

## Hur håller vi oss varma vid en elkris?

Ett långvarigt elavbrott under vintermånaderna skulle leda till stora problem för landets invånare, eftersom praktiskt taget alla uppvärmningssystem är beroende av el för sin funktion. För att klara sin uppgift att trygga människornas livsnödvändiga försörjning måste kommunerna ha beredskap för hur prioriterade värmesystem ska kunna försörjas genom insats av lokal reservkraft. Energimyndigheten genomförde under 2000 en undersökning för att kunna bedöma läget i kommunernas krisplanering. Den visar att många har kommit långt i förberedelserna att möta en elkris, medan andra fortfarande behöver utveckla sina beredskapsplaner och bland annat införskaffa de reservaggregat som skulle krävas.

I denna skrift redovisas resultaten av undersökningen tillsammans med exempel på hur några olika kommuner valt att lösa sin värmeförsörjning vid en kris.

Pris: 150,- inkl. moms



Energimyndigheten • Box 310 • 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00 • Telefax 016-544 20 99 • [www.stem.se](http://www.stem.se)

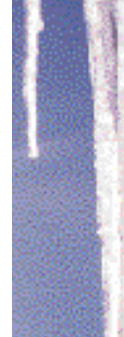
ET 38:2001 MARKSTEDT KOMMUNIKATION 1000 EX

Kommunernas värmebereidskap – Förberedelser och lösningar för värmeförsörjning i kris



# Kommunernas värmebereidskap

Förberedelser och lösningar för  
värmeförsörjning i kris



## Introduktion

Ökade inköp av reservkraft har under senare år förbättrat kommunernas beredskap för att kunna upprätthålla viss fjärrvärmeproduktion och för att försörja prioriterade fastigheter med el.

Sveriges kommuner ansvarar för att trygga den livsnödvändiga försörjningen för sina invånare. Idag är praktiskt taget alla uppvärmningssystem beroende av el. Den behövs för att driva utrustning som cirkulationspumpar, brännare och styrsystem, liksom självklart för den direktverkande elvärmen.

Av Sveriges kommuner har de flesta i dagsläget någon form av centraliserad värmeförsörjning (fjärrvärme). I vissa kommuner finns väl utbyggda system, i andra kommuner endast små närvärmesystem. I Energimyndighetens enkät till kommunerna uppger 73 procent att de har reservkraft för att upprätthålla värmeproduktion, fullt ut eller till viss grad. Den genomsnittliga värmeproduktionen vid ett långvarigt elavbrott i Sverige är cirka 30 procent av normal värmeproduktion.

Många kommuner har planerat inför en krisförsörjning av värme genom att upprätta riskanalyser, beredskaps- och åtgärdsplaner samt planer för bränsleförsörjning till aggregaten. De flesta kommuner har även identifierat vilka fastigheter och objekt som i första hand ska prioriteras med reservkraft vid en krissituation.

Det är Energimyndighetens bedömning att många kommuner har kommit långt i sin planering av värmeförsörjning under kriser och krig. I vissa kommuner finns det dock klara brister. Utbyggnaden av fjärrvärmen fortsätter och systemen blir allt mer tekniskt avancerade. Bedömningen är att sårbarheten inte minskar utan ökar och att särskilda beredskapsåtgärder därför måste vidtas i systemen. Det är av största vikt att beredskapsfrågorna kommer in i planeringsprocessen för nya eller modifierade fjärrvärmesystem så tidigt som möjligt. Som funktionsansvarig myndighet för funktionen Energiförsörjning inom det civila försvaret ska Statens energimyndighet stödja kommunerna i deras arbete med att trygga bland annat värmeförsörjningen vid kriser och krig.

Under åren 1989-90 genomförde dåvarande Statens energiverk projektet Värmeförsörjning i kristid, även kallat VIK-projektet. Projektet behandlade värmeförsörjningens säkerhet ur ett kommunalt perspektiv och gav förslag till framförallt kommunal beredskapsplanering, samordning, prioritering men



## Introduktion

också tekniska åtgärder. Arbetet inom VIK-projektet genomfördes i några pilotkommuner. Erfarenheterna från projektet har legat till grund för en handledning i riskanalys för kommunalteknik i fred, kris och krig som Överstyrelsen för civil beredskap (ÖCB) och Statens energiverk tog fram i en provutgåva år 1990.

När problemställningen kring sårbarheten i främst elförsörjningen 1995 åter lyftes fram av Hot- och riskutredningen (SOU 1995:19) uppdrog regeringen i regleringsbrevet för år 1997 åt NUTEK att fördjupa analysen och koncentrera den till fjärrvärmesystemen. Uppdraget skulle även ses mot bakgrund av en förväntad utbyggnad av fjärrvärmerna, vilket har angetts som ett sätt att minska elförbrukningen för uppvärmningsändamål.

Under 1997 arbetade NUTEK fram rapporten Värmeförsörjning vid långvariga elavbrott (EB 1:1998, utkom i Energimyndighetens skriftserie), vilken fokuserade på tekniska åtgärder som kan byggas in i befintliga eller framtida fjärrvärmesystem. Rapporten byggde på en enkätundersökning till fjärrvärmebolagen samt underlag inhämtat från litteratur, statistik och intervjuer.

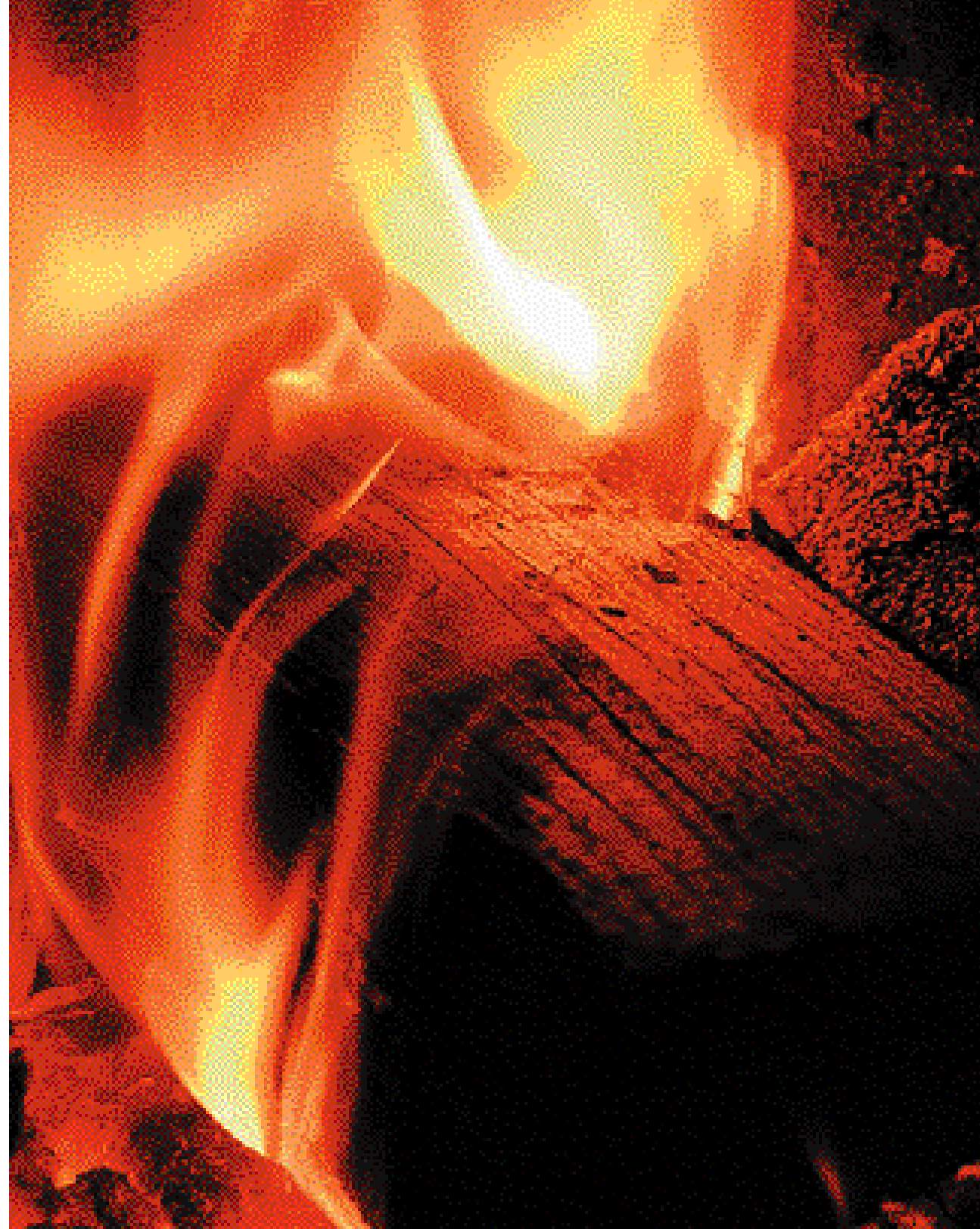
I propositionen Förändrad omvärld - omdanad försvar (prop 1998/99:74) framhåller regeringen att åtgärder för att minska sårbarheten i den viktigaste infrastrukturen är prioriterade. Vidare skriver regeringen att Energimyndigheten bör arbeta för att stödja kommunerna i deras planering för krisförsörjning och att en översyn av kommunernas beredskap att upprätthålla en livsnödvändig värmeförsörjning bör göras.

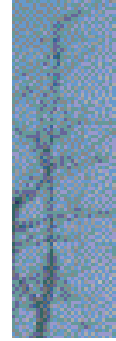
"Kommunernas värmeberedskap" sammanfattar Energimyndighetens arbete under 1999-2000 med att beskriva läget i kommunerna vad avser beredskapen att hantera störningar i värmeförsörjningen och utifrån tidigare rapporter ge stöd i form av råd och exempel på åtgärder och tekniska lösningar.

*Underlaget till rapporten har tagits fram av Claes Eriksson som varit projektanställd vid Energimyndigheten 1999-2000.*

Andres Muld  
Avdelningschef

Christer Ekström  
Projektledare





## ***Innehåll***

Värmeförsörjning och uppvärmningssystem.....	9
Så fungerar fjärrvärmesystemet.....	17
Planering för värmeförsörjning i kristid.....	23
Kommunernas beredskap för värmeförsörjning.....	29
Tekniska lösningar för tryggad värmeförsörjning.....	43
Möjliga krisåtgärder i elkraftsystemet.....	53
Summering.....	57



## Värmeförsörjning och uppvärmningssystem

Fjärrvärme, oljeeldning, elvärme och vedeldning är de vanligaste uppvärmningsformerna i småhus, flerbostadshus, lokaler och fritidshus. Den totala uppvärmda ytan i dessa fastigheter var 1999 cirka 584 miljoner kvadratmeter. Därutöver fanns cirka 83 miljoner kvadratmeter uppvärmd lokalyta på fastigheter taxerade som industrienheter.

Drygt en tredjedel av samtliga småhus i landet värms upp med enbart el. Näst vanligaste uppvärmningsformen för småhus är kombinationen ved och el. På tredje plats kommer uppvärmning med enbart olja. Det dominerande uppvärmningssättet för flerbostadshus och lokaler är fjärrvärme, med en andel om cirka 75 procent för flerbostadshusen och cirka 53 procent för lokalerna. Användningen av värmepumpar har på senare år ökat i samtliga typer av fastigheter.

Den milda vintern 1999 medförde lägre energianvändning per kvadratmeter än året innan. Den genomsnittliga energiförbrukningen var lägst för lokalerna och högst för flerbostadshusen.

Energianvändningen för uppvärmning av småhus, flerbostadshus och lokaler var 1999 cirka 93 TWh. Motsvarande siffra för 1998 var cirka 98,5 TWh.

### LÄGSTA ACCEPTERAD FÖRSÖRJNINGSNIVÅ (LAF)

Vilken är den lägsta inomhustemperatur som kan tillåtas i fastighetsbeståndet? Två nivåer kan vara intressanta att diskutera: Dels vilken inomhustempe-

Procentuell fördelning av uppvärmd yta i småhus, flerbostadshus och lokaler efter uppvärmningssätt 1998-1999.

De vanligaste uppvärmningssätten	Småhus		Flerbostadshus		Lokaler	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Enbart oljeeldning	15	13	9	8	9	9
Enbart fjärrvärme	7	7	72	75	50	53
Enbart elvärme exkl. värmepumpar	33	29	4	4	8	8
Kombinationer med värmepump	9	10	4	6	8	9

Data: Energimyndigheten, Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler (EN 16 SM 0004)

ratur som krävs för att huvuddelen av befolkningen ska kunna bo kvar i sina bostäder, dels inomhustemperaturen noll grader, då allvarliga skador kan inträffa på fastigheterna.

Energianvändning för uppvärmning i småhus (inklusive jordbruksfastigheter), flerbostadshus och lokaler 1998 och 1999, TWh.

Energislag	Småhus		Flerbostadshus		Lokaler	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Olja	13,6	12,6	4,7	3,8	4,8	4,7
Fjärrvärme	2,7	2,5	22,7	22,3	14,8	14,5
Elvärme	18,0	16,1	1,8	1,8	4,1	3,6
Naturgas	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,6
Ved, flis, spån, pellets	10,1	9,6	0	0	0	0
Summa (TWh)	44,5	40,9	29,7	28,4	24,2	23,4

Data: Energimyndigheten, Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler (EN 16 SM/0004)

I äldre studier uppfattas inomhustemperaturen 10°C som en acceptabel nivå att bo i under kortare tid, några dygn. Möjligen går gränsen något lägre men en stor del av befolkningen skulle troligen välja att bo kvar i sina fastigheter vid dessa temperaturförhållanden.

Då inomhustemperaturen närmar sig noll grader kommer troligen fastigheten i många fall att betraktas som oboelag. Behovet av alternativa former för boende kommer då snabbt att öka.

En utgångspunkt vid en krisförsörjning är kunskap om abonnenternas behov vid normal verksamhet och den lägsta försörjningsnivå som kan accepteras för att upprätthålla verksamheten på en nödvändig nivå i ett krisläge. Ytterst är det en politisk avvägning vilken kravnivå som ska ställas och vad denna får kosta.

Lägsta accepterad försörjningsnivå (LAF) är inget entydigt begrepp. Begreppet kan användas för att beskriva acceptabel nivå för såväl enskilda

byggnader, ett område, en tätort eller på nationell nivå. Den acceptabla försörjningsnivån beror också på vilken typ av krissituation man planerar för. Vid stora störningar kan en lägre acceptabel nivå i regel motiveras. Den acceptabla försörjningsnivån kan beskrivas i form av inomhustemperatur, erforderlig effekt, längd på leveransavbrott etc.

Uppgifter om lägsta acceptabla försörjningsnivån används som underlag för att tekniskt dimensionera en krisförsörjning (till exempel reservkraftaggregatens kapacitet). Uppgifter om acceptabla avbrottstider ska kunna användas av energileverantören för att fördela begränsade energitillgångar till prioriterade abonnenter.

LAF för värmeförsörjningssystemet och för byggnader är den nivå som krävs för att inte byggnader och tekniska installationer ska frysa sönder.

LAF för verksamheten är den nivå som krävs för att den prioriterade verksamheten ska kunna bedrivas i nödvändig omfattning. I bostadshus handlar det om att människor ska kunna bo kvar. I ett servicehus är kraven högre för att verksamheten ska kunna bedrivas utan att de boende kommer till skada. Andra typer av samhällsviktig verksamhet har också speciella krav på LAF, till exempel sjukhus och viss industriproduktion.

Den eleffekt som krävs för att värmeförsörjningen ska fungera utgör endast en liten del av den totala eleffekt som en byggnad kräver, med undantag för eluppvärmda hus.

Utifrån uppgifter om klimat och elförbrukning hos utrustning som brännare, pumpar och reglersystem går det att avgöra hur mycket el som krävs för att upprätthålla värmeförsörjningen vid ett elavbrott.

AVKYLNING AV FASTIGHETER

Tiden det tar att kyla ut en fastighet då uppvärmningen upphör beror på faktorer som utomhustemperatur, inomhustemperatur då uppvärmning upphör, fastighetens isoleringsstandard, ventilationsgrad samt mängden tunga material innanför isoleringsskalet (till exempel stommens utformning).

Avkylningen av fastigheten går inledningsvis snabbt men avtar när inomhustemperaturen närmar sig utomhustemperaturen. Temperaturen i fastighe-

ten efter en viss tid kan beskrivas med funktionen:

$$T_i = (T_i - T_u) (1 - e^{-z/r})$$

$T_i$  = Inomhustemperatur

$T_u$  = Utomhustemperatur

$z$  = Förfluten tid sedan avbrott

$r$  = Fastighetsberoende tidskonstant

Småhus uppförda före och under 1960-talet är känsligast för uppvärmningsavbrott, då de generellt är dåligt isolerade och i vissa fall kan vara uppförda med liten andel tunga material.

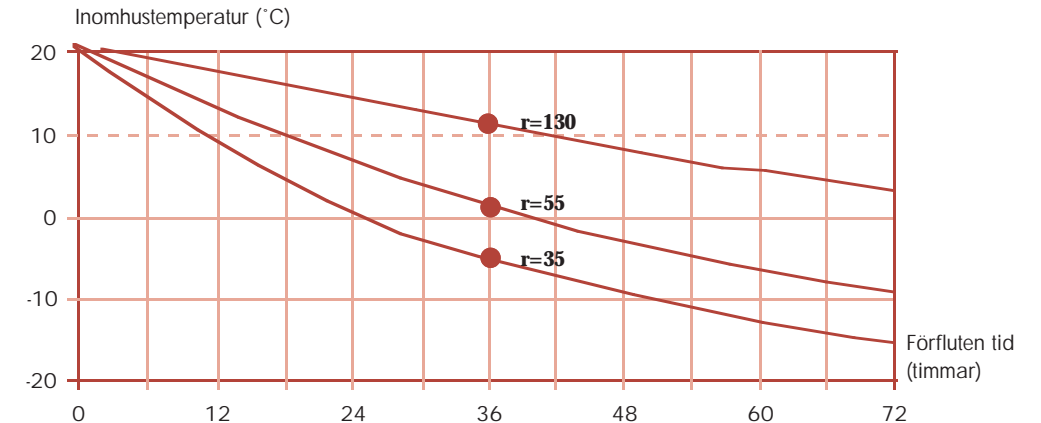
Nedan redovisas i diagramform hur avkylningsförloppet av tre olika fastighetstyper kan se ut. I exemplet har tre tidskonstanter använts:

- **R=130** motsvarar ett flerfamiljshus med tung stomme som är välisolerat, exempelvis ett flerfamiljshus uppfört under 1980-talet. Flerfamiljshusens tidskonstant varierar normalt mellan 40 och 150 timmar. Merparten återfinns i intervallet 40-70 timmar.
- **R=55** representerar ett tämligen oisolerat flerfamiljshus uppfört före eller i vissa fall under 1960-talet. En stor del av de svenska flerfamiljshusen tillhör denna kategori.
- **R=35** svarar mot ett genomsnittligt småhus. Småhus har generellt lägre tidskonstant än flerfamiljshus. Småhusens tidskonstant varierar normalt mellan 15 och 85 timmar.

En viss del av fastighetsbeståndet har tillgång till eloberoende uppvärmningsformer som till exempel ved- och fotogenkaminer. Dessa extra värmekällor räcker normalt inte för att täcka fastighetens hela uppvärmningsbehov men kan utgöra ett nog så viktigt värmetillskott för att upprätthålla dräglig temperatur i delar av fastigheten eller för att klara huvuddelen av fastigheten från frysskador.

För en kommun kan det vara intressant att kartlägga fastighetsbeståndets tidskonstanter och tillgång till eloberoende uppvärmning.

Avkylning vid avbruten värmeförsörjning  
i olika fastigheter vid uttemperaturen  $-20^{\circ}\text{C}$



#### VÄRMEFÖRSÖRJNINGEN MÅSTE PRIORITERAS

För att kunna uppfylla kraven på värmeförsörjning i en krissituation, måste kommunen i förväg välja ut vilka fastigheter som ska elförsörjas under ett längre regionalt elavbrott. Den prioriteringen görs oberoende av om lokal elproduktion finns eller ej. Om den lokala elproduktionen inte räcker till, kompletteras den med reservproduktion.

För att möjliggöra maximal värmeproduktion med reservsystemen kan elmatningen sektioneras i husbeståndet.

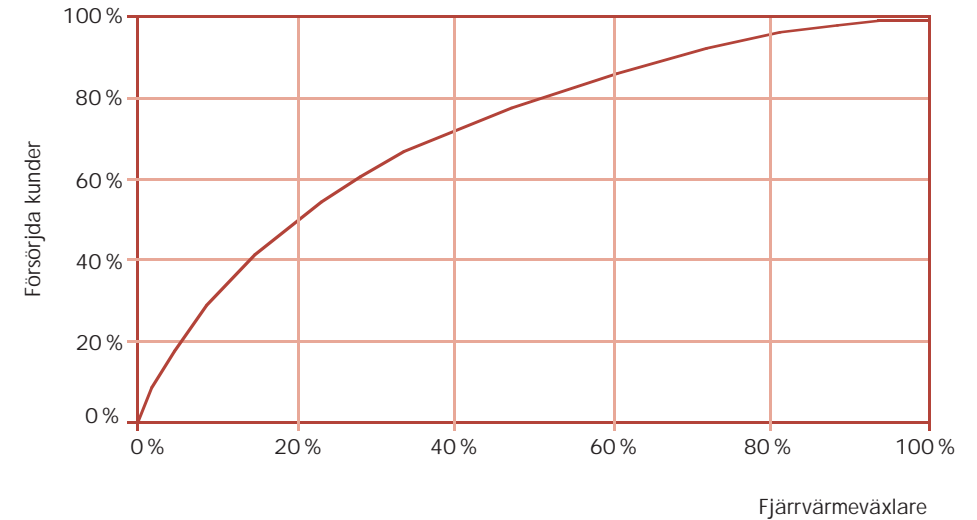
Tabellen på nästa sida redovisar den andel av tiden som el måste finnas tillgänglig i bostadsbeståndet vid roterande bortkoppling (RoBo) eller vid periodisk bortkoppling för att en inomhustemperatur på  $+10^{\circ}\text{C}$  ska kunna upprätthållas vid störningar som varar 3-4 dygn när utomhustemperaturen är  $-20^{\circ}\text{C}$ .

System	Andel av tiden som el måste finnas tillgänglig, %
Fjärrvärme	75
Oljepanna	50-75
Elpanna	60-75
Direkt elvärme	ca 50

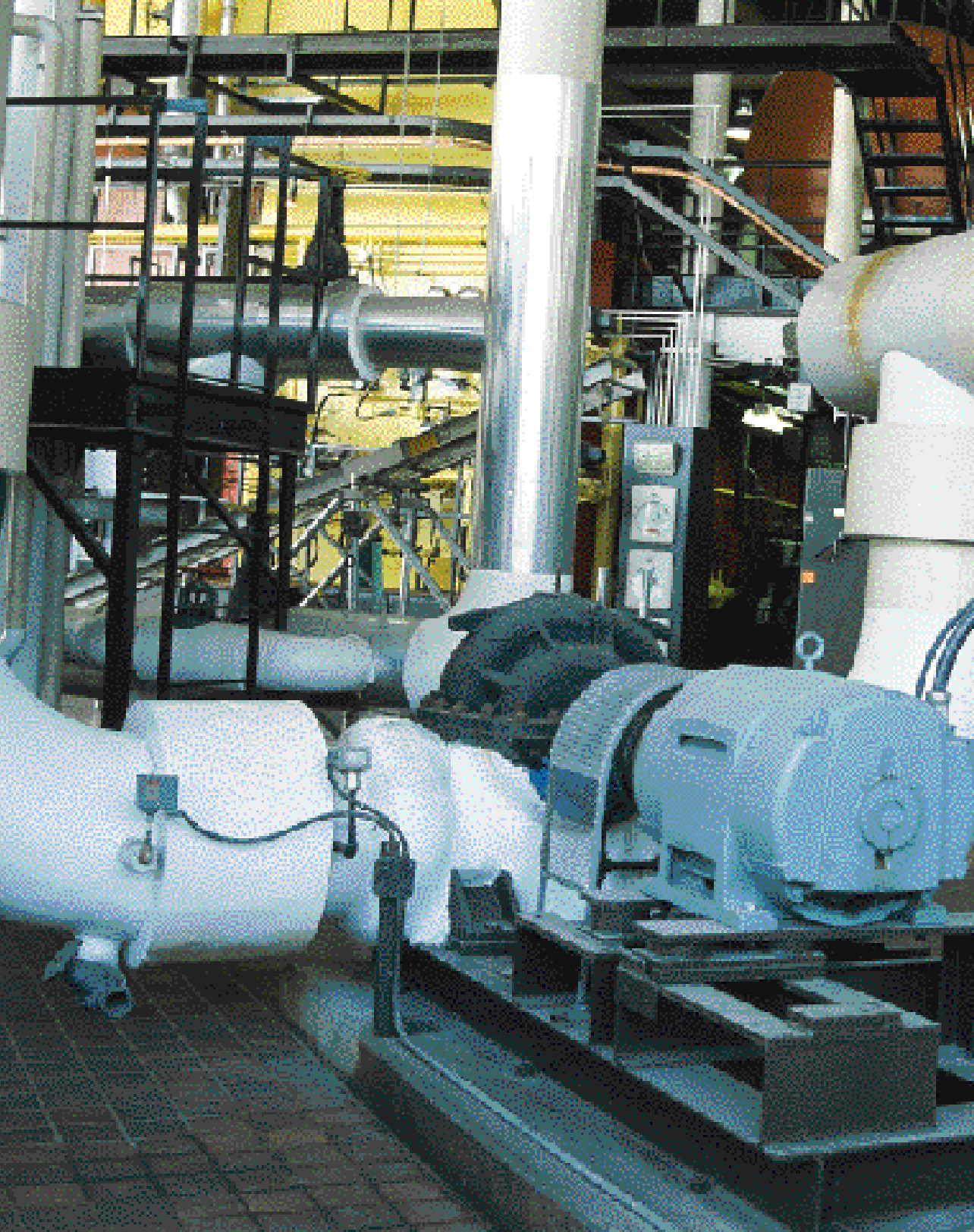
Som framgår av tabellen krävs fungerande elförsörjning under en stor del av dygnet, speciellt för byggnader med fjärrvärme. Även för orter med fungerande ö-drift kan detta vara svårt att uppnå, vilket gör att prioriteringar av vilka byggnader som ska strömförsörjas är nödvändiga.

Fjärrvärmecentralernas storlek i fjärrvärmesystemet kan utgöra en av många prioriteringsgrunder. De fjärrvärmecentraler och fjärrvärmeväxlare som försörjer många kunder är intressantare att åtgärda än de som försörjer ett fåtal kunder. Det är inte lämpligt att endast prioritera utifrån fjärrvärmeväxlarens storlek bland annat eftersom verksamheten i byggnaden kan ha varierande försörjningsprioritet. Det är inte heller troligt att det är praktiskt genomförbart att endast försörja de största centralerna bland annat beroende på nätgeografi i fjärrvärmesystemet och det lokala elnätets utformning. Nedan redovisas ett exempel på fördelning mellan antal fjärrvärmeväxlare och antalet försörjda kunder. Av diagrammet framgår att 20 procent av värmeväxlarna i en medelstor svensk stad försörjer 50 procent av de anslutna kunderna med värme och varmvatten.

Exempel på fördelningen värmeväxlare/försörjda kunder i en stad







## Så fungerar fjärrvärmesystemet

### PRODUKTIONSANLÄGGNING

Värme produceras på en eller flera platser i fjärrvärmesystemet. Efter uppvärmning passerar fjärrvärmevattnet huvudpumparna som ser till att vattnet cirkulerar i distributionssystemet.

Vanligast är att man i produktionsanläggningen utnyttjar förbränningsvärme för att värma fjärrvärmevattnet, dels i pannor för ren värmeproduktion, dels i anläggningar för kombinerad kraft- och värmeproduktion, så kallad kraftvärme. Andra fjärrvärmekällor kan vara spillvärme från industriella processer, elpannor och värmepumpar.

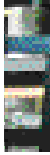
Värmeproduktionsanläggningen har oftast flera pannor och kan normalt utnyttja alternativa bränslen. En anledning till detta är att bränslepriser har varierat historiskt och att investeringar i anläggningar för andra bränslen har bedömts som lönsamma. En annan anledning är att fjärrvärmeverken gärna kombinerar bas- och spetslastanläggningar för att den totala produktionskostnaden ska bli så låg som möjligt. Äldre fjärrvärmesystem kan innehålla ett stort antal olika produktionsanläggningar med möjlighet till en bred bränslemix.

Driften av produktionsanläggningarna varierar kraftigt under året eftersom uppvärmningsbehovet hos kunden varierar med utomhustemperaturen. Sommartid värms fjärrvärmevattnet i stort sett endast för att täcka kundens behov av tappvarmvatten. Vintertid utgör tappvarmvattnet endast en liten del av kundens totala värmebehov. Ett antal pannor som tillåter olika bränslemix gör det enklare att driva anläggningen ekonomiskt under varierande driftförhållanden. De spetslasten som kan uppstå vid mycket låg utomhustemperatur hanteras ofta med oljeeldning eller elpannor.

Förbränningen av bränslet sker i en panna eller förbränningskammare. Bränslet kan vara fast, flytande eller gasformigt. En fastbränslepanna kräver generellt mer elkraft eftersom matningen av bränslet till pannan är mer energikrävande än matning av flytande och gasformiga bränslen.

Olika förbränningsmetoder och bränslen kräver olika former av rening. Fläktarnas elkraftbehov i avancerade former av rökgasanläggningar kan i moderna anläggningar uppgå till ett par procent av panneffekten.

Överföring av förbränningsvärme i en hetvattenpanna till ett vattenburet system sker dels i själva pannan, dels genom att de varma rökgaserna utnyttjas



för att värma fjärrvärmevattnet. Det vatten som genom förbränningen värmts upp i pannan kan vara direktkopplat till distributionssystemet. Vanligen sker dock, framförallt i större anläggningar, värmeöverföringen via en värmeväxlare genom så kallad indirekt koppling.

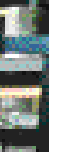
I kraftvärmeanläggningar produceras både el och värme. Restvärme som uppstår vid kraftproduktionen utnyttjas i fjärrvärmesystemet, vilket ger en högre totalverkningsgrad än i renodlade kraft- eller värmeproduktionsanläggningar. Behovet av elkraft för drift av produktionsanläggningen varierar med det bränsle som utnyttjas och anläggningens utformning. Elkraft behövs bland annat för bränsleinmatning, fläktar, pumpar, samt styr- och reglerutrustning.

### DISTRIBUTIONSSYSTEM

Fjärrvärmevattnet distribueras från produktionsanläggningen till abonnenten i ett rörsystem. I Sverige utnyttjas huvudsakligen ett tvårörssystem med varm- eller hetvatten i framledningen samt en returledning för det avkylda vattnet. Systemuppbyggnaden innebär i princip att det i marken löper två parallella rör, ett med uppvärmt fjärrvärmevatten från produktionsanläggningen och ett med avkyldt vatten från anslutna fastigheter tillbaka till produktionsanläggningen.

I mindre distributionssystem, med distributionsavstånd på bara några km, svarar cirkulationspumpar i produktionsanläggningen för vattencirkulationen fram till de anslutna fastigheterna. I större distributionssystem, eller i områden med stora höjdskillnader, krävs tryckhöjningspumpar på strategiska punkter i distributionssystemet. Pumpar behövs också för påfyllning av spädvatten i systemet. Styrning av vattenflöden sker med hand- eller elmanövrerade ventiler. Fjärrmanövrering av ventiler förekommer.

Cirkulationspumparna i produktionsanläggningen drivs normalt med elmotorer men i vissa fall används istället ångturbiner eller dieselmotorer för att kunna upprätthålla cirkulation i samband med elavbrott. Fjärrvärmeledningarna utgörs vanligen av sammanfogade stålrör omgivna av någon form av isolermaterial och ett tätskikt. Värmemängden som levereras till abonnenterna regleras genom varierande flöde och temperatur i distributionssystemet. I svenska system varierar vattentemperaturen mellan cirka 60 och 120°C. Normala vattenhastigheten är 0,5-4 m/s. I distributionssystemet behövs el till



tryckhöjningspumpar och elstyrda ventiler, samt i förekommande fall till larm och övervakningsutrustning. Det ökade inslaget av fjärrmanövrering kan i framtiden öka elberoendet i distributionssystemet.

### ABONNENTANLÄGGNINGAR

I svenska fjärrvärmesystem är vattnet i fastighetens uppvärmningssystem åtskilt från vattnet i distributionssystemet genom värmeväxlare i fastighetens fjärrvärmecentral. Denna så kallade indirekta koppling innebär att cirkulation i distributionssystemet inte medför cirkulation av vattnet i fastigheten eftersom kretsarna är åtskilda i en primärsida (distributionssystemet) och en sekundärsida (i fastigheten). Vid direktkoppling, som förekommer i vissa utländska system, ingår även fastighetens radiatorer i distributionssystemet, vilket i allmänhet ställer högre krav på radiatorerna.

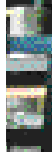
En fördel med direktkoppling är att det inte krävs någon elberoende cirkulationspump i fastighetens värmesystem. I mindre närvärmesystem med låga fastigheter skulle direktkopplade system kunna vara att föredra eftersom drift vid elavbrott enklare skulle kunna upprättas. Endast en inmatningspunkt för reservkraft vid produktionsanläggningen skulle behövas i en sådan anläggning.

Erfarenheterna av att reglera direktkopplade system är dessvärre inte speciellt goda, framförallt inte vid blandning av direkt och indirekt kopplade system inom samma distributionssystem. Risken för omfattande vattenskador på byggnader i samband med läckage är dessutom betydligt större för direktkopplade system. Omfattande läckage medför också att övriga till systemet anslutna abonnenter drabbas.

I det svenska systemet med indirekt koppling värms vattnet i fastighetens radiatorkrets genom värmeväxlingen till önskad temperatur varefter det cirkulerar och kyls av i fastighetens radiatorsystem. Mer eller mindre sofistikerad reglerutrustning ombesörjer att rätt temperatur uppnås i radiatorsystemet.

Regler- och övervakningsutrustningen blir allt mer avancerad, med bland annat fjärrstyrning av anläggningar, fjärravläsning av övervakningsparametrar och automatisk mätvärdesinsamling.

För några decennier sedan utfördes radiatorsystemen vanligen enligt själv-cirkulationsprincipen. Numera förhindras själv-cirkulation genom generell



## Fjärrvärmesystemet

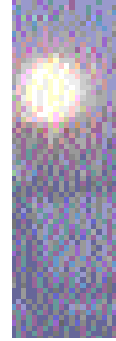
klenare dimensioner och kraftig ventilstrykning. En cirkulationspump installeras nästan alltid på sekundärsidan för att få bättre kontroll av flödesfördelningen i systemet. Kontroll av flödesfördelning är en förutsättning för ekonomisk drift av fastigheten.

Uppvärmning och varmhållning av tappvarmvatten sker vanligen i en separat värmeväxlare. Oftast behövs ingen separat pump i fastigheten för tappvarmvattenproduktionen. Separata varmvattencirkulationsledningar är dock vanliga i flerfamiljsbostadshus. Denna cirkulation kräver elberoende pumpar men är inte nödvändig för att abonnenterna ska få varmvatten.

Vissa ventiler i fjärrvärmecentralen utrustas vanligen med elmotorer. Dessa motorventiler reglerar med täta intervall vattenflöden genom värmeväxlaren utifrån förändringar i driftsituationen, till exempel förändrad utomhustemperatur och varierande varmvattenflöde. Vid ett elavbrott upphör ventilens reglerande funktion och ventilen behåller sin senaste inställning. Motorventilernas täta regleringar syftar till att optimera energianvändningen, men är inte nödvändiga för driften av systemet. Driften kan upprätthållas med manuellt inställda ventillägen.

För att leverera värme till abonnenterna krävs elförsörjning till cirkulationspumpen i fastigheten. Dessutom bör övrig styr- och reglerutrustning inklusive eventuella motorventiler elförsörjas.





## Planering för värmeförsörjning i kristid

Försörjningssystemen i kommunerna blir alltmer tekniskt avancerade och därmed ökar sårbarheten i samband med krigshandlingar, sabotage, olyckshändelser, haverier och oväder.

För att minska sårbarheten krävs åtgärder som både ökar leveranssäkerheten i försörjningssystemen och minskar sårbarheten vid avbrott hos mottagaren. De åtgärder som vidtas bör klara hela hotskalan från fred till krig.

Sedan hotbilden krig tonats ned en aning talar man istället om allvarliga störningar och svåra påfrestningar på samhället. De tekniska systemen fungerar på samma sätt i fred som under beredskap och krig. Genom att som första ambitionsnivå öka förmågan att klara fredstida störningar förbättrar man samtidigt möjligheterna att klara störningar under beredskap och krig.

Att förändra tekniska system i efterhand är omständligt och dyrbart. Vid nybyggnation kan man däremot till rimlig kostnad bygga in olika möjligheter till krisförsörjning. Det gäller både anläggningar för produktion och distribution av värme samt mottagande fastigheter.

Värmeförsörjning i kristid kan verka avlägset. Men en dag kan ett långvarigt elavbrott inträffa och då gäller det att vara beredd, ha en fungerande organisation och en uttänkt handlingsplan.

För att kunna förutse vilken strategi man ska använda sig av i ett krisläge och vilka reservanordningar som ska anskaffas för att förebygga ett eventuellt krisläge, krävs planering för känsliga system. Kommunerna bör tänka över och ta fram

- riskanalyser
- beredskapsplaner
- åtgärdsplaner.

Detta gäller värmesystemen i hög grad eftersom husen blir kalla och obeboeliga efter endast några dygn, om ett avbrott i värmeförsörjningen inträffar vintertid.

Syftet med en riskanalys är att identifiera samhällsviktiga och avbrottskänsliga verksamheter inom kommunen. Vid olika slags kriser har verksamheterna olika stort försörjningsbehov och prioritet. En kartläggning av kommunens tekniska försörjningssystem måste också göras för att se om de motsvarar behoven.



En riskanalys ska utgå från hela hotskalan, alltifrån fred och fredskriser till höjd beredskap och krig. I analysen ska också ingå vilka konsekvenser olika hot och risker skulle få på verksamheterna samt vilka åtgärder som behövs för att nå en ökad försörjningstrygghet.

Riskanalysen kan genomföras på olika sätt och ambitionsgraden kan skilja sig mellan kommunerna. Stora och små kommuner har olika förutsättningar när det gäller till exempel värmeförsörjningen. I en liten kommun är de prioriterade verksamheterna små och problemen med försörjningssystemen i de flesta fall kända. I större kommuner är en omfattande riskanalys ett stort och tidsödande arbete.

#### ATT GÖRA EN RISKANALYS

Initiativet till en riskanalys kan tas av beredskapssamordnaren, försörjningsansvarig eller av den politiska ledningen. Det gäller att skapa ett intresse hos berörda parter för att göra en samlad riskanalys. En bra metod är att arrangera ett krisspel eller krisscenario som visar konsekvenser och motiverar till insatser. Därefter skapas en organisation som tar fram ett arbetsprogram med tidplan.

I riskanalysen ska det klargöras vilken eller vilka krismiljöer analysen utgår från. Risker ska identifieras och värderas. Konsekvenser ska beskrivas och bedömas. Samhällsviktiga verksamheter måste kartläggas och därefter prioriteras efter lägsta acceptabla försörjningsnivåer (LAF) samt vilken verksamhet som utförs och vilket behov verksamheten har.

En förteckning över prioriterad verksamhet bör sammanställas. I listan ska namnet på verksamheterna/fastigheterna framgå. För bättre översikt kan de delas upp efter verksamhetskategori, där de olika objekten rangordnas efter prioritet. Vidare ska uppgifter om teknisk försörjning tas med, liksom ansluten effekt och lägsta acceptabla försörjningsnivå för fjärrvärme och el, reservsystem och anslutningsförhållanden med mera. Det ska också anges om verksamheten endast är prioriterad under beredskap eller om prioriteringen gäller även i fredstid.

När inventeringen av risker och prioriterade verksamheter är klar upprättas ett genomförandeprogram med åtgärder. Åtgärder för värmeförsörjningen kan vara att förse en värmeproduktionsanläggning och dess kringutrustning med

reservkraft för att kunna upprätthålla värmeförsörjning till de prioriterade verksamheterna. Vidare måste distributionssystem och mottagarnas cirkulationspumpar kunna fungera vid ett elavbrott. Mobila reservkraftaggregat kan anskaffas för ambulering mellan olika prioriterade fastigheter om avståndet dem emellan inte är alltför långt. Vissa högt prioriterade verksamheter kan vara i behov av stationär reservkraft.

Arbetet med en riskanalys bidrar till flera positiva effekter:

- Kunskapen om hot, risker och sårbarhet ökar
- Kunskapen om de tekniska systemens funktion och deras inbördes beroende ökar
- Det blir lättare att precisera åtgärder med reservanordningar för både freds- och beredskapsnytta
- Ett underlag skapas för att kunna ansöka om statsbidrag för beredskapsåtgärder
- Politiker och tjänstemän blir mer motiverade att arbeta med sårbarhets- och beredskapsfrågor
- Arbetsformer och rutiner utvecklas inom kommunen och gentemot länsstyrelsen och andra regionala organ
- Ansvar för att genomföra och finansiera åtgärder tydliggörs

#### VEM ANSVARAR FÖR VAD?

Kommunen har ett ansvar för att befolkningen och vissa funktioner ska kunna klara situationer när den normala tekniska försörjningen drabbas av en allvarlig störning.

*Kommunens ansvar* – Kommunledningen har det övergripande ansvaret för att en lägsta acceptabel försörjningsnivå (LAF) tryggas. Hur detta ska definieras i olika krissituationer är en fråga för kommunledningen att besluta om.

*Verksamhetsansvariges ansvar* – Den som är ansvarig för en kommunal verksamhet ansvarar också för att verksamheten kan bedrivas i erforderlig omfattning såväl i fred som under beredskap och krig, då avbrott eller begränsning i den tekniska försörjningen förekommer.



## Krisplanering

*Försörjningsansvariges ansvar* – Den som ansvarar för den tekniska försörjningen är skyldig att mot skälig ersättning och inom rimliga gränser tillgodose abonnentens önskemål om försörjningstrygghet.

*Individens ansvar* – Oavsett vilket kommunaltekniskt system ett hushåll har tillgång till är det ytterst den egna förmågan att sörja för de egna behoven som blir avgörande när de kollektiva systemen upphör att fungera. Var och en bör vara förberedd på att med enkla anordningar som spritkök, fotogenvärmare, vattendunkar, batterier och ljus kunna klara något dygns avbrott även vintertid.





## Kommunernas beredskap för värmeförsörjning

Mycket har hänt under senare år när det gäller kommunala beredskapsåtgärder för uppvärmning av fastigheter. Kraftiga väderstörningar och osäkerhet inför vad som skulle hända vid millennieskiftet har ökat tempot i åtgärderna. Även ÖCBs försöksverksamhet med bidragsstöd till reservanordningar har lett till att kommunerna ökat sitt beredskapstänkande och vidtagit åtgärder för att säkra värmeförsörjningen.

För att få en aktuell överblick över kommunernas beredskapsåtgärder för värmeförsörjningen, genomförde Energimyndigheten under våren 2000 en enkätundersökning. Enkäten sändes ut till samtliga kommuners beredskapsamordnare (289 st). Totalt svarade 226 (78 procent). Svaren varierade mycket både innehållsmässigt och uttrycksmässigt, men de svarande verkade ha tolkat frågorna på rätt sätt vilket gjorde sammanställningen av svaren enklare. Svaren representerade också på ett bra sätt hela Sverige. I stort sett alla län hade en svarsrespons på 70-90 procent, några län till och med 100 procent.

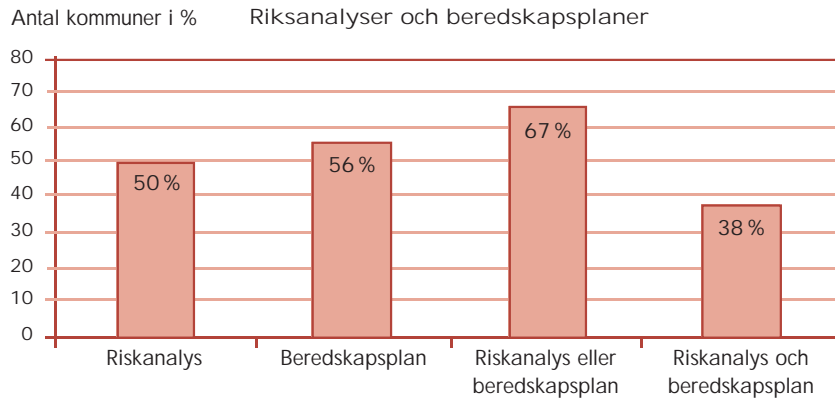
Kommunernas olika förutsättningar vad gäller geografiskt läge, yta, invånarantal, ekonomi med mera, gör att intresset för frågorna varierar i olika delar av landet. Sammanställningen av enkätsvaren har därför gjorts på olika sätt och med olika skärningar. Ingen enskild kommun tas upp i sammanställningen utan det är det genomsnittliga värdet för kommuner med liknande förutsättningar som är det mest intressanta.

Det ska påpekas att undersökningen inriktar sig på beredskapsåtgärder och reservkraftanordningar för att upprätthålla värmeförsörjning, det vill säga värmeproduktion, värmedistribution och uppvärmning av fastigheter. Reservkraftanordningar och andra beredskapsåtgärder avsedda för vatten- och avloppsförsörjning redovisas därför inte.

### *RISKANALYSER OCH BEREDSKAPSPLANER*

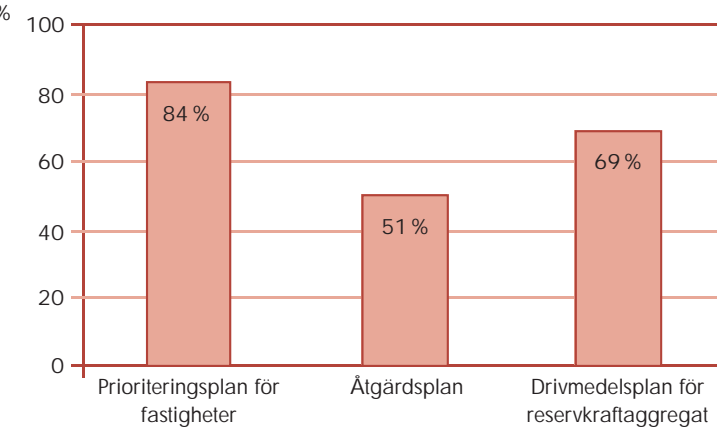
För att kunna välja rätt strategi i ett krisläge, eller avgöra vilka reservanordningar som ska anskaffas för att förebygga ett eventuellt krisläge, är det viktigt att kommunerna tar fram riskanalyser och beredskapsplaner för känsliga system. Detta gäller värmesystemen i hög grad eftersom husen blir kalla och oboeliga efter endast några dygn, om ett avbrott i värmeförsörjningen inträffar vintertid. Värmeförsörjningen kan ingå som en del i en större analys eller plan

för hela den kommunaltekniska försörjningen. Av de 226 inkomna svaren från kommunerna har 112 (50 procent) uppgett att de har en riskanalys för värmeförsörjningen och 126 (56 procent) att de upprättat en beredskapsplan där värmeförsörjningen ingår. Av de svarande kommunerna är det 151 (67 procent) som genomfört en riskanalys eller beredskapsplan där värmeförsörjningen ingår. Av dessa har 87 kommuner (38 procent) genomfört både riskanalys och beredskapsplan. Nästa diagram visar omfattningen av analyser och planer i kommunerna.



116 kommuner (51 procent) uppger att de har någon form av åtgärdsplan att följa vid ett långvarigt elavbrott. Prioriterade fastigheter med verksamheter där värmeförsörjning är nödvändig vid ett längre elavbrott har identifierats i 189 kommuner (84 procent). När det gäller bränsleförsörjningen till reservkraftaggregaten har 156 kommuner (69 procent) någon typ av plan för detta. Lösningarna för bränsleförsörjningen till aggregaten skiljer sig åt mellan kommunerna, allt från en liten reservtank till transportavtal med oljebolag förekommer. Har kommunen inga reservkraftaggregat behövs ej heller någon plan för bränsleförsörjningen, så frågan är möjligen mer intressant om man vänder på den. Av de kommuner som har reservkraftaggregat är det 51 (23 procent) som inte har någon bränsleförsörjningsplan för aggregaten.

Antal kommuner i % Förebyggande beredskapsplanering i kommunerna



VÄRMEFÖRSÖRJNING OCH ELKRAFTPRODUKTION

Av Sveriges 289 kommuner har de flesta i dagsläget någon form av centraliserad värmeförsörjning (fjärrvärme). I vissa kommuner finns omfattande system utbyggda, medan andra endast har små närvärmesystem under utbyggnad. Flera av de kommuner som saknar fjärrvärme idag planerar för en snar utbyggnad. Av de 226 svarande kommunerna har 208 (92 procent) uppgett att de har någon form av fjärrvärmeförsörjning. För samtliga Sveriges kommuner ligger siffran på cirka 90 procent. I kommuner med fjärrvärme står fjärrvärmen i genomsnitt för 30 procent av kommunens totala uppvärmning. Andra uppvärmningssystem kan vara oljeeldning, vedeldning, direktverkande el, värmepumpar med mera. De flesta kommunala fastigheter som inrymmer prioriterade verksamheter har tillgång fjärrvärme. Därför står fjärrvärmen i fokus när det gäller insatser för att klara värmeförsörjningen vid långvariga elavbrott. I enkätsvaren uppger 164 kommuner (73 procent) att de med hjälp av reservkraft kan upprätthålla hela, eller delar av, sin värmeproduktion. Den genomsnittliga värmeproduktionen vid ett långvarigt elavbrott i Sverige är cirka 30 procent av den normala.





### Gasturbin ger reservkraft i Uppsala

Uppsala kommun har införskaffat en gasturbin som ska täcka reservkraftbehovet i Uppsalas centrala delar. Gasturbinen är placerad vid Uppsala kraftvärmeverk. Uppsala Energi har sålts till Vattenfall men lösningen finns fortfarande och täcks upp genom ett långsiktigt avtal. Vid ett avbrott i elleveranserna från det landsomfattande högspänningsnätet kan man från gasturbinen via ett markförlagt elnät fördela el till viktiga kommunala anläggningar. Vid en kris kan man inte kräva att allt ska fungera som normalt, men invånarna ska

inte komma till skada under avbrottet. Cirka 10 procent av det normala elbehovet kan produceras genom gasturbinen. Detta innebär att endast prioriterade kommunala verksamheter som är nödvändiga för kommuninvånarnas överlevnad får tillgång till elen. Prioriterade anläggningar är bland annat fjärrvärmeproduktion, servicehus, värmestugor och skolor. Gasturbinen har tillgång till bränsle på plats för tre veckors drift.

Beslut om fördelning av elen fattas av kommunledningen enligt ledningsplan för särskild händelse i Uppsala kommun. De i förväg prioriterade verksamheterna är utvalda av kommundelarna och berörda förvaltningar. Inkoppling tar från någon timma till något dygn, beroende på var verksamheten är lokaliserad i elnätet.

Samlokaliseringen av reservkraftverket (gasturbinen) och kraftvärmeverket medger att Uppsala kan drivas i en egen ö-drift och att ytterligare el kan produceras och distribueras. Under den cirka fem timmar långa starttiden för kraftvärmeverket får kommunen ingen el. När kraftvärmeverket är i drift kan däremot stora delar av elbehovet för Uppsalas olika verksamheter tillgodoses.



### Tingsryd satsar på mobil reservkraft

En av de kommuner som ännu saknar fjärrvärmesystem är Tingsryd.

Kommunen har tillgång till ett antal mobila aggregat som kan ambuleras runt till prioriterade fastigheter i de olika tätorterna. Vissa särskilt känsliga verksamheter har dock fast reservkraft. Vid ett elavbrott körs aggregaten ut till bland annat servicehus och skolor (värmestugor). Där tar sedan anläggningens vaktmästare vid och sköter drift och underhåll av tilldelat aggregat.

Personal från kommunens tekniska kontor har i uppgift att från central

tankanläggning distribuera drivmedel till aggregaten.

En lösning av den här typen fungerar om kommunen har många mobila aggregat så att inte alltför många prioriterade objekt behöver samsas om samma aggregat. Problem uppstår dock om avbrottet är regionalt och samtliga tätorter i kommunen behöver aggregaten.

Av de svarande kommunerna uppger 55 (24 procent) att de har tillgång till egen elkraftproduktion, oftast i form av vattenkraft, kraftvärme eller kondenskraft. För att kunna producera elkraft vid ett större elavbrott måste anläggningen vara utrustad med så kallad dödnätstart (kunna startas mot ett dött nät) och vara anpassad för ö-drift. Av kommunerna som svarat uppger 24 (11 procent) att de har produktionsanläggningar för elkraft utrustade med dödnätstart.

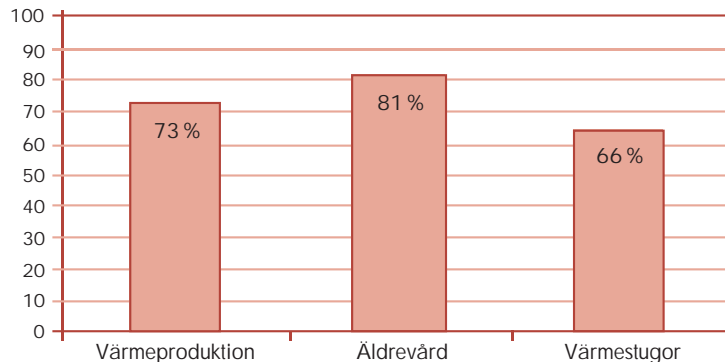
**PRIORITERADE FASTIGHETER OCH OBJEKT  
MED RESERVKRAFTANSLUTNINGAR**

Det går inte att bara koppla in ett reservkraftaggregat vid värmeproduktionsanläggningen för att upprätthålla värmeproduktionen vid ett elavbrott. De flesta fastigheter som är fjärrvärmeuppvärmda har egna cirkulationspumpar som pumpar runt vattnet i fastighetens ledningar. För att pumparna ska fungera krävs att fastigheten har egen reservkraft inkopplad. Det är därför viktigt att kommunen bestämmer sig för vilka fastigheter och objekt som ska prioriteras med reservkraft eller anslutningsuttag för reservkraft.

Prioriterade fastigheter och objekt för värmeförsörjningen kan vara värmeproduktionsanläggningar, äldreårdsanläggningar, sjukhus, värmestugor och kommunala ledningsplatser.

183 kommuner (81 procent) redovisar att man försett en eller flera äldreårdsanläggningar med reservkraft alternativt uttag för inkoppling av reservkraft. 149 kommuner (66 procent) har försett värmestugor med möjlighet till reservkraft där människor kan samlas om ett elavbrott skulle inträffa under den kalla årstiden. Värmestugor består oftast av skolor men även av större samlings-salar och idrottshallar. I anslutning till värmestugor finns ofta även möjlighet till matlagning i storkök.

Antal kommuner i % Prioriterande objekt och fastigheter



**Ö-drift ger kraft och värme i Lomma**

I Lomma kommun finns kraftvärmeverket Återbruket som producerar fjärrvärme och el. Verket eldas endast med biobränsle bestående av returträ och produktionsspill från olika industrier. Kraftvärmeverket uppfyller höga miljökrav. Verksamheten drivs numera av Lunds Energi AB som köpt upp Lomma Energi AB. Kraftvärmeverket försörjer 35 procent av Lomma tätort med värme och levererar 20 procent av elbehovet. En ny sammanbindningskultvert för fjärrvärme har byggts mellan Lomma och Lund, vilket ökar säkerheten då fjärrvärmeleveranserna kan gå åt båda hållen. Lösningen medger även att värme och el kan produceras under en större del av året.

För att kunna starta kraftvärmeverket från spänningslöst nät (dödnätsstart) har reservkraft installerats. När elproduktionen kommit igång kan elnätet sektioneras i enlighet med en förutbestämd prioriteringsplan. De mobila reservkraftaggregaten är stationärt placerade i anläggningen, men kan flyttas vid behov.

Vid en krissituation kan därmed Återbruket, utan eltillförsel utifrån, försörja de viktigaste funktionerna i Lomma kommun med kraft och värme.



### Ystad prioriterar ekonomiskt

Ystad Energi AB bedriver fjärrvärmeverksamheten i centrala delarna av Ystad tätort. Den totala energiomsättningen inom verksamheten är cirka 90 GWh årligen med ett maximalt effektbehov på cirka 40 MW. Efter en successiv utbyggnad av fjärrvärmesystemet är nu huvuddelen av vårdanläggningar, offentliga lokaler samt flerbostadshus i tätorten anslutna till fjärrvärmesystemet.

Efter en större översyn av den kommunaltekniska försörjningen inom Ystad kommun har beredskapsplanen för bland

annat värmeförsörjning i samband med avbrott i den yttre elkraftförsörjningen uppdaterats. Ystad kommun har utsett Ystad Energi att ansvara för tekniskt genomförande av de åtgärder som beredskapsplanen anger. Bolaget ska dessutom ansvara för driften av de reservkraftaggregat som omfattas av den kommunala beredskapsplanen. Ett större reservkraftaggregat placerades vid fjärrvärmeverket. I planen ingick även att placera ut ett antal mindre aggregat för drift av cirkulationspumpar inom de prioriterade fastigheterna.

Efter en ingående genomgång av effektbehoven i de prioriterade fastigheterna kom man fram till att de tänkta aggregaten var för små för att upprätthålla väsentliga funktioner. Skulle dessa ersättas med större aggregat skulle även kostnaden öka markant. För att erhålla en så kostnadseffektiv lösning som möjligt, med samma försörjningsgrad, tittade man i stället på möjligheten att utnyttja reservkraftaggregatet vid fjärrvärmeverket och via befintligt högspänningsnät försörja flertalet av de prioriterade anläggningarna.

Transformatorstationer och nätstationer har byggts om och/eller kompletterats så att man med kort varsel efter beslut, normalt inom 1-2 timmar, manuellt kan bryta bort icke-prioriterad elförsörjning. Därefter kan el levereras till prioriterade anläggningar och fastigheter från fjärrvärmeverkets reservaggregat och från ett större mobilt aggregat.

En ytterligare fördel med detta alternativ är att det vid olika krissituationer när som helst under året går att utnyttja det stationära reservkraftaggregatet till fler elabbonnenter än det från början var planerat för, liksom för andra ändamål än värmeförsörjningen.

**RESERVKRAFTAGGREGAT FÖR VÄRMFÖRSÖRJNING OCH UPPVÄRMNING**  
Även om ett längre strömavbrott inträffar måste vissa funktioner i samhället fungera. Då krävs bland annat tillgång till värme och vatten. För dessa ändamål anskaffar kommunerna reservkraftaggregat till utvalda och prioriterade verksamheter. Den här sammanställningen begränsar sig till enbart värmeförsörjningen, vilket betyder att aggregat för vattenförsörjning och avloppshantering inte är medräknade. Vissa kommuner har mobila aggregat som är avsedda både för värmeförsörjning och VA-verksamhet. Dessa aggregat har tagits med i sammanställningen, vilket betyder att all redovisad reservkrafteffekt inte kan tillgodoräknas värmeförsörjningen i en krissituation.

Reservkraftaggregaten finns i olika utföranden. Fasta (stationära) aggregat, mobila aggregat som kan flyttas runt mellan flera olika prioriterade objekt och containerbaserade aggregat som går att flytta men som är besvärligare att frakta runt än de aggregat som är placerade på hjul. Containerbaserade aggregat jämställs i den här sammanställningen med mobila aggregat. Val av aggregat varierar beroende på faktorer som kommunens geografiska läge, yta, ekonomi och invånartäthet. Generellt är stationära aggregat vanligare i norra Sverige än i södra delen av landet.

Utöver de 226 svar som inkom via enkätundersökningen har Energimyndigheten uppgifter om reservkraftstillgången i ytterligare 37 kommuner. Detta ger en kännedom om totalt 263 kommuner, motsvarande 91 procent av landets totalt 289 kommuner. Genom att på så sätt bredda underlaget ger sammanställningen på nästa sida en bättre helhetssyn.

Totalt finns 1825 reservkraftaggregat avsedda för värmeförsörjning i de 263 kommunerna. Aggregatens sammanlagda effekt är 271 427 kVA, vilket motsvarar cirka 25 procent av Sveriges totala reservkraftinnehav. Reservkrafteffekt räknas i kVA (kilovoltampere) och 1 kVA motsvarar cirka 0,8 kW. Av de 1825 aggregaten är 1417 (78 procent) mobila och 408 (22 procent) stationära. Genomsnittskommunen har 7 aggregat med en genomsnittseffekt på 149 kVA per aggregat. Snittet för reservkrafteffekt per kommun ligger på 1036 kVA. Detta ger 36 VA (cirka 29 W) per invånare i reservkrafteffekt. Stationära aggregat är oftast större än de mobila aggregaten. En kommun med många stationära aggregat har därför i flera fall en högre reservkrafteffekt per invånare än en kommun med många mobila aggregat, men det är en mindre del av befolkningen som kan tillgodogöra sig reservkrafteffekten.

Länsvis sammanställning över reservkraft för värmeförsörjning

Län	Antal kommuner	Antal aggregat	Mobila aggregat	Stationära aggregat	Aggregat/kommun	Total (kVA)	(kVA)/aggregat	(kVA)/kommun	(VA)/invånare	Bidrag från ÖCB (tkr)	Bidrag/kommun	Bidrag/invånare
Stockholm	26	103	74	29	4,9	17 779	173	847	20	17 394	669 000	10
Uppsala	6	28	23	5	4,7	5 764	206	961	20	10 690	1 781 667	37
Södermanland	6	54	38	16	7,7	9 955	184	1422	42	3 198	355 333	12
Östergötland	3	50	46	4	4,5	7 526	151	684	19	1 733	133 308	4
Jönköping	13	86	73	13	6,6	9 370	109	721	29	1 921	147 769	6
Kronoberg	8	67	58	9	8,4	7 653	114	957	43	5 984	748 000	34
Kalmar	12	102	90	12	10,2	8 716	85	872	40	5 394 0	449 500	23
Gotland *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blekinge	5	33	23	10	8,3	9 835	298	2459	72	3 672	725 400	24
Skåne	33	251	197	54	7,8	44 737	178	1398	40	24 839	752 697	22
Halland	6	23	14	9	4,6	6 154	268	1231	25	1 780	296 667	7
Västra Götaland	49	376	303	73	7,8	59 572	158	1251	42	27 458	560 367	18
Värmland	16	60	47	13	4,3	4 000	67	286	15	1 288	80 500	5
Örebro	12	41	39	2	4,1	2 903	71	290	12	1 262	105 167	5
Västmanland	11	91	60	31	9,1	11 593	127	1159	48	4 425	402 273	17
Dalarna	15	145	114	31	10,4	21 866	151	1562	80	6 557	437 133	23
Gävleborg	10	70	64	6	7,8	8 780	125	976	32	6 485	648 500	23
Västernorrland	7	59	52	7	8,4	8 778	149	1254	35	4 515	645 000	18
Jämtland	8	51	23	28	6,4	6 783	133	848	52	1 409	176 125	11
Västerbotten	15	25	21	4	2,3	4 398	176	400	19	1 510	100 667	6
Norrbottn	14	110	58	52	7,9	15 265	139	1090	59	15 55 8	1 111 286	60
<b>Totalt Sverige</b>	<b>289</b>	<b>1825</b>	<b>1417</b>	<b>408</b>	<b>7,0</b>	<b>271 427</b>	<b>149</b>	<b>1036</b>	<b>36</b>	<b>147 027</b>	<b>508 744</b>	<b>17</b>

\* Uppgift saknas

SAMMANSTÄLLNING MED OLIKA SKÄRNINGAR

För att få en bra bild över hur reservkrafttillgången är fördelad i landet har olika skärningar gjorts utifrån olika förutsättningar. Sammanställning har gjorts länsvis, geografiskt och efter kommunstorlek. I sammanställningarna har bara de kommuner tagits med som Energimyndigheten har uppgifter om. Vid de beräkningar där ett genomsnitt har räknats ut för en kommun eller per invånare, är alltså inte de kommuner medtagna där uppgift saknas. Sammanställningarna har underlättats av att svarsresponsen varit jämnt fördelad. Många olika typer av kommuner finns med i utvärderingen, allt från stora reservkrafttäta kommuner till små kommuner som helt saknar reservkraft. I sam-

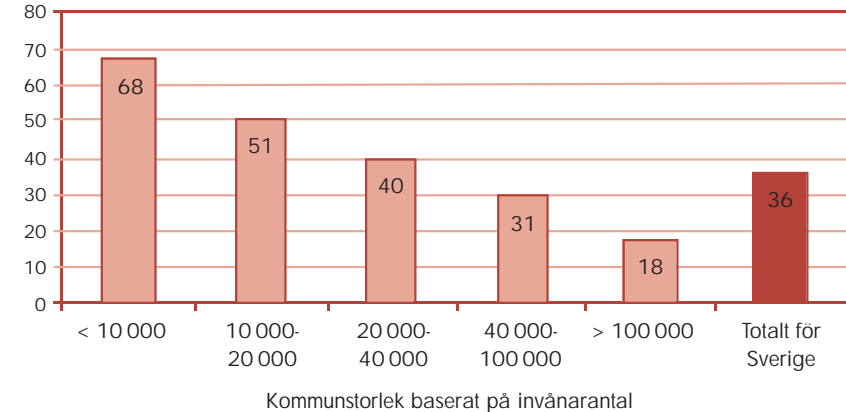
Sammanställning över reservkrafttillgång avsedd för värmeförsörjning efter kommunstorlek

Kommunstorlek (inv)	Antal kommuner	Antal aggregat	Mobila aggregat	Stationära aggregat	Aggregat/kommun	Total (kVA)	(kVA)/aggregat	(kVA)/kommun	(VA)/invånare	Bidrag från ÖCB (tkr)	Bidrag/kommun	Bidrag/invånare
< 10 000	71	283	220	63	4,7	29 848	105	497	68	18 948	266 873	38
10 000-20 000	99	555	447	108	6,1	64 034	115	704	51	29 482	297 798	22
20 000-40 000	69	585	472	113	8,9	75 835	130	1149	40	47 539	688 971	24
40 000-100 000	39	283	194	89	8,1	70 045	248	2001	31	35 098	899 949	14
> 100 000	11	119	84	35	11,9	31 665	266	3167	18	15 960	1 450 909	6
<b>Tot. Sverige</b>	<b>289</b>	<b>1825</b>	<b>1417</b>	<b>408</b>	<b>7,0</b>	<b>271 427</b>	<b>149</b>	<b>1036</b>	<b>36</b>	<b>147 027</b>	<b>508 744</b>	<b>17</b>

manställningarna kan man bland annat utläsa antal aggregat, total reservkraft-effekt, beviljat bidrag från ÖCB för reservkraftanordningar inom värmeförsörjningen samt ett antal nyckeltal för olika fördelningar och skärningar mellan kommunerna.

Den länsvisa sammanställningen visar på regionala skillnader. Länen är olika stora både till yta och till invånarantal. Förutsättningarna skiljer sig åt liksom sårbarheten. Vissa län består endast av några enstaka kommuner,

VA/invånare (VA/invånare) för olika kommunstorlekar





medan andra inrymmer ett stort antal kommuner. Genomsnittsvärdena blir naturligtvis mest korrekta för län som består av många kommuner. Mellan länen varierar reservkrafteffekten per invånare från 12 till 80 VA. I sammanställningen efter kommunstorlek har kommunerna delats in i fem olika grupper beroende på hur stort invånarantalet är. Som förväntat varierar genomsnittsvärdena mycket mellan stora och små kommuner. Små kommuner har mer reservkrafteffekt per invånare medan de stora kommunerna har fler och större aggregat per kommun.

Geografisk sammanställning över reservkrafttillgång avsedd för värmeförsörjning

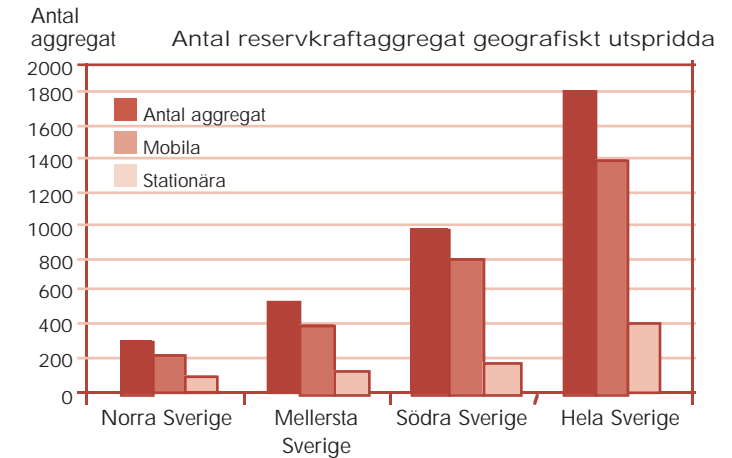
Geografiskt-läge	Antal kommuner	Antal aggregat	Mobila aggregat	Stationära aggregat	Aggregat/kommun	Total (kVA)	(kVA) aggregat	(kVA) kommun	(VA)/invånare	Bidrag från ÖCB (tkr)	Bidrag/kommun	Bidrag/invånare
Norra Sverige	54	315	218	97	6,4	44 004	140	898	39	29 477	545 870	25
Mell. Sverige	95	522	395	127	6,4	73 860	141	901	30	44 814	471 726	13
Södra Sverige	140	988	804	184	7,5	153 563	155	1172	38	72 736	519 543	17
Hela Sverige	289	1825	1417	408	7,0	271 427	149	1036	36	147 027	508 744	17

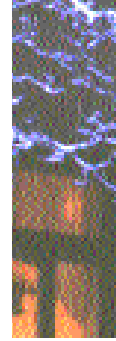
**Norra Sverige** = Norrbottens län, Västerbottens län, Jämtlands län, Väster-norrlands län och Gävleborgs län

**Mellersta Sverige** = Dalarnas län, Västmanlands län, Örebro län, Värmlands län, Uppsala län, Stockholms län och Södermanlands län

**Södra Sverige** = Östergötlands län, Gotlands län, Västra Götalands län, Jönköpings län, Kronobergs län, Kalmar län, Blekinge län, Hallands län och Skåne län

Jämförelsen visar att reservkraften är relativt jämnt fördelad per invånare i de olika landsdelarna. I södra Sverige återfinns den största delen av reservkraften, liksom de flesta invånarna. Reservkrafteffekten per invånare är ungefär lika stor i norra som i södra Sverige (38-39 VA) och något mindre (30 VA) i mellersta Sverige. I norra Sverige är vart tredje aggregat stationärt mot vart fjärde i mellersta Sverige och vart sjätte i södra Sverige.





## Tekniska lösningar för tryggad värmeförsörjning

### ALTERNERANDE RESERVKRAFT TILL UTSPRIDDA ABONNENTER

I många kommuner och tätorter ligger de prioriterade abonnenterna utspridda geografiskt. Alla prioriterade objekt måste då förses med inkopplingsmöjlighet för egen reservkraft. Det är inte möjligt för kommunen att köpa in separata aggregat till samtliga dessa objekt.

Beroende på elavbrottets geografiska omfattning och varaktighet kan då ett större antal mobila aggregat användas för alternering mellan de prioriterade abonnenterna. Vid ett större regionalt elavbrott kan dessa aggregat säkra värmeförsörjningen någorlunda i objekten även om de befinner sig en bit ifrån varandra. De mobila aggregaten dimensioneras så att de kan betjäna flera objekt med olika effektuttag. Under normala förhållanden placeras aggregaten vid de högst prioriterade objekten.



Mobilt diesel-drivet reservkraftaggregat på 100 kVA.

### KOMBINERAD RESERVKRAFT OCH TOPPLASTPRODUKTION

Under senare år har flera kommuner investerat i större reservkraftaggregat för krisförsörjning. Dessa aggregat kan med rätt utrustning även användas vid normal drift för elproduktion och då främst för att klara extra höga belastningar i elnätet. För detta krävs reglerutrustning som känner av effektuttaget så att aggregaten startar vid rätt tillfälle.



### Reservkraft demonstreras i Hovsjö

I Södertälje genomför Energimyndigheten ett praktiskt värmeprojekt för att demonstrera hur man på ett enkelt sätt kan strömförsörja ett helt bostadsområde genom att enbart koppla in reservkraft i en gemensam nätstation. Syftet är att visa kommunerna hur de som bor i fjärrvärmeuppvärmda bostäder ska kunna bo kvar i sina bostäder även om ett långvarigt elavbrott inträffar vintertid.

Installationen blev klar i februari 2001. Proov och visningar ska genomföras under våren 2001.

En anledning till att projektet genomförs i Södertälje är att kommunen kommit långt i sin beredningsplanering och redan anskaffat många reservkraftaggregat för att trygga den kommunaltekniska försörjningen. Södertälje kan dessutom vid ett längre elavbrott få tillgång till 80 MW värme. Värmen produceras vid Fittjaverket som är utrustat med reservkraft. Detta möjliggör att värmeleverantörens (Telge Energi) kunder även vid ett större regionalt elavbrott kan erhålla begränsade värmeleveranser. Telge Energi AB är både elleverantör och värmeleverantör för det aktuella bostadsområdet.

#### RESERVKRAFT PÅ EN PLATS FÖRSÖRJER HELA OMRÅDET

Energimyndigheten vill med projektet visa hur man på ett enkelt sätt kan strömförsörja ett helt bostadsområde genom att enbart koppla in reservkraft på en plats i systemet. Inkopplingen sker i en nätstation som försörjer 14 hus med sammanlagt 556 lägenheter samt ett dagis med el.

Det aktuella området är ett kvarter i stadsdelen Hovsjö i Södertälje. Husen är grupperade i gårdar om 4 hus i varje. Husen är omväxlande låg- och höghus med 3 respektive 8 våningar och ägs bland annat av det kommunala fastighetsbolaget Telgebostäder AB. Stadsdelen Hovsjö byggdes under perioden 1971-1980. Fastigheterna är sedan dess renoverade, vilket medfört att elsystemet är överskådligt och lätt att sektionera.

Varje gård är kopplad till det primära fjärrvärmenätet genom en abonnentcentral placerad i källarplanet i ett av de fyra husen. Från denna huvudcentral leds värmen sedan vidare till undercentraler i gårdens övriga hus.

Telge Energi AB är nätägare och levererar el till den aktuella nätstationen. Bolaget är även fjärrvärmeleverantör i stadsdelen Hovsjö. Fjärrvärmenätet är säkrat med reservel för

att kunna upprätthålla en viss vattencirkulation i fjärrvärmekulvertarna även vid ett krisläge.

#### PROJEKTETS AVGRÄNSNING

Nätstationen som det mobila reservkraftaggregatet ska kopplas in i behöver inte byggas om. Ett kabelskåp installeras istället på en av de utgående ledningarna och i detta kan sedan reservkraften kopplas in genom en anslutningskontakt.

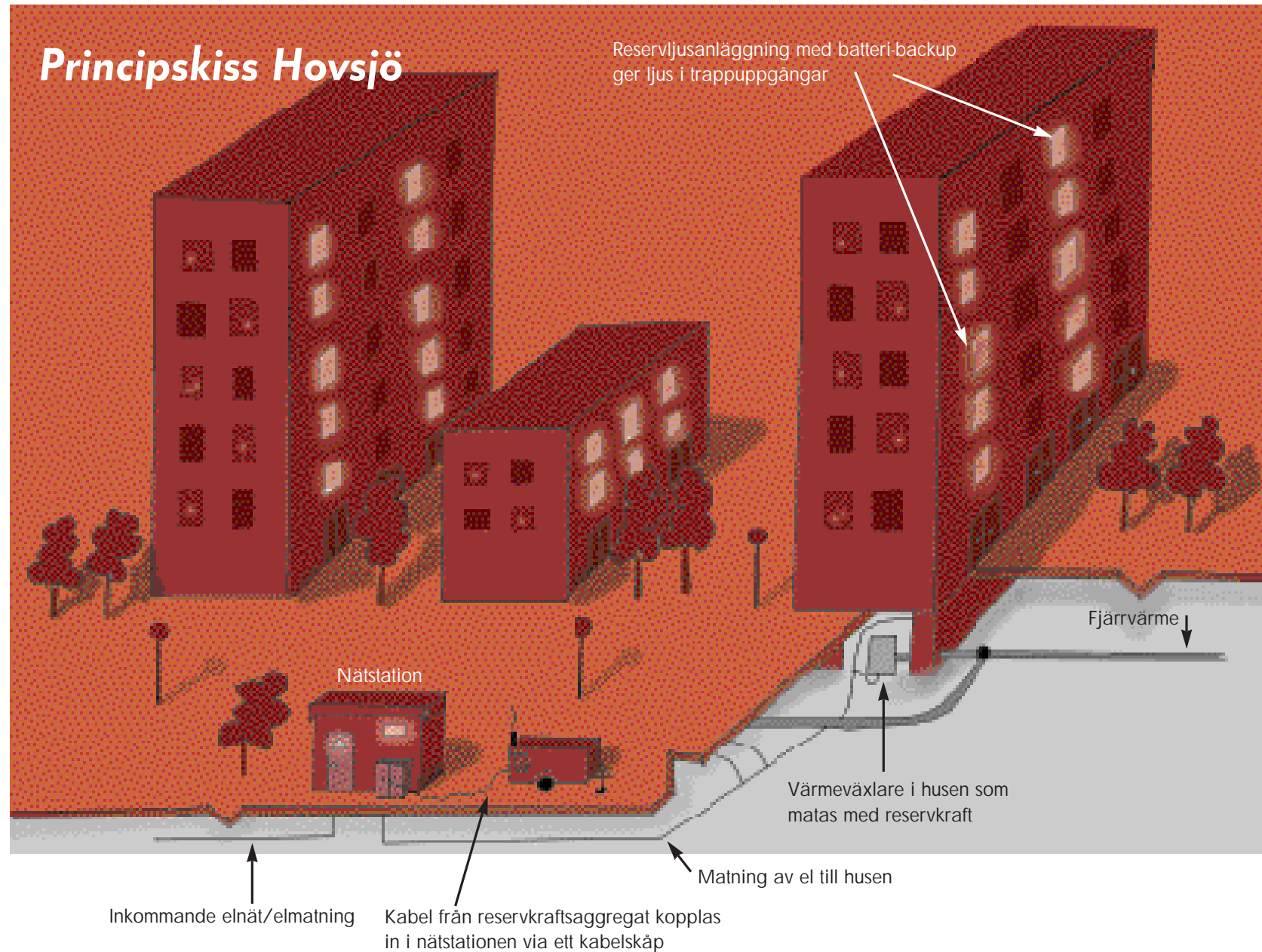
Reservkraftaggregatet som kopplas in vid nätstationen ingår inte i projektet. Vid ett längre elavbrott förutsätts att Södertälje kommun eller Telge Energi, som båda har ett antal mobila reservkraftaggregat till sitt förfogande, har möjlighet att köra fram ett aggregat till nätstationen. För att klara aktuella laster krävs ett mobilt reservkraftaggregat på 50 kVA. Det är i nuläget inte säkert att elbolaget får prioritera ett bostadsområde med el framför ett annat, men detta är ett förevisande exempel och i en framtid kan en sådan prioritering bli möjlig. Det kan också tänkas att bostadsföretaget i framtiden köper in egen reservkraft som placeras vid nätstationen.

En ytterligare avgränsning är att husen sektioneras så att enbart värmesystemet med cirkulationspumpar och reglerutrustning strömförsörjs. Övrig elektrisk utrustning i husen strömförsörjs inte. Syftet är i första hand att de boende ska kunna bo kvar i sina lägenheter även om ett elavbrott inträffar under vintern. Eftersom husen är åtta våningar höga och hissarna inte fungerar vid ett elavbrott, installeras reservbelysning i trappuppgångarna så att de boende kan ta sig till och från sina lägenheter även under dygnets mörka timmar.

#### TEKNISKA LÖSNINGAR

I det kabelskåp som installeras på en av de utgående ledningarna ska ett mobilt reservkraftaggregat kunna kopplas in för att ta över elförsörjningen vid ett krisläge. Hur mycket av normala laster som kan försörjas beror på aggregatets storlek. Projektets tanke är att enbart elförsörja värmesystemet, men med ett stort aggregat kan alla funktioner i husen strömförsörjas. Det skulle även vara möjligt att försörja andra nätstationer med el från denna inkopplingspunkt om aggregatets effekt är tillräckligt stor.

För reservbelysning i trappuppgångar och källarplan finns olika system. Projektet har tittat på likströmssystem och växelströmssystem i olika utföranden. Växelströmsalternativet installeras i ett av husen för visning. Ny armatur som styrs via befintligt tidur samt inbyggda rörelsedetektorer sätts upp i trappuppgångar och i källarplanet. Varje hus får en ljuspunkt per våningsplan och uppgång samt ytterligare ett antal ljuspunkter i källarplanet. Reservbelysningen säkras med en batteribackup och ska klara att upprätthålla belysning i ett dygn. Med tidur och rörelsedetektorer är den beräknade drifttiden cirka 8 timmar effektiv tid. Batterier och växelriktarsystem placeras i husets källarplan. När reservkraften är på plats strömförsörjs även reservbelysningen från denna strömkälla. En principskiss visas på nästa sida.





En stor fördel med att använda reservkraftaggregat vid normal elproduktion är att de regelbundet provkörs. Driftpersonalen får också erforderliga kunskaper om hur anläggningen fungerar och service utförs med jämna mellanrum.

#### BRÄNSLEFÖRSÖRJNING TILL RESERVKRAFTAGGREGATEN

För att reservkraftaggregaten ska bli till nytta vid ett långvarigt elavbrott krävs en väl planerad bränsleförsörjning. Normalt är enskilda aggregat bara utrustade med dagtankar för 5-7 timmars drift. Vid ett långvarigt elavbrott står aggregaten uppställda på geografiskt åtskilda platser eller också flyttas de runt mellan olika prioriterade objekt. Bränsledistributionen måste därför planeras i förväg.

Många kommuner saknar helt planering för detta medan andra har väl genomtänkta lösningar för hur bränsledistributionen ska gå till. En lösning kan vara att anskaffa flera stora mobila så kallade farmartankar som kan köras runt till de utplacerade aggregaten. Flera kommuner har också skrivit avtal med oljebolag som för kommunens räkning håller ett lager med bränsle för ett par dygns kontinuerlig drift av aggregaten.

#### Ö-DRIFT

Lokal kraftvärme och lokal vattenkraft är användbara resurser vid långvariga nationella elavbrott. De har ett beredskapsvärde förutsatt att det nät de är inkopplade på kan drivas separat i så kallad ö-drift och att de kan startas upp mot ett nät som saknar spänning.

Störningar i elförsörjningen kan vara av lokal, regional eller nationell omfattning. Vid en stor störning kan det ta så lång tid att återställa normal nät-drift att konsekvenserna för viktiga samhällsfunktioner blir allvarliga. I sådana situationer är det värdefullt om försörjning av lokala och/eller regionala elnät kan ske från befintliga lokala kraftverk. Vissa kraftvärmeverk, vattenkraftanläggningar och kondenskraftanläggningar ligger så till att de kan mata ut elkraft direkt på lokala eller regionala distributionsnät, oberoende av stamlinjenätet. Detta förutsätter dock att kraftverken är anpassade till de speciella krav som ställs för att upprätta ö-drift. Idag är en minoritet av verken utrustade och anpassade till ö-drift.

Ö-drift är svår att genomföra i praktiken. Driftsituationen är mycket ovan-

lig, både på produktions- och konsumtionssidan. Vid övningar, som i sammanhanget är av stor vikt, praktiseras ö-driften sällan mot den normala konsumentkretsen. Det är inte sannolikt att den el som produceras i en ö-driftsituation är av hög kvalitet, det vill säga att jämn frekvens och spänning kan upprätthållas över tiden. Detta medför att störningsfenomen kan uppträda i känslig teknisk apparatur.

Av stor betydelse ur beredskapssynpunkt är kraftverkens möjlighet till nödströmförsörjning och husturbindrift. Det senare innebär att den lokala elproduktionsutrustningen vid en nätstörning kopplas bort från nätet men blir kvar i drift med en last bestående av kraftvärmeverkets eget hjälpkraftbehov.

Återstart av ett kraftvärmeverk vid spänningslöst nät (dödnätsstart) kräver tillgång till ett reservkraftaggregat av betydande storlek. Speciella krav måste ställas på reservkraftaggregatets styr- och reglerutrustning med avseende på att klara transienterna vid tillkoppling på de stora hjälpobjekten. Som reservkraftaggregat i dessa sammanhang är i första hand dieselaggregat eller gasturbiner aktuella.

Ett kraftvärmeblock med mottrycksångturbin kopplad till ett fjärrvärmenät producerar eleffekt i proportion till värmeuttaget. Vid elavbrott kan det vara ett stort problem att distribuera värmen. Anslutna byggnader måste på något sätt strömförsörjas antingen via ö-drift eller med reservelanläggningar för att kunna ta emot värmen från kraftvärmeverket.

För att möjliggöra högre eleffektuttag vid låg värmelast i fjärrvärmenätet kan en särskild kylare (återkylare) installeras i fjärrvärmenätet. Som kylmedium används luft eller vatten. Återkylare av varierande storlek finns redan i några kraftvärmeanläggningar. Under starten (mot dött nät) av kraftvärmeverket kan en viss höjning av returtemperaturen i fjärrvärmenätet tolereras, men med en återkylare blir starten säkrare.

För att ö-drift i ett lokalt nät ska vara möjlig måste uppkoppling och pålastning av det lokala nätet ske på ett kontrollerat sätt med lämpliga kopplingssekvenser och storlek av belastningsstegen. Kopplingar och lastpåläggning måste ske i samverkan med kraftverkets drift och styrs med fjärrmanövrering från en driftcentral, vars kommunikationer och nätstyrning inte är utslagna i den rådande störningssituationen.

I större fjärrvärmenät kan det finnas flera elproducerande anläggningar. Då kan det räcka om en anläggning är utrustad med reservkraft för start av kraftvärmeproduktion mot ”dött elnät”. Startkrafter kan till exempel erhållas från en närbelägen vattenkraftstation eller ett kraftvärmeverk. Med prioriterad elmatning kan de andra produktionsanläggningarna startas och om nätet i övrigt är förberett kan ö-drift upprättas.

Om ett kraftvärmeverk inte från början är anpassat för ö-drift, tillkommer en del investeringar. I befintliga anläggningar kan till exempel intern el levereras utifrån på en lägre spänningsnivå än vad kraftverket själv producerar. Ångpannor och liknande måste kunna regleras så att de inte störs av ellastförändringar under ö-driften.

Annan utrustning som kan behövas är

- transformator
- lastbrytare och anslutningsschema
- ställverksfack
- jordfelskydd
- mjukstartare för den största ellasten
- fjärrstyrningsutrustning
- ombyggnad i kontrollrum.

#### TRANSPORTABLA OLJEELDADE PANNCENTRALER

När fjärrvärmeutbyggnaden var som intensivast i Sverige producerades värme i tillfälligt uppställda oljeeldade panncentraler. Behovet av dessa försvann i och med att stora permanenta produktionsanläggningar uppfördes. Om ett stort pannhaveri inträffar har man numera en annan permanent panncentral som reserv. När ett haveri inträffar som inte kan klaras med en sådan lösning, kan i fredstid mobila pannor alltid lånas eller hyras in. Ledningsnäten är också ofta byggda så att de kan matas från mer än ett håll.

Vid höjd beredskap och vid större regionala eller nationella påfrestningar är det inte säkert att kommunerna kan låna eller hyra in transportabla panncentraler. Skulle panncentraler och ledningsnät slås ut är det då angeläget att ha reserv för reserven. En rimlig åtgärd är att anskaffa en eller flera mobila oljeeldade panncentraler och förbereda anslutningspunkter för dessa på strategiska platser i fjärrvärmenätet.

Flera kommuner har anskaffat mobila panncentraler och installerat anslutningar för dessa vid vitala punkter i fjärrvärmenätet. För att kunna hålla panncentralerna i gång under en längre tid måste även större oljetankar anskaffas för bränsle till centralerna.

#### UPPVÄRMNING MED FOTOGEN, GASOL OCH VED

För småhus och mindre flerbostadshus med enskild uppvärmning kan olika typer av alternativ reservvärme utnyttjas. Med hjälp av någon form av kamin kan delar av en byggnad värmas upp och vara fortsatt beboelig.

Det finns väl utvecklade fotogenvärmare som har tillräcklig effekt för att klara värmeförsörjningen av ett större rum. Detta är oftast den billigaste reservvärmens för småhus och mindre fastigheter. Dock kräver även denna förhållandevis enkla lösning planering. Kaminerna måste förvaras lättillgängligt och relativt stora mängder bränsle måste förvaras på ett brandsäkert ställe. Prestanda och kostnad för gasolvärmare är i stort sett lika som för fotogentalternativet. Även för gasolkaminen måste lagringsproblemet beaktas. Gasolkaminer fordrar dessutom ständig uppmärksamhet.

Vedkaminer och kakelugnar är mycket effektiva för att klara uppvärmningen vid ett elavbrott. Kostnadsnivån för dessa är dock så hög att åtgärden inte kan motiveras enbart av beredskapskäl. Om det däremot redan finns installerat en vedkamin eller kakelugn i huset är detta en utmärkt lösning, om inte annat för att slippa frysskador i huset. Ved måste dock finnas lagrad.

#### STATLIGA BIDRAG FRÅN ÖCB

ÖCB bedriver en försöksverksamhet med bidragsstöd till kommunaltekniska reservanordningar. Verksamheten har lett till att många kommuner satsat stora belopp på att trygga den kommunaltekniska försörjningen. Efter drygt 10 års verksamhet har runt 200 kommuner ansökt om bidrag för reservanordningar.

För att få bidrag ska kommunen dels ha upprättat en riskanalys eller liknande för den berörda verksamheten och dels kunna visa att åtgärden utgör beredskapsnytta. Om kriterierna uppfylls kan den sökande kommunen få upp till 50 procent av investeringskostnaden i bidrag för åtgärden.

När kommunen upprättat en riskanalys och kommit fram till vilka investeringar man vill göra, skickas en ansökan till berörd länsstyrelse för synpunkter. Länsstyrelsen vidarebefordrar sedan ansökan till ÖCB med ett yttrande.



## Möjliga krisåtgärder i elkraftsystemet

Det nationella eldistributionssystemet består av stamnät, regionnät och lokala nät. Det lokala eldistributionssystemet kan kortfattat beskrivas utifrån tre olika spänningsnivåer:

- Mottagningsstationer, inmatningspunkter till tätorten med 130 kV/10 kV nätspänning
- Fördelningsstationer 10 kV
- Nätstation, transformering 10 kV/400 V

Antalet stationer i en medelstor svensk stad med omgivning kan symboliseras av följande fördelning:

Mottagningsstationer	5 - 10 st
Fördelningsstationer	10 - 20 st
Nätstationer	ca 1000 st

Av jämförelsen framgår att den klart dominerande andelen av de lokala stationerna är nätstationer. Idag kan mottagningsstationer och fördelningsstationer oftast fjärrstyras. Fördelningsstationerna har då batteribackup. Periodisk bortkoppling kan ske på fördelningsstationsnivå inom många tätorter. Vid sträng kyla och långvarig effektbrist på mer än 10-30 procent kan normalt inte enbart periodisk bortkoppling användas. Komplettering för att dämpa förbrukningen inom kommunen måste då även ske med andra åtgärder. För att klara kontinuerlig elmatning till prioriterade abonnenter kan inte metoden med bortkoppling enligt roterande bortkoppling användas av eldistributionen för hela kommunen. Där så är möjligt sker periodisk bortkoppling enklast vid fördelningsstationen, men ofta måste bortkoppling ske på nätstationsnivå.

### ELBESPARANDE ÅTGÄRDER

Alternativa eller kompletterande effekt- och/eller energibesparande åtgärder som kan tillämpas är

- roterande bortkoppling (RoBo)
- periodisk bortkoppling
- avtalade bortkopplingsbara abonnenter
- rundstyrning
- "frivilligt" neddragen energiförbrukning.

*Roterande bortkoppling (RoBo)*

Roterande bortkoppling innebär att stora regionala distributionsområden vid effektbrist kopplas bort från stamnätet av råkraftleverantörerna enligt ett rullande schema. Detta innebär att hela området blir strömlöst, såvida inte lokal elproduktion finns och/eller enskilda kunder har reservkraftaggregat. Roterande bortkoppling ger ingen möjlighet att prioritera en typ av elförbrukning framför en annan inom området. Åtgärden får omedelbara och stora konsekvenser för de bortkopplade abonnenterna, varför roterande bortkoppling måste betraktas som en nödåtgärd vid effektbristsituationer. Roterande bortkoppling har hittills aldrig tillämpats i Sverige.

*Periodisk bortkoppling*

Periodisk bortkoppling avser områdesvisa bortkopplingar av abonnenter inom ett eldistributionsområde. Även om eldistributören här har möjlighet att göra prioriteringar mellan olika områden, och på så sätt prioritera vissa behov, är tekniken för okänslig för att användas annat än som nödåtgärd.

*Avtalade bortkopplingsbara abonnenter*

Avtal om rätt att koppla bort stora elabonnenter vid effekt- eller energibrist är ett sätt att begränsa antalet ”ofrivilligt” bortkopplade abonnenter. På det nationella eller regionala planet kan detta vara ett alternativ till roterande bortkoppling. På det lokala planet är det ett alternativ till periodisk bortkoppling eller laststyrning genom rundstyrning. Lämpliga abonnenter kan vara sådana med egen reservkraft eller tillgång till alternativa energikällor.

*Rundstyrning*

Med hjälp av signaler på elnätet kan man styra

- omkoppling mellan tidstarriffens olika energipriser (ersätter kopplingsur)
- elvärmen hos kunder med kombipannor
- elförbrukning hos industrikunder, till exempel in-/urkoppling av elpannor.

Rundstyrning är en metod för fjärröverföring av styrsignaler från en central med det elektriska distributionsnätet som överföringsmedium till lokala mottagare i stort antal spridda i lågspänningsnätet.

När eltillförseln är utsatt för störningar kan rundstyrningstekniken bli ett hjälpmedel för att fördela tillgänglig effekt mellan kunderna.

Man kan i princip tänka sig tre typer av laststyrning:

- Laster styrs bort helt och hållet (till exempel gatubelysning)
- Laster styrs om i tiden
- Kunder tillåts endast utnyttja viss maximal effekt

Vad som i praktiken kan styras bort i en framtida krissituation är svårbedömt.

Rundstyrningsteknik är ett administrativt hjälpmedel för att fördela tillgänglig kraft på bästa sätt vid en krissituation. Som möjligen de tre exemplen ovan antyder, har tekniken i vissa situationer klara förtjänster (som vid kortvarig effektbrist), medan den i andra situationer har begränsat värde. Exempel på fall då nyttan är begränsad är energibristsituationer och tillfällen då det på riksnivå fattats beslut om roterande bortkoppling. En eldistributör som med hjälp av sitt rundstyrningssystem skulle kunna klara ”halv effekt under hela tiden” kan alltså av Svenska Kraftnät tilldelas ”hel effekt under halva tiden”, varvid rundstyrningssystemet i hög grad blir överflödigt.

Risken att bli bortkopplad minskar i takt med att fler och fler eldistributörer skaffar rundstyrningssystem. Krisnyttan med ett rundstyrningssystem i ett distributionsområde kan alltså sägas öka i takt med att grannområdena installerar rundstyrning.

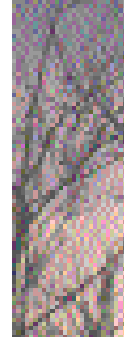
Sammanfattningsvis är det således aldrig en nackdel att ha ett rundstyrningssystem i en krissituation. Däremot är det i vissa fall en definitiv fördel. De stora förtjänsterna hos rundstyrningssystemen ligger dock inom de normala användningsområdena tariffomkoppling, laststyrning, mätvärdesinsamling etc.

*”Frivilligt” neddragen energiförbrukning*

Frivillig minskning av elanvändningen på företag och i hushåll kan, erfarenhetsmässigt, i vissa lägen ge en viss, om än begränsad, besparing. Hur mycket detta kan ge beror på faktorer som

- hur informationen till abonnenterna sprids (radio, TV, högtalarbilar etc.)
- hur abonnenterna motiveras
- vilken tid på året, veckan och dygnet det är
- driftstörningens varaktighet.

Abbonenternas motivation att frivilligt minska elanvändningen ökar om det finns en krisberedskap hos allmänheten och om orsakerna till bristsituationen är förståeliga och betraktas som allvarliga.



## Summering

Huvudsyftet med den enkätundersökning Energimyndigheten genomförde under våren 2000 var att uppdatera kunskapen om kommunernas beredskap för att upprätthålla livsnödvändig försörjning inom värmeområdet, samt att ge kommunerna information och råd om tekniska lösningar och åtgärder. Undersökningen motiverades av de senaste årens snabba utveckling av kommunernas beredskapsplanering.

Enkäten visar att många kommuner har planerat inför en krisförsörjning av värme genom riskanalyser, beredskaps- och åtgärdsplaner samt planer för bränsleförsörjning till reservkraftaggregaten. De flesta kommunerna har identifierat vilka fastigheter och objekt som ska prioriteras med reservkraft vid en krissituation.

Av de 226 svarande kommunerna uppger 73 procent att värmeproduktion kan hållas igång vid ett elavbrott, fullt ut eller till viss grad. Den genomsnittliga värmeproduktionen vid ett elavbrott är cirka 30 procent av normal värmeproduktion. För att invånarna ska få tillgång till den producerade värmen krävs att de mottagande fastigheterna även har tillgång till el för att driva cirkulationspumpar och reglerutrustning. När kommunerna planerar och anskaffar reservkraft för att trygga värmeförsörjningen bör de tänka på att säkra både prioriterade produktions- och distributionssystem på samma gång inom rimliga gränser. Detta ger en bättre helhetslösning. Risken är annars att det vid en eventuell krissituation fattas reservkraft i någon ände av systemet. För att reservförsörjningen ska fungera i ett krisläge krävs regelbunden service och provkörning av aggregaten samt repetition av de fastlagda rutinerna.

Sammanställningarna från undersökningen ger en jämförelse mellan landsdelar, län och kommuner av olika storlek. Den länsvisa sammanställningen kan vara något missvisande eftersom vissa län bara består av ett fåtal kommuner, där någon av dessa kan vara ett extremfall. Sammanställningen efter kommunstorlek visar tydliga skillnader mellan stora och små kommuner där nyckeltalen ökar eller minskar linjärt. Den geografiska sammanställningen visar att reservkrafteffekten per invånare är relativt jämnt fördelad över hela landet. Noterbart är att norra Sverige, som har störst avstånd mellan sina prioriterade abonnenter, också har högst procent stationära reservkraftaggregat. En förklaring är klimatet med låga temperaturer vintertid, samtidigt som avstånden kan



## Summering

vara alltför långa för att alternerande mobila aggregat ska kunna göra någon nytta vid en krissituation.

De senaste årens ökade krismedvetenhet har medfört att de flesta kommunerna i dagsläget har en fungerande beredskap och kan vidta åtgärder vid en krissituation. Reservkraft för värmeförsörjningen finns i de flesta kommuner, om än i olika stor omfattning.

Undersökningen visar att kommunerna är på rätt väg när det gäller planering och åtgärder för att trygga värmeförsörjningen inför svåra påfrestningar och höjd beredskap.

