          | 118,52          | 10        | 442,71          | 2,14         | 611,00        | 1 308,16        | 45,6         | 2,00          | 91,27         | <b>1 960,66</b>  |
| dec          | 122,47          | 10        | 457,47          | 2,66         | 611,00        | 1 622,44        | 56,7         | 2,00          | 113,49        | <b>2 315,86</b>  |
| <b>Helår</b> | <b>1 442,98</b> |           | <b>5 390,02</b> | <b>18,41</b> | <b>514,18</b> | <b>9 466,09</b> | <b>395,1</b> | <b>1,36</b>   | <b>536,53</b> | <b>16 835,61</b> |

Ännu mindre blir skillnaden mot standarduttaget om man sparar eller slösar på varmvatten:

|              | <i>kr</i>       | <i>kW</i> | <i>kr</i>       | <i>MWh</i>   | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>       | <i>m3</i>    | <i>å-pris</i> | <i>kr</i>     | <b>Totalt</b>    |
|--------------|-----------------|-----------|-----------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|------------------|
| jan          | 122,47          | 10        | 457,47          | 2,73         | 611,00        | 1 671,08        | 58,5         | 2,00          | 116,97        | <b>2 367,99</b>  |
| feb          | 111,61          | 10        | 416,89          | 2,50         | 611,00        | 1 530,40        | 53,6         | 2,00          | 107,18        | <b>2 166,07</b>  |
| mars         | 122,47          | 10        | 457,47          | 2,36         | 611,00        | 1 440,41        | 50           | 2,00          | 100,01        | <b>2 120,36</b>  |
| apr          | 118,52          | 10        | 442,71          | 1,64         | 306,00        | 501,55          | 34,5         | 0,00          | 0,00          | <b>1 062,78</b>  |
| maj          | 122,47          | 10        | 457,47          | 1,04         | 306,00        | 319,64          | 22,2         | 0,00          | 0,00          | <b>899,58</b>    |
| juni         | 118,52          | 10        | 442,71          | 0,55         | 306,00        | 168,32          | 12,1         | 0,00          | 0,00          | <b>729,55</b>    |
| juli         | 122,47          | 10        | 457,47          | 0,33         | 306,00        | 101,12          | 7,8          | 0,00          | 0,00          | <b>681,06</b>    |
| aug          | 122,47          | 10        | 457,47          | 0,34         | 306,00        | 102,56          | 8,1          | 0,00          | 0,00          | <b>682,50</b>    |
| sept         | 118,52          | 10        | 442,71          | 0,73         | 306,00        | 224,82          | 16,5         | 0,00          | 0,00          | <b>786,05</b>    |
| okt          | 122,47          | 10        | 457,47          | 1,49         | 306,00        | 455,41          | 32           | 0,00          | 0,00          | <b>1 035,35</b>  |
| nov          | 118,52          | 10        | 442,71          | 2,10         | 611,00        | 1 281,47        | 44,7         | 2,00          | 89,38         | <b>1 932,08</b>  |
| dec          | 122,47          | 10        | 457,47          | 2,59         | 611,00        | 1 583,41        | 55,4         | 2,00          | 110,71        | <b>2 274,06</b>  |
| <b>Helår</b> | <b>1 442,98</b> |           | <b>5 390,02</b> | <b>18,40</b> | <b>509,79</b> | <b>9 380,19</b> | <b>395,4</b> | <b>1,33</b>   | <b>524,25</b> | <b>16 737,43</b> |

Den som vill komma billigare undan än idag måste med ett litet abonnemang nöja sig med strax under 14 000 kWh/år värme. Med gemensamt inköp får man 55 % mer värme för samma peng, så mycket extra att hela 25 % blir över sedan ganska stora förluster i ett äldre nät tagit sitt.



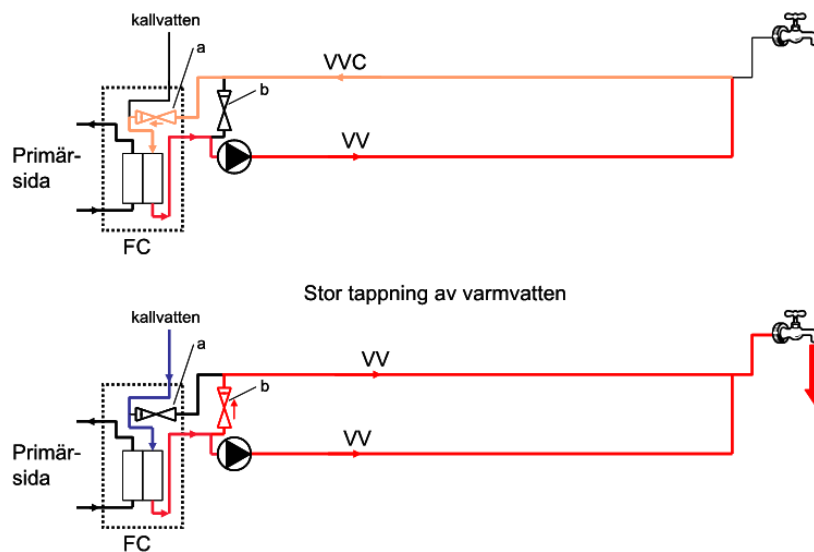
## A.4 Energiuppföljning

### ENERGIUPPFÖLJNING – Tegelhagens Samfällighet

På uppdrag av Tegelhagens Samfällighet har FVB undersökt anläggningarna och gjort en energiuppföljning (bifogas). Det gick att konstatera att

- Normalårsförbrukningen uppgår till 2035 MWh/år för värme och 556 MWh/år för VV+VVC
- Snittpris för uttagen fjärrvärme uppgår till ca 76 kr/kWh inklusive moms.
- Kostnaden för de nu pågående läckagen uppgår till 100 tkr bara i energi
- Besparingspotential via driftoptimering uppgår på tidigt stadium till 250 tkr/år
- Läckaget föreligger endast i den ganska grunt förlagda VV+VVC-kulverten
- Värmeuttaget till den gemensamma poolen är till följd av ogynnsamt avtal ca 3 ggr dyrare än den skulle behöva vara. Effektagift skulle inte behöva uttas.

Vid utbyte av VV-systemet föreslås utförande i slingor (så kallad "omvänd vvc") med sektionering där valfritt avsnitt kan avstängas utan att mer än direkt angränsande hus berörs varje gång:



Figur 10. Omvänd VVC.

Detta är av särskilt värde för att minimera störningar redan under själva arbetets gång men innebär även minskade värmeförluster och tryckfall i nätet i drift.

I övrigt hänvisas till bilagorna.

Stockholm den 30 mars 2017

Johan Söderberg, 08-5947 61 78  
Certifierad energiexpert (K)

## Sekundärnäten

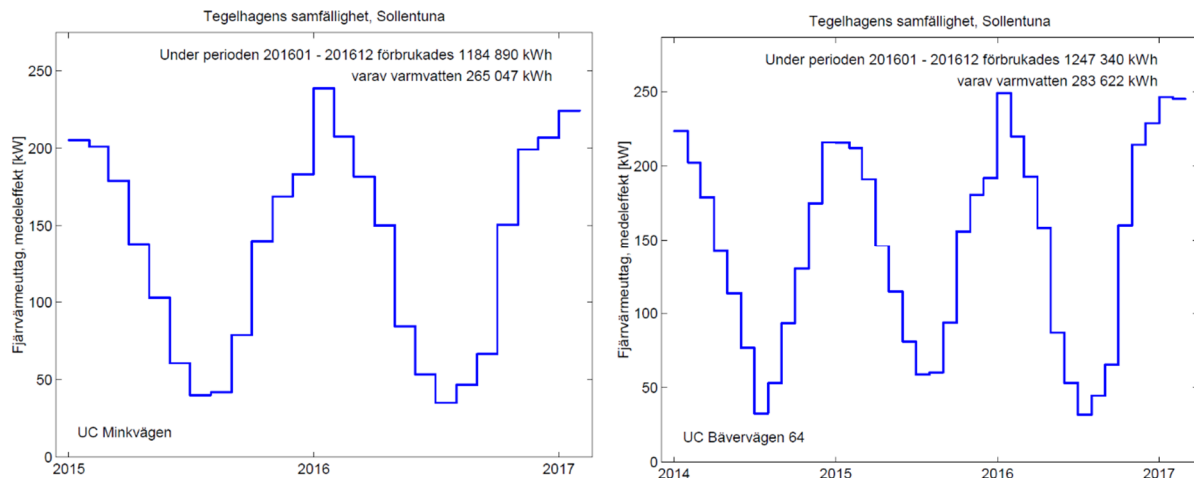
Samfälligheten har anordnat gemensam beredning av värme och tappvarmvatten i två separata anläggningar med en undercentral i garagelängan på Minkvägen och en i kvartersgården på Bävervägen. I den senare finns även en separat undercentral med egen mätare som betjänar poolen som anlagts invid.

Anläggningarna är uppförda 1977-78 och således 40 år gamla. VS är utfört med stålrör i polyuretanisolerad plaströrskulvert och kan förmodas ha betydande återstående livslängd (åtminstone ett par decennier) även om anodiska skydd och läckdetekteringssystem i endast något enstaka fall ännu är i funktion. Ett läckage skulle dock märkas som ett omedelbart behov av ständig påfyllning och någon vägledning i fråga om var skulle läckdetekteringen ändå inte ge.

Tappvarmvattensystemet är utfört med tvårörs VV+VVC med kopparrör i samma typ av kulvert. Denna är i akut behov av åtgärder. Återkommande läckor har uppstått sedan ett drygt decennium. Det mest rationella är en plan för systematiskt utbyte av ledningarna. Lämpligen övervägs samtidig modernisering av systemet till enrörskulvert med rundmatning. Den utsatta VVC-ledningen kan då slopas och det finns goda utsikter att antalet läckor kan minska drastiskt bara arbetet kommer igång.

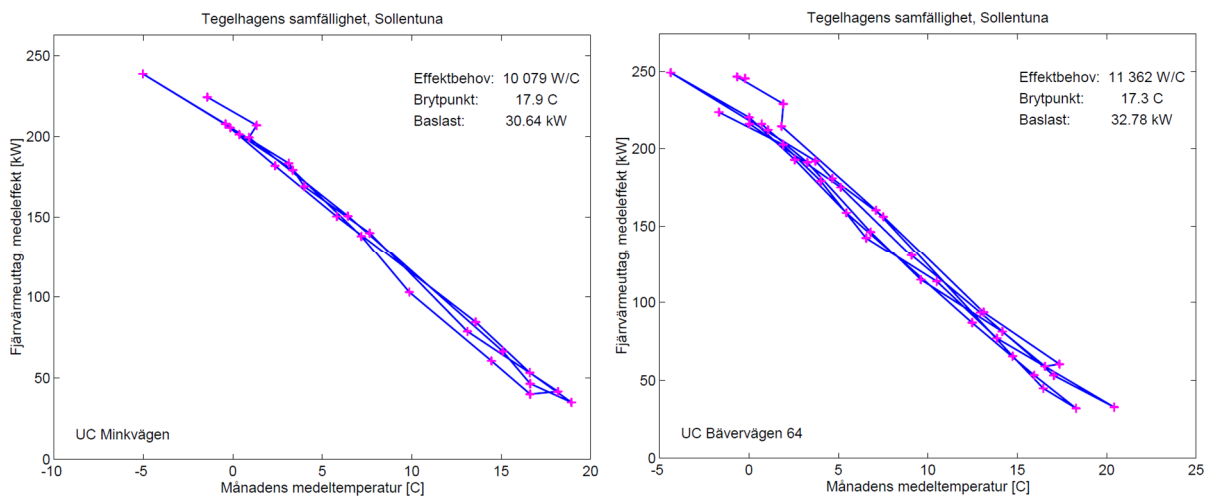
## Energiuppföljning

Via värmeleverantörens kundinloggning har erhållits förbrukningsdata för 2 – 3 år för de olika abonnemangen. Undercentralen på Minkvägen betjänar 58 av totalt 119 hus. Uttaget per hus räknat är således nästan helt lika i de två olika anläggningarna:

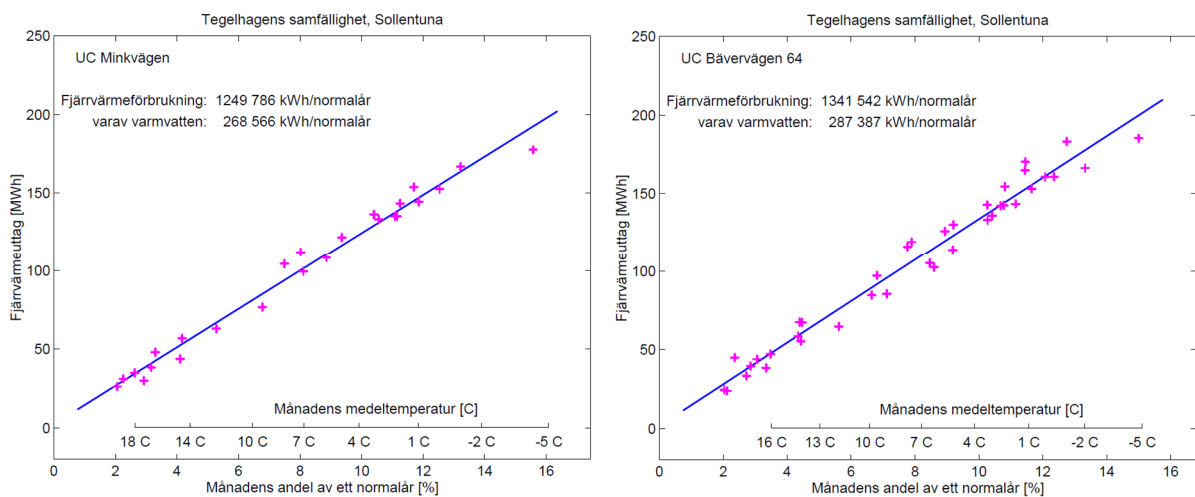


Via avsättning mot klimatdata erhålls en god bild av samlad förlustkoefficient för byggnader och nät tillsammans. Ungefär den 17 november 2016 uppstod en läcka (26 kW) på varmvattnet i Bävervägen och vid nyår en knappt hälften så stor läcka på Minkvägen. Den totala kostnaden i energi för det två läckorna hinner uppgå till drygt 100 tkr innan de lagas i mars-april 2017. I det i övrigt så lagbundna underlaget kan ytterligare minst två läckor anas.

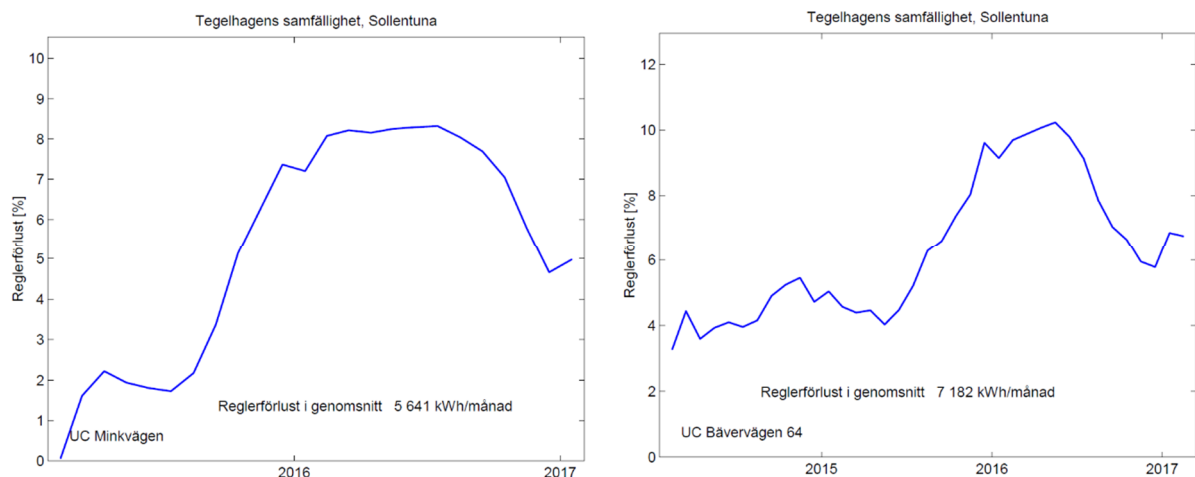
Värme matas ut alldeles för tidigt men när det blir riktigt kallt så snålar man i gengäld något på värmen. Ganska mycket kunde med samtidig energibesparing vinnas i komfort på bättre styrning. Detta gäller båda de två anläggningarna:



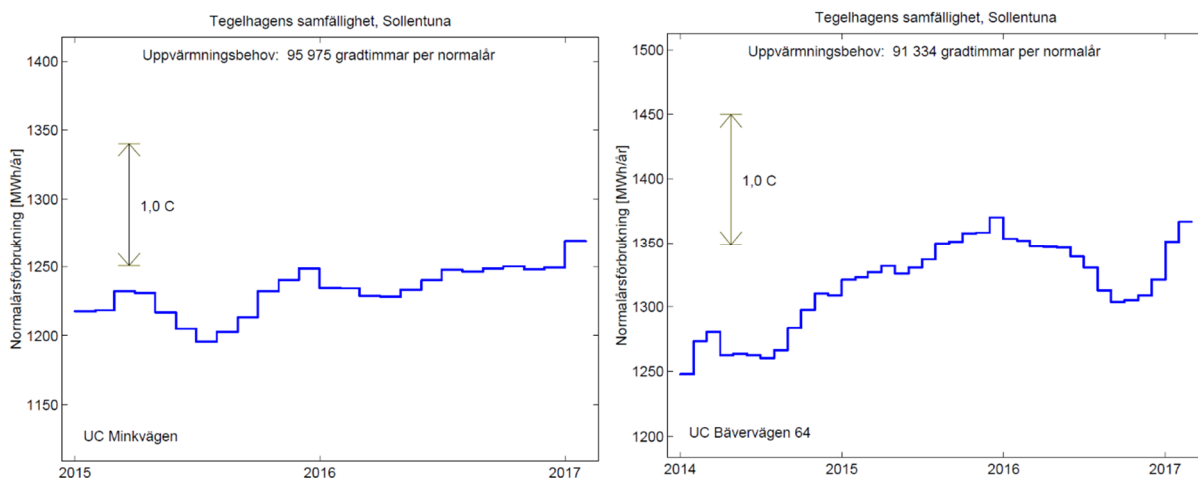
En noggrannare uppföljning kräver avsättning mot byggnadsspecifikt klimatindex. I samband med det ser man den första signifikanta skillnaden mellan områdena. Medan husen på Minkvägen får sådant överskott av värme att termostatregeringen träder in saknas i Bävervägen alldeles motsvarande solkänslighet. Det kan handla om skillnader i termostatventilernas funktion och om det förekommit någon period då värmen inte räckt till så att ventilerna ställts upp extra högt:



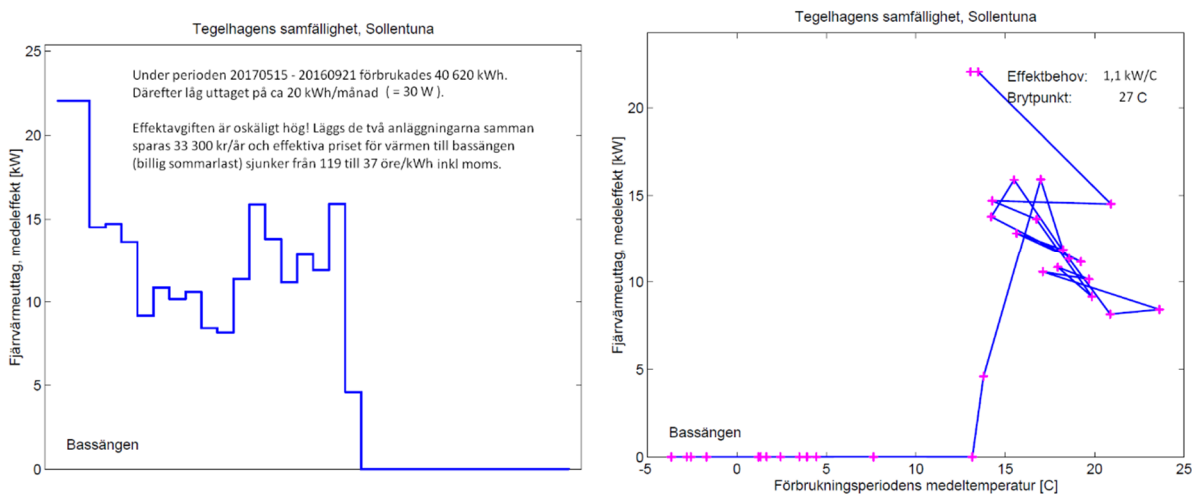
Avvikelser kan uttryckas som en reglerförlost, 2-4 % (vid sidan av varmvattenläckor) är ganska bra:



Förbrukningen under varje period har här dividerats med periodens klimatindex uttryckt i procent av normalåret 1990-2010. Man ser tydligt hur främst anläggningen på Bävervägen är utsatt för läckage:



Sommaren 2016 fick bassängen en egen värmeundercentral. De första tre veckorna höll bassängen en väsentligt högre temperatur än senare. Kostnaden för bassängen borde uppgå till ca 35 MWh/år = 13 tkr per år men är idag mer än tre gånger så hög till följd av ogynnsamt avtal. Detta bör omförhandlas med den omständighet i minne att SEOM redan första året lyckats dra in hela sin kostnad för installationen:



### Sammanställning

Med de fynd som gjorts kan sammanställas:

| (MWh/år)      | Hus | VV+VVC  |       | VS      |        | VV+VS   |        |
|---------------|-----|---------|-------|---------|--------|---------|--------|
|               |     | per hus | tot   | per hus | tot    | per hus | Tot    |
| MV 1-51, 2-64 | 58  | 4,6     | 268,6 | 16,9    | 981,2  | 21,5    | 1249,8 |
| BV 1-45, 2-72 | 60  | 4,8     | 287,4 | 17,6    | 1054,2 | 22,4    | 1341,5 |
|               | 118 | 4,7     | 556,0 | 17,2    | 2035,4 | 22,0    | 2591,3 |

För Minkvägen faller kostnader mars 2016-feb 2017 före moms ut enligt:

|             | Å-pris | Mängd                | ex moms: | Andel |
|-------------|--------|----------------------|----------|-------|
| Grundavgift |        |                      | 11192    | 1,5%  |
| Effekt      | 450,00 | 315 kW               | 141590   | 19,6% |
| Energi      | 454,74 | 1189 MWh             | 540680   | 74,9% |
| Flöde       | 2,00   | 14307 m <sup>3</sup> | 28614    | 4,0%  |
| Tot         | 607,30 | 1189 MWh             | 722076   | 100%  |

Kostnaden inklusive moms uppgår således till 75,9 öre/kWh.

#### *Driftoptimeringspotential*

Bävervägen har ett väsentligt högre effektbehov, hela 189 W/°C per hus istället för 174 W/°C per hus på Minkvägen. Nu förelåg dock omständigheten att effekten sänktes vid särskilt kallt väder eller snarare hölls uppe vid varmare väder: Temperaturbrytpunkten ligger 2 °C för högt i båda områdena. Med en bättre värmereglering som håller igen när kylan slår till men i utbyte undviker att dra ned på effekten lika snabbt som nu vid varmare väder erhålls en avsevärd komfortförbättring med samtidig reduktion av maxeffekt och energi. Någonstans emellan 10,0 – 11,3 kW/°C behöver nog köras ut i snitt ändå, men grad-timtalet kan sänkas.

Dessutom är tappvarmvattenförbrukningen ca 2-2,5 ggr högre än i flerfamiljshus. Redan innan antal uttagna liter reducerats borde med en ny enrörskulvert en liten puts vara möjlig även där:

| G per hus: | 174       | 189        |        | W/°C     |
|------------|-----------|------------|--------|----------|
|            | Minkvägen | Bävervägen | Tot    |          |
| Q          | 10079     | 11362      | 21441  | W/°C     |
| G          | 97351     | 92774      | 94926  | grad-tim |
| VS         | 981,2     | 1054,1     | 2035,3 | MWh/år   |
| VV         | 268,6     | 287,4      | 556    | MWh/år   |
| VS+VV      | 1249,8    | 1341,5     | 2591,3 | MWh/år   |
| Q          | 10079     | 11362      | 21441  | W/°C     |
| G          | 85000     | 85000      | 85000  | grad-tim |
| VS         | 856,7     | 965,8      | 1822,5 | MWh/år   |
| VV         | 220,0     | 220,0      | 440,0  | MWh/år   |
| VS+VV      | 1076,7    | 1185,8     | 2262,5 | MWh/år   |
| Besparing: | 173       | 156        | 329    | MWh/år   |

Värdet av detta är drygt 600 kr/MWh + moms, dvs 250 tkr/år till vilket kommer drygt ca 100 tkr/år som idag förloras i läckage (vad som är upptaget som besparing i VV i tabellen ovan är minskade VVC-förluster mm i en ny kulvert).

2017-03-29 / J.Sbg

## A.5 Ordförklaringar

Här följer en ordförklaring ordnad efter den ordning orden dyker upp i denna rapport:

|                        |  |
|------------------------|--|
| <i>Närvärme</i>        | För att slippa ha panna i varje hus byggde man ibland små nät med en gemensam panna i en så kallad hetvattencentral.   |
| <i>Fjärrvärme</i>      | Vissa städer byggde stora värmenät för att kunna utnyttja spillvärme från elproduktion. När fossila bränslen skall fasas ut ger stora nät möjligheten att bygga specialpannor som kan utnyttja fuktigt biobränsle utan att värme går till spillo.  |
| <i>Sekundärnät</i>     | En grupp hus kan matas med värme från fjärrvärme med ett eget värmesystem i marken mellan husen. För att kunna anpassa material, temperaturer och tryck skiljer man med värmeväxlare detta nät från det nät man köper värmen ifrån.  |
| <i>Värmeväxlare</i>    | I olika system och även i människokroppen finns delar som överför värme från två olika rörsystem. I armar och ben kyls blod ned för att minska värmeförlusten i händer och fötter. Värmen får då värma blodet som strömmar tillbaka igen efter att ha varit ute i exempelvis fötterna. I lungorna tas luftens syre upp och koldioxid "tvättas ur" blodet. För att spara på värmen får luften på väg ut värma upp väggarna i näsan som i sin tur bara har värmen till låns ett kort tag tills frisk, kall luft som skall in i lungorna behöver värmas. I fjärrvärmesystem byggs värmeväxlare genom att plåt travas i packar. Mellan de första plåtarna går hett fjärrvärmevatten, mellan nästa plåt-par går elementvatten och mellan nästa par plåtar fjärrvärmevatten igen. En liten, halvmeterstor låda kan på detta sätt rymma hundratals kvadratmeter värmeutbytande yta. |
| <i>FVB</i>             | Fjärrvärmebyrån är en gammal avdelning på Vattenfall som idag är ett personalägd bolag. Det finns inga aktieägare på börsen som skriker efter kvartalsrapporter och utdelning och hos fvb kan man därför köpa en kvalificerad konsult till självkostnad!   |
| <i>Johan Söderberg</i> | En av fvb äldre konsulter med specialitet fastighet, styrsystem, värmepumpar, borrhål, pannor, förbränning, ångteknik och så fjärrvärme förstås!   |
| <i>VS</i>              | Värmesystem, avser ofta system för radiatorvärme, dvs vatten som har lagom temperatur beroende på årstid och är på väg till ett element hemma hos någon.   |
| <i>VV</i>              | Varmvatten innebär tappvarmvatten för tvätt, disk mm   |
| <i>VVC</i>             | Varmvattencirkulation är ett särskilt, extra rör som gör att varmvattensystemet kan varmhållas med cirkulerande vatten. Vattnet värms med vvc upp om och om igen vid behov (exempelvis nattetid) så man inte ska behöva vänta så länge på varmt vatten när man öppnar kranen.  |
| <i>varmvatten</i>      | Man säger aldrig varmvatten om något annat än tappvarmvatten, dvs uppvärmt kranvatten som är på väg till en kran där någon vill ha det till disk, tvätt osv  |
| <i>hetvatten</i>       | I närvärmesystem (se ovan) distribueras hett vatten från hetvattencentraler med pannor. Hetvatten är således varmt "pannvatten" som man för att värma varmvatten mm kan låna en stund till en egen växlare sitt hus.   |
| <i>radiatorvärme</i>   | Om temperaturen på nätet görs lagom och får variera med vädret så att vattnet kan ledas direkt ut i elementen talar man om radiatorvärme.  |
| <i>SEOM</i>            | Sollentuna Energi & Miljö är det kommunala bolaget för el och värme i Sollentuna.  |
| <i>Undercentral</i>    | Medan fjärrvärmeverk och hetvattencentraler i nät för fjärr- och närvärme (se ovan) gör hetvatten (se ovan) vill man i hus ha tappvarmvatten och tempererat vatten till radiatorer. Det värmer man i värmeväxlare i källaren kopplade till fjärrvärmen. En växlare används till varmvattnet och en till radiatorvärmen. Denna anläggning kallas undercentral.  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <i>Villavärmeväxlare</i>   | För ett småhus behövs bara en minianläggning med lika många men mycket mindre värmeväxlare jämfört med dem i en stor undercentral, allt inrymt i en låda som är stor som en garderob eller väggskåp.  |
| <i>anslutningskostnad</i>  | Att svetsa rör nere i djupa diken i marken är dyrt och fjärrvärmebolaget tar därför bra betalt för att lägga rören fram till ditt hus.  |
| <i>Energi effekt</i>       | Allt som får lampor att lysa, element att bli varma och bilar att rulla mm är energi. Mycket energi på kort tid är hög effekt. För att långsamt ladda elbilen krävs kanske bara en enda solpanel på 100 W som är låg effekt. Har man bråttom krävs kraftig sladd och proppen kanske går. Då är effekten hög. Om alla vill ha värme på en gång blir effekten i nätet hög och värmebolaget måste kanske elda bioolja som är dyrt. Om alla i lugn och ro kunde turas om att få värme, litet i taget, skulle endast de billigaste, mest miljövänliga bränslena användas. Att vi fortfarande eldar även fossil olja i flygplan, bilar och vid extrem kyla även i värmeanläggningar beror på att någon vill ha hög effekt.    |
| <i>sektion</i>             | Ett rörsystem byggs ibland i sektioner med avstängningsventiler i båda ändar så att systemdelen kan stängas av och arbeten göras.   |
| <i>plaströrskulvert</i>    | Ett rör i marken kallas kulvert. Det kan byggas i tegel, cementrör eller gråsten. Fjärrvärmerör lades förr i cementrör men idag används nästan bara rör i plast. Då kan isoleringen sitta fast i plasten och röret för hetvattnet sitta fast i isoleringen. Att allt sitter ihop ger låga förluster och är praktiskt.   |
| <i>svetsade stålrör</i>    | Eftersom olika hus ligger olika högt är trycket i fjärrvärmens ganska högt så det ska orka upp även på bergen. I låglänta områden som Tegelhagen är trycket därför högt. Då behövs stålrör för hetvattnet och de svetsas ihop för att inte läcka.   |
| <i>kopparrör korrosion</i> | Eftersom stål rostar måste man ha kopparrör om röret skall leda kranvatten. Fjärrvärmevattnet innehåller ingen luft och därför förekommer ingen korrosion. I Tegelhagens eget nät finns dock luft. Om någon bygger om hemma och tar ned ett element kommer det in luft i systemet när elementet sätts tillbaka. Efter 50-60 år kan det hända att det blir någon liten läcka i röret. Rören kan också rosta utifrån för där finns alltid luft. Korrosion kan ske snabbare och mer koncentrerat om det finns olika metaller i systemet men aldrig utan luft. Det fungerar som batteriet till hörapparaten - tar man inte bort den lilla plasttejen finns ingen luft som kan lösa upp metallen så att batteriet ger ström. |
| <i>erosion</i>             | Om vattnet pumpas fram snabbt kan vattnet tvätta bort oxid på rörens insida och så fort ny, blank metall kommer fram så bildas ny oxid. Denna process gör att vattnet kan nöta sig igenom röret och man talar då om erosion.  |
| <i>isolering</i>           | Förr isolerades rör med mineralull. Idag används ofta cellplast eftersom den samtidigt kan fungera som stöd åt röret.   |
| <i>MWh</i>                 | Det går tiotusen timmar på ett år. Flera tusen av årets timmar är ca 0 C kalla och när man mäter värme är MWh = 1000 kWh enklast. En kubikmeter ved är 2-3 MWh och 100 liter olja är 1 MWh.   |
| <i>baslast</i>             | Helst skulle värmebolaget vilja ha kunder som tar ut sin värme året om, alla timmar så att en enda panna kan gå med konstant effekt året om. Energi för varmvatten är litet av den typen även om det är ett uppehåll i värmebehovet på natten och energi för varmvatten kallas därför baslast medan värmen till element är mer värme på kort tid, så kallad effektlast. Det man tar ut som baslast är den billigaste energin. Detta gäller idag även el vilket blir mer och mer tydligt år för år.  |
| <i>stamledning</i>         | Ett fjärrvärmenät byggs som nerverna i ett blad med en central ledning dit alla små ledningar från husen ansluts. Den centrala ledningen kallas stamledning.  |
| <i>stigare</i>             | Rören fram till varje hus eller upp till varje lägenhet kallas stigare.   |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <i>fjärrvärme</i>           | Se ovan!   |
| <i>avväxlat</i>             | Se ovan!   |
| <i>sekundärnät</i>          |  |
| <i>PEX-rör</i>              | Plaströr är ett modernt alternativ till stålrör där någon måste ligga på rygg i ett lerigt dike och svetsa. För att det ska fungera måste plasten tåla hög temperatur och dessutom inte leda syre. Det har man uppnått med tvärbundern polyeten, så kallad PEX.  |
| <i>PN6</i>                  | Olika system har olika tryck- och temperaturklasser. Tegelhagens nuvarande nät är PN4, dvs max 4 bar = 4 kp/cm <sup>2</sup> tryck (som ett bussdäck). Fjärrvärmenät byggs idag med PN16 och mindre hållbara ledningar än så får man inte koppla in.  |
| <i>PN16</i>                 | Dessa rör klarar 16 bar och 120 °C.  |
| <i>Villa-vvx</i>            | Se villavärmeväxlare ovan.   |
| <i>fyrörskulvert</i>        | Med fyra rör i gemensam isolering och plaströrskulvert behöver man bara gräva ned "ett" rör i marken.  |
| <i>polyuretanskum</i>       | Det är en hållbar, litet hårdare sorts frigolit.   |
| <i>flexrör</i>              | Medan stålrör inte kan böjas alls utan måste svetsas med dubbla skarvar och små rörböjar om ledningen skall svänga kan böjbara flexrör levereras på rulle och läggas ned utan skarvar vilket blir mycket billigare.  |
| <i>gradtimmar</i>           | Längst ned i ordlistan och mitt i rapporten räknas på förluster i Watt per meter och grad som anger hur mycket värme ett rör läcker för varje grad det är varmare än omgivningen. Över tid uttrycks denna övervärme i gradtimmar och multiplicerar man med förlusttalet (W/m per grad) så blir resultatet kWh/m som anger hur mycket värme röret förlorar per år. Sådana beräkningar har gjorts i denna rapport. |
| <i>radiatorvärme</i>        | Det lagom varma vatten som skall till elementen ute i husen.   |
| <i>tappvarmvatten</i>       | Varmvatten till kranen i kök, handfat och dusch  |
| <i>temperaturtaxa</i>       | De som tar ut sin värme sakta och effektivt så att vattnet som går tillbaka till fjärrvärmeverket är kallt får temperaturbonus. I verket gör det kalla vattnet att mer värme på ett mer miljövänligt sätt kan utvinnas. Dessutom sparas en hel del el till pumparna om alla husen utnyttjar få liter vatten med maximal avkylning. Att ta betalt på detta sätt kallas temperaturtaxa.                            |
| <i>Flödestaxa</i>           | Förr fanns bara vattenmätare i fjärrvärmesystemen och då kunde man inte ha temperaturtaxa utan fick ta betalt för kubikmeter vatten med en "flödestaxa" istället.  |
| <i>normaliserade värden</i> | När hus energideklareras (se lagen om energideklaration!) så skall alla egenheter huset har fått med just dig som boende i det rensas bort och ersättas med schablonvärden. Det kallas normalisering.  |
| <i>Effektavgiften</i>       | Som nämnts ovan och diskuteras i rapporten bör och är effekt vara dyrt och själva energin billigare. Om alla samsades och tog ut all sin värme sakta, sakta skulle mer miljövänliga och billiga bränslen kunna användas. För att styra i den riktningen har värmebolagen effekttaxa. Nu börjar även el prissättas på det viset.  |
| <i>temperaturbonus</i>      | Se temperaturtaxa ovan!  |
| <i>villacentral</i>         | Samma sak som villavärmeväxlare. Se ovan!  |
| <i>förrådsberedare</i>      | Istället för värmeväxlare kan man ha en stor varmvattentank hemma. En sådan kallas förrådsberedare.  |
| <i>å-pris</i>               | Hur mycket en enhet (en kran, en skarv, en pump osv) kostar.   |
| <i>Stor rörgrav</i>         | Om någon skall ligga på rygg och svetsa stålrör behövs ett stort dike att lägga röret i. Det kallas stor rörgrav.  |
| <i>Liten rörgrav</i>        | Skall ett flexrör med pressskarvar rullas ut så räcker det med ett smalt dike. Det innebär att markarbetena blir billigare.  |



|                         |  |
|-------------------------|--|
| <i>Knut</i>             | Där ditt och grannens rör är anslutna till stamledningen är en korsningsförgrening, en så kallad knut.   |
| <i>LCC-kostnad</i>      | Se restvärde nedan!  |
| <i>Marginal</i>         | Om lönen ökar med en hundring och skatten ökar med 55 kr säger man att marginals-katten är 55%. Vad som menas med marginal är det där extrabeloppet 100 kr. Samma tankesätt kan göras med energi vilket visas på ett par ställen i rapporten.  |
| <i>leveranspunkt</i>    | Även om värmebolaget drar sina rör en bit till, fram till värmeväxlaren så sätter de upp en mätare på ett ställe där rören är raka. När vattnet passerar den punkten mäts energin och därför kallas punkten för leveranspunkt.   |
| <i>realränta</i>        | Om räntan är lika låg som inflationen kommer kronorna på bankboken öka men värdet är oförändrat. Räkna om vad som finns på bankboken i fast penningvärde så ökar inte antalet kronor. När räntan är lika hög som inflationen säger man att realräntan är noll och då föreligger ingen faktisk kostnad att låna.  |
| <i>restvärde</i>        | Om livslängden hos en investering är större än studerat tidsintervall kommer kostnaden bli orättvist hög om hela investeringen tas upp i räkningen. För att få en rättvis bild av kostnaden under den studerade perioden måste man ta hela investeringen och räkna bort restvärdet. Denna typ av analys kallas LCC-analys (från engelska Life-cycle cost). |
| <i>Rak Payoff</i>       | En enklare analys än LCC-analys är att se efter hur många år som behövs för att en investering skall betala sig. Den tiden kallas rak payoff eller rak återbetalningstid.  |
| <i>avkylning</i>        | Se temperaturtaxa ovan!  |
| <i>0,2 W/m per grad</i> | Se gradtimmar ovan!  |

## A.6 Referenser och litteratur

För den som vill veta allt om nya och gamla kulvertar, förluster och skadefrekvens vid olika ålder mm rekommenderas denna sammanställning:

[https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/medlemsportalen-oppet/fjarrvarme/reinvesteringsmodell\\_for\\_befintligt\\_fjarrvarmenat.pdf?v=L71Oc9MIDole1BOb24MBFcbJNog](https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/medlemsportalen-oppet/fjarrvarme/reinvesteringsmodell_for_befintligt_fjarrvarmenat.pdf?v=L71Oc9MIDole1BOb24MBFcbJNog)

Kostnader har skattats med ledning av en annan sammanställning – energiföretagens kulvertkostnads-katalog 2007:

[https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/det-erbjuder-vi/publikationer/kulvertkostnads-katalog\\_2007-1.pdf](https://www.energiforetagen.se/globalassets/energiforetagen/det-erbjuder-vi/publikationer/kulvertkostnads-katalog_2007-1.pdf)

Energimyndighetens test av varmvattenberedare refereras och diskuteras här:

<https://www.klimatsmart.se/nyheter/sveriges-basta-varmvattenberedare-sparar-tusenlappar.html>

Exempel på den typ av varmvattenberedare som skulle passa bra i det aktuella fallet visas här:

<http://www.metrotherm.se/produkter/varmvattenberedare/sling-vvb/combi-beredare/metro-combi-200-e>

Den typ av kompensering av flödestaxan som EON använder men SEOM ännu saknar visas här:

<https://www.eon.se/content/dam/eon-se/swe-documents/swe-eon-fjarrvarmepriislista-foretag-bro-balsta-jarfalla-kungsangen-tabby-vallentuna-akersberga-2018.pdf>

## KONTOR

### HUVUDKONTOR VÄSTERÅS

**FVB Sverige ab**  
Isolatorvägen 8  
721 37 Västerås  
Tel 021 - 81 80 50  
E-post [info@fvb.se](mailto:info@fvb.se)

### GÖTEBORG

**FVB Sverige ab**  
Drakegatan 5  
412 50 Göteborg  
Tel 031 - 10 60 80  
E-post [goteborg@fvb.se](mailto:goteborg@fvb.se)

### NYKÖPING

**FVB Sverige ab**  
Gert Fredrikssons väg 3  
611 35 Nyköping  
Tel 0155 - 20 30 80  
E-post [nykoping@fvb.se](mailto:nykoping@fvb.se)

### STOCKHOLM

**FVB Sverige ab**  
Torshamnsgatan 35, plan 6  
164 40 Kista  
Tel 08 - 5947 61 60  
E-post [stockholm@fvb.se](mailto:stockholm@fvb.se)

### LINKÖPING

**FVB Sverige ab**  
Kungsgatan 41A  
582 18 Linköping  
Tel 013 - 25 09 40  
E-post [linkoping@fvb.se](mailto:linkoping@fvb.se)

### SUNDSVALL

**FVB Sverige ab**  
Södra Järnvägsgatan 31  
852 37 Sundsvall  
Tel 060 - 67 27 00  
E-post [sundsvall@fvb.se](mailto:sundsvall@fvb.se)

### GÄVLE

**FVB Sverige ab**  
Ersbogatan 13  
802 93 Gävle  
Tel 026 - 14 01 30  
E-post [gavle@fvb.se](mailto:gavle@fvb.se)

### MALMÖ

**FVB Sverige ab**  
Östra Rönneholmsvägen 7  
211 47 Malmö  
Tel 040 - 40 98 80  
E-post [malmo@fvb.se](mailto:malmö@fvb.se)

### ÖREBRO

**FVB Sverige ab**  
Klostergatan 23  
703 61 Örebro  
Tel 019-30 60 60  
E-post [orebro@fvb.se](mailto:orebro@fvb.se)



### Energilösningar i kubik.®

Som Sveriges ledande energikonsult har vi en arbetsmodell som ökar effektiviteten, reducerar kostnaderna och minskar koldioxidutsläppen.

Våra kunder, privata som offentliga, återfinns inom sektorer som energi, fastighet och industri. Alla kunder är olika och alla uppdrag är unika. Behoven, kraven och önskemålen styrs av de lokala förutsättningarna.

Men ett är gemensamt. Och det är vår försorg om helheten, vår förmåga att med smart teknik skapa hållbara och samordnade lösningar – tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt.

Vi kallar det Energilösningar i kubik. Det är ingenting för alla men det är allt för våra kunder. Välkommen till FVB, Sveriges ledande energikonsultbolag.

**Läs mer på [www.fvb.se](http://www.fvb.se)**