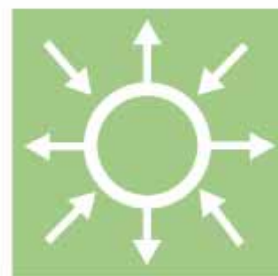


# Elvärme och värmepumpars inverkan på eldistributionen

## Elvärme och värmepumpar

Elforsk rapport 07:32



Gunnar Larsson, Gunnar Bröms

Maj 2007

**ELFORSK**

## Förord

Både EU och medlemsstaterna ställer krav på minskade utsläpp av miljö- och hälsopåverkande ämnen och inte minst av växthusgaser. Detta manifesteras i direktiv, mål och styrmedel. Exempelvis skall CO<sub>2</sub>-utsläppen begränsas genom åtgärder på både användnings- och tillförselsidan. Sverige har satt upp mål för en förbättrad miljö som omfattar ett stort antal punkter som berör luft, vatten, marker och artrikhet förutom minskade utsläpp av växthusgaser.

Elvärme och värmepumpar har varit föremål för diskussion i den energipolitiska debatten. Många kritiska eller ifrågasättande synpunkter/åsikter –kanske inte alltid välunderbyggda - har framförts om elvärme och värmepumpar. Elforsk har därför initierat denna studie i syfte att ta fram ett väl genomarbetat och väl förankrat material där utgångspunkten har varit att utnyttja vetenskapligt förankrade metoder och analysverktyg. Inriktningen har främst varit att studera vilka miljökonsekvenser olika typer av elvärme har jämfört med andra alternativ. Arbetet har i huvudsak koncentrerats på småhusens uppvärmning eftersom den största användningen av elvärme finns där samtidigt som man diskuterar möjligheterna att ersätta elvärmen med andra alternativ.

Arbetet har skett i två etapper. I den första etappen fokuserades främst på att ta fram ett material som snabbt kunde ge en belysning åt frågeställningarna på basis av huvudsakligen sammanställningar av befintligt underlag. Kundperspektivet, d.v.s. kundernas valsituation och strategier var här en av huvudpunkterna vid sidan av en översiktlig beskrivning av miljöaspekterna. Projektet levererade underlag till skriften "Hur värmer vi svenska småhus idag och i framtiden" som togs fram av en arbetsgrupp med Svensk Energi som utgivare.

I den andra etappen har frågeställningarna gått igenom mer detaljerat och kompletterande studier har genomförts för att bredda kunskapsbasen.

De delstudier som har genomförts har behandlat ämnena:

- Vad har elvärme och värmepumpar betytt för miljö och ekonomi i ett historiskt perspektiv?
- Hur har elvärmen utvecklats i relation till energihushållning och byggnormer?
- Hur värms våra bostäder och lokaler i nuläget?
- Konsekvenser av val mellan energieffektivisering och konvertering.
- Elvärme och värmepumpar i framtiden. Inverkan av teknikutveckling och byggnormer.
- Hälsa och närmiljö vid uppvärmning av småhus.
- Jämförande analyser av emissioner från olika värmesystem och olika typhus i nuläget och framtiden.
- Värmepumparnas inverkan på miljö och energibehov.
- Elvärme och värmepumpars inverkan på eleffektbalansen
- CO<sub>2</sub>-utsläpp från olika uppvärmningsalternativ. Ansvar vid olika systemgränser och tidsperspektiv.

Resultaten har redovisats på olika nivåer. Mest kompakt i form av sammanfattande OH-bilder för hela projektet samt en motsvarande kort skriven executive sammanfattning. Underlaget redovisas i 10 delrapporter som även sammanfattats i OH-rapporter.

Föreliggande rapport är en kortfattad sammanställning av material från övriga rapporter med avsikt att belysa elvärmens inverkan på elnätssdistributionen.

Projektet har letts av Vattenfall Research and Development. Arbetet har genomförts i samverkan med olika experter. För modellsimuleringar har EME Analys samt Carl Bro (numera en del av Grontmij) anlitas. Material från andra Elforskprojekt har utnyttjats som underlag för simuleringar och strukturering, bl.a. "Elförbrukningens karaktär vid kallt väder", "Marginalel och miljövärdering av el" och EFFem-modellen.

En referensgrupp med representanter från finansiärerna har varit kopplad till projektet. Referensgruppen har bidragit med expertkunskap inom sitt område samt har granskat analyser och slutsatser. Det är dock författarna som slutgiltigt står för rapporternas innehåll. I etapp ett har även Svensk Energi bidragit med underlag.

Projektet har finansierats av: Borlänge Energi AB, Göteborg Energi, Landskrona kommun Tekniska Verken, Oskarshamn Energi AB, Ringsjö Energi AB, Skellefteå Kraft AB, Sydkraft AB, Vattenfall AB och Öresundskraft AB.

## Summary

This report contains documentation of a sub-project within the Elforsk project "Electric Heating and Heat Pumps". In the sub-project, there is a rough compilation of material related to how the development of electric heating can influence the electrical distribution business.

## Innehåll

|           |                                                                |          |
|-----------|----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b>  | <b>Inledning</b>                                               | <b>1</b> |
| <b>2.</b> | <b>Allmänt om energianvändning för elvärme i Sverige</b>       | <b>1</b> |
| <b>3.</b> | <b>Åtgärder och konsekvenser i befintliga bostäder</b>         | <b>3</b> |
| <b>4.</b> | <b>Uppvärmning av nya småhus</b>                               | <b>4</b> |
| <b>5.</b> | <b>Marknaden för värmepumpar</b>                               | <b>4</b> |
| <b>6.</b> | <b>Framtidens värmepumpar och elvärme</b>                      | <b>5</b> |
| <b>7.</b> | <b>Framtida användning av el för uppvärmning</b>               | <b>5</b> |
| <b>8.</b> | <b>Elvärmens och värmepumparnas energi- och effektinverkan</b> | <b>6</b> |
| 8.1       | Översikt .....                                                 | 6        |
| 8.2       | Tidigare huvudsakligen elvärmda områden .....                  | 6        |
| 8.3       | Tidigare huvudsakligen oljevärmda områden.....                 | 7        |
| 8.4       | Tidigare huvudsakligen kombidriftområden .....                 | 8        |
| 8.5       | Återinkoppling av last vid strömavbrott .....                  | 8        |
| 8.6       | Sammanlagring .....                                            | 8        |
| <b>9.</b> | <b>Möjliga konsekvenser för nätbolagen</b>                     | <b>8</b> |

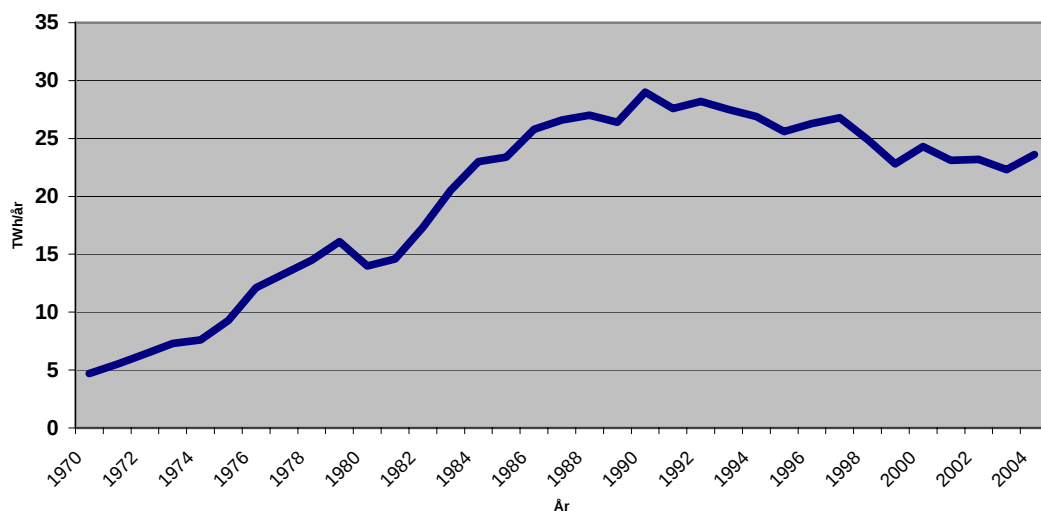
# 1 Inledning

Ingen speciell analys avseende eldistributionen har gjorts inom projektet. Följande utgör därför endast en sammanställning av material från "Elvärme och värmepumpar" -projektet som avser att på basis av generellt material belysa elvärmens inverkan på eldistributionen mycket översiktligt.

## 2. Allmänt om energianvändning för elvärme i Sverige

Användningen av el för uppvärmning har sedan början av 1990-talet uppvisat en trendmässig långsam minskning. Se nedanstående bild. Visserligen har huvudparten av de nybyggda småhusen sedan länge utrustats med någon form av elvärme men detta har mer än väl uppvägs av minskad elenergianvändning för uppvärmning av det befintliga elvärmda husbeståndet. Orsakerna är en blandning av energibesparingsåtgärder, installation av olika typer av värmepumpar, komplettering med vedeldning samt viss konvertering till fjärrvärme och ved och pellets.

Elvärme i bostäder och lokaler 1970-2004



Nedanstående tabell visar totalbilden över uppvärmningen av bostäder och lokaler år 2005. Elvärmen svarade nominellt för ca 22 % av volymen inköpt energi för uppvärmning av bostäder och lokaler och för ca 43 % av småhusens uppvärmning. Tar man hänsyn till den energi som tas upp av värmepumpar från berg, mark, luft och vatten samt tillgodogjord värme från hushållsel ökar elens andel av uppvärmningen av småhus till ca 51-53 %.

| Sektor                                      | Yta<br>mil m2 | Total<br>energianv <sup>1</sup><br>TWh | Därav<br>elenergi <sup>1</sup><br>TWh |
|---------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
| Småhus (inkl jordbr och perm<br>fritidshus) | 260           | 36,0                                   | 15,3                                  |
| Flerbostadshus                              | 165           | 26,8                                   | 1,7                                   |
| Lokaler exkl industrilokaler                | 165           | 22,1                                   | 3,6                                   |
| Industrifastigheter                         | 89            | 11,9                                   | 1,9                                   |
| Fritidshus                                  | ..            | 3,4                                    | .. <sup>2</sup>                       |
| <b>Totalt</b>                               | <b>679</b>    | <b>100,2</b>                           | <b>22,5</b>                           |

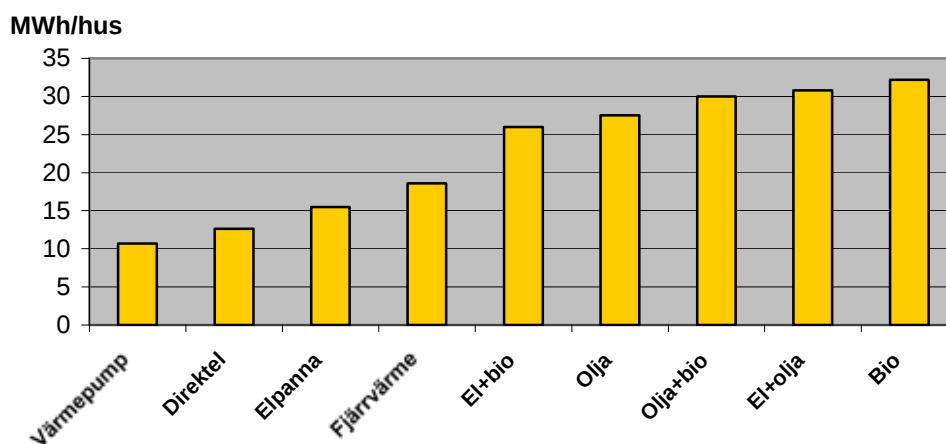
1/ För uppvärmning och tappvarmvatten, summerat på användningsnivå. Hushållsel ingår ej.

2/ Total el 2,6 TWh. SCB anger att största delen inte avser uppvärmning

Som synes i följande bild kräver de enbart elvärmda husen i genomsnitt väsentligt lägre energiinsats för uppvärmning än hus med annan uppvärmning.

Jämfört med de enbart oljevärmda husen drar de elvärmda husen i genomsnitt ca 44-61 % mindre inköpt uppvärmningsenergi.

### Köpt energi per småhus exkl hushållsel



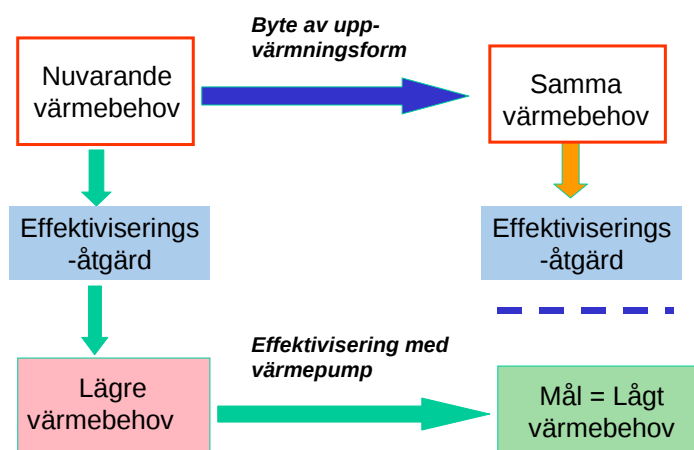
### 3. Åtgärder och konsekvenser i befintliga bostäder

Behovet av köpt energi i form av värme och varmvatten kan minskas på ett påtagligt sätt genom att installera mekanisk ventilation med värmeåtervinning, effektiva fönster och tilläggsisolering av t.ex. vinden. Dessa åtgärder är i de flesta fall lönsamma och ger ett varaktigt lågt behov av energi för uppvärmning. Efter att bostaden åtgärdas går det att effektivisera ytterligare med en värmepump eller byta uppvärmningsform, t.ex. till fjärrvärme eller biobränslen.

Många äldre hus har ett dåligt isolerat klimatskal samtidigt som klimatskalet har en lång livslängd. Enligt SCB genomförs det ett kontinuerligt förbättringsarbete på våra äldre småhus. Under 2004 genomfördes t.ex. 120.000 energibesparande åtgärder varav 32.000 tilläggsisoleringar, 42.000 fönsterbyten, 34.000 installationer av nya styrsystem och 11.000 övriga åtgärder.

Samhälleliga styrmedel för effektiviserad och minskad energianvändning är ej osannolika. Utfallet beror på styrmedlen och vilken väg energianvändarna väljer enligt nedanstående figur; d.v.s. om de väljer att vidta effektiviseringsåtgärder först och därefter eventuellt byta uppvärmningssätt eller tvärtom. Hittills har tendensen varit att användarna i högre grad bytt uppvärmningsform.

#### Åtgärder och konsekvenser i äldre bostäder



Eftersom elvärmeandelen i småhusbeståndet är ca 43-53 % (beroende på hur man räknar) har graden av energieffektivisering en ej obetydlig inverkan på elanvändningen.

## 4. Uppvärmning av nya småhus

Byggreglernas utformning styr i betydande grad energibehoven i dagens och morgondagens bostäder. Från den 1 juli 2007 börjar de nya byggreglerna BBR-06 att gälla, vilket innebär att de småhus som byggs efter BBR-06 kommer att förbruka 20 till 50 % mindre köpt energi än tidigare. Konsekvenserna av de nya byggreglerna är att bostäder kommer att byggas med mekanisk ventilation med värmeåtervinning i form av frånluftsvärmepump eller värmeväxlare i ventilationssystemet. Antas de strängare reglerna för elanvändning vid nybyggnation som varit ute på remiss kommer troligtvis småhusen att till stor del byggas med mekanisk ventilation med värmeåtervinning och en heltäckande värmepumpar.

Det finns även initiativ som innebär att husen byggs så energieffektivt att det inte behövs något separat värmesystem. Dessa hus värms med värmeförlusterna från apparater och människor, samt från en övertempererad ventilationsluft under de kallaste dagarna. Denna extravärme är ofta elvärmd.

Framtida bostäder kommer därför att byggas betydligt effektivare än dagens och behöva mindre köpt energi.

## 5. Marknaden för värmepumpar

De senaste åren har det skett en omfattande ökning av antalet värmepumpar. Dessa har bidragit till att minska elanvändningen för uppvärmning i redan elvärmda hus men har också ökat elanvändningen i främst tidigare oljevärmda hus. Till dags dato är bedömningen att den massiva användningen av värmepumpar har ökat elanvändningen. Då de flesta oljevärmda husen redan har konverterats till annan värmekälla och att s.k. uteluftvärmepumpar kommer att effektivisera redan elvärmda småhus torde framtidens elanvändning som beror av värmepumpar inte öka utan snarare sjunka. Det finns dock möjlighet att det kommer in mycket luft/luft värmepumpar i fjärrvärmeområden.

## 6. Framtidens värmepumpar och elvärme

Bedömningarna beträffande teknikutvecklingen för värmepumpar är att man inte står inför något stort tekniksprång. Teknikutvecklingen bedöms liksom under senaste åren att leda till en fortsatt kontinuerlig förbättring av värmepumparnas effektivitet och prestanda. Man kan även påräkna att samverkan mellan huset och värmepumpen kommer att förbättras.

För elvärmen kan det komma en ny tillämpning i de lågenergihus som byggs och som behöver enbart små energitillskott under de allra kallaste dagarna. Effekttillskottet kan då röra sig om 0,7 till 1 kW.

Konsekvenserna av teknikutvecklingen av värmepumparna, lågenergihus och hus byggda utifrån BBR-06 är att framtidens hus byggs energisnålt och att el i någon form verkar vara en effektiv lösning och att eleffektbehoven kommer att bli relativt små och betydligt lägre än idag.

## 7. Framtida användning av el för uppvärmning

Vissa prognoser räknar med att elvärmen kommer att ligga still eller minska något framöver. Det som talar för en minskning av elvärmen är ökad användning av värmepumpar och pellets samt insatser som minskar värmebehoven. Drivkrafterna bakom detta är dels ökade energipriser och beskattning, dels uttalade EU-mål för energieffektivisering samt minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp och därav följande styrmedel. Åt motsatt håll verkar dels att nya småhus sannolikt i hög grad får någon typ av elvärme, dels att konvertering bort från resterande oljeanvändning även ökar elvärmen. Eftersom nya hus har små elvärmebehov och en stor del av oljan redan har bytts ut är det ej osannolikt att energibesparing samt värmepumpar kommer att medföra att elvärmen totalt sett minskar.

## 8. Elvärmens och värmepumparnas energi- och effektinverkan

### 8.1 Översikt

Nedanstående tabell visar några exempel på vilka förändringar av elenergi- och effektbehov som följer av ändrad uppvärmning av elvärmda och oljevärmda hus. Energibehoven baseras på den genomsnittliga energianvändningen för respektive hustyp. Det bör dock påpekas att uppgifterna avser genomsnittshus som dessutom inkluderar de värmepumpar som användes som komplement år 2005. I verkligheten finns det en variation beroende på husstorlek och klimatläge. Komplettering med braskamin o. dyl. påverkar givetvis även utfallet.

| Från                        | Till                                        | Förändring av elanv. |                     |
|-----------------------------|---------------------------------------------|----------------------|---------------------|
|                             |                                             | MWh/hus              | kW/hus <sup>1</sup> |
| Genomsnittligt direktelhus  | Isolering, vvx, nya fönster, ny styrning mm | -4                   | -2 till -3          |
| - " -                       | Luft/luftvärmepump                          | -5                   | 0                   |
| Genomsnittligt elpannehus   | Isolering, vvx, nya fönster, ny styrning mm | -4 till -5           | -2 till -4          |
| - " -                       | Luft/luftvärmepump                          | -6                   | 0                   |
| - " -                       | Bergvärmepump dagens dimensionering         | -10                  | - 4                 |
| - " -                       | Bergvärmepump heltäckande                   | - 10 till -11        | -5 till 6           |
| Genomsnittligt oljevärt hus | Luft/luftvärmepump                          | +3 till +5           | 0                   |
| - " -                       | Bergvärmepump med dagens dimensionering     | +6 till +7           | +4 till +6          |
| - " -                       | Bergvärmepump heltäckande                   | + 5 till +6          | +3 till +4          |

1/ toppeffektbehov

### 8.2 Tidigare huvudsakligen elvärmda områden

Hus som från början byggts för elvärme är i allmänhet relativt energisnåla speciellt gäller det småhus med direktelvärme för vilka byggnormen under den tid då de flesta byggdes ställde hårdare energikrav än för övriga hus.

Enligt SCB:s statistik för år 2005 förbrukar ett direktelvärt hus i genomsnitt ca 18,8 MWh/år inklusive hushållsel vilket motsvarar ca 12,6 MWh/år för uppvärmning och varmvatten. Ett hus med elpanna förbrukar i genomsnitt 21,7 MWh/år vilket motsvarar ca 15,5 MWh/år för uppvärmningen. Dessa elförbrukningsuppgifter inkluderar frånlufts- och luft/luftvärmepumpar. Exkluderas värmepumparnas nytta i detta segment blir elanvändningen något högre.

En fortsatt utveckling mot ökad användning av värmepumpar i småhus med elvärme som dominerande uppvärmningsalternativ kommer därför att minska användningen av el för uppvärmning.

**Installation av luft/luftvärmepumpar** minskar elenergibehovet på ett påtagligt sätt. Beträffande toppeffektbehovet har dessa värmepumpar den egenheten att de stannar vid låga utetemperaturer. Äldre luft/luftvärmepumpar stannar vid ca – 10 grader medan de bästa i dagsläget går ända ner till en utetemperatur på – 20 grader. Effektuttaget blir därmed toppigare.

**Installation av bergvärmepumpar** innebär förutom minskad elanvändning även att toppeffektbehovet minskar. De idag installerade bergvärmepumparna kräver elpannetillsats vid riktigt kalla dagar. Effektbehovet för uppvärmningen minskar då med storleksordningen 4 kW/hus osammanlagrat vid övergång till bergvärmepump. Om det blir vanligare med monovalenta bergvärmepumpar (d.v.s. sådana som klarar hela effektbehovet) undviks behovet av kompletterande elpannedrift helt. Effektbehovet för uppvärmningen minskar då med storleksordningen 5 till 6 kW/hus osammanlagrat. Hushållselen blir då i huvudsak styrande för toppeffekten lagd på toppen av en i huvudsak kontinuerligt gående värmepump.

### 8.3 Tidigare huvudsakligen oljevärmda områden

I områden där oljevärmda hus dominerar fås ett ökat elbehov som kan bli mer eller mindre toppigt beroende på typen av värmepump som installeras. Om oljan kompletteras med en luftvärmepump ökar elbehovet med 3 till 5 MWh/år samtidigt som toppeffektbehovet inte ökas. Däremot ökas effektbehovet under icke topplastid.

Om man konverterar från olja till bergvärmevärmepump ökar både energi- och toppeffektbehoven. Hur mycket toppeffektbehovet ökar beror på dimensioneringen av värmepumpen. Effektbehovet är dock i samtliga fall lägre än för elvärmda hus; i fallet med monovalent drift avsevärt lägre.

I den mån man får en penetration av värmepumpar inom fjärrvärmeområden kan man förvänta sig motsvarande utfall som för oljevärme. D.v.s. elenergi- och eleffektbehovet ökas.

## 8.4 Tidigare huvudsakligen kombidriftsområden

Utfallet beror här till stor del av vilka kombinationer och driftstrategier som används. Antalsmässigt finns det en stor grupp av hus där ved används i kombination med el eller olja. Elen kan här utnyttjas antingen som kompletterande back-up för vedeldningen eller som bas med kompletterande vedeldning i t.ex. braskaminer. Utökad ved/pelletseldning utgör här tillsammans med värmepumpar huvudalternativen vid förändringar av uppvärmningen. Konsekvenserna för toppeffekten är svåra att bedöma beroende på osäkerheten om de initiala driftstrategierna.

## 8.5 Återinkoppling av last vid strömavbrott

Vid strömavbrott inkopplas inte kompletterande el-patroner i hus med bergvärmepumpar förrän efter tidigast 400 till 800 gradtimmar vilket innebär att den återkommande lasten inte är så hög. Luft-luftvärmepumpar däremot kan återkomma efter återinkoppling på nätet. Vid kallare väderlek än ca – 15 °C är emellertid de flesta luft-luftvärmepumpar bortkopplade varför de inte inverkar som återkommande last vid elavbrott under normala topplasttillfällen.

För vanlig elvärme i form av direktel eller elpanna är återkopplingen som tidigare.

## 8.6 Sammanlagring

Vad avser mindre distributionsnät påverkas sammanlagringen främst av användarstrukturer och –beteenden eftersom klimatfaktorerna (som temperatur, blåst, dagsljus o.s.v.) i princip är likartade. Sammanlagringseffekten är störst i början men avtar relativt snabbt med ökande antal hushåll. Efter 15-30 hushåll har huvudparten av sammanlagringen skett.

# 9. Möjliga konsekvenser för nätbolagen

Högre energipriser, stöd för energibesparande åtgärder samt ökad användning av värmepumpar kan sannolikt medföra att elanvändningen inom befintliga elvärmdda områden kan minska en hel del. Även eleffekbehovet minskar sannolikt även om storleken av detta är mer osäkert beroende på typ av åtgärder som vidtas och den tekniska utvecklingen av värmepumpar.

I "blandområden" beror utfallet på hur mycket elvärme och olja samt driftstrategi man hade från början. Exempelvis kan kombianvändare som använt elvärme under vår, sommar höst och olja under vintern komma att öka effektbehovet under vintertid medan el-volymen inte behöver förändras så mycket. I vart fall kommer nog elanvändningen inte att öka så mycket om den inte tvärtemot minskar.

Dagens nya småhus värms huvudsakligen med frånluftsvärmepumpar med viss el-tillsats medan framtidens nya småhus sannolikt kommer att värmas med heltäckande värmepumpar.

Det finns alltså scenarier som pekar på minskat energiunderlag för distributionen samt även nät som kan bli överstarka ur effektsynpunkt.