

Trygg energiförsörjning 2010

En översiktlig redovisning och analys av hot, risker och
sårbarheter i energisystemet

ER 2010:38

Dnr 00-10-974

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas från
Energimyndighetens publikationsservice.
Orderfax: 016-544 22 59
e-post: publikationsservice@energimyndigheten.se

© Statens energimyndighet
Upplaga: [konsultera publikationsservice] ex

ER 2010:38

ISSN 1403-1892

Förord

Syftet med denna rapport är att övergripande redovisa en samlad bild över hot, risker, sårbarheter och förmågor som finns inom energisektorn inkluderande energianvändarna. Rapporten är främst avsedd att vara ett underlag för Energimyndighetens arbete att öka tryggheten i energiförsörjningen och ge en balanserad bild kopplat till den nuvarande riskbilden. Ett annat syfte med rapporten är att utgöra en del av Energimyndighetens redovisning till regeringen och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap enligt *Förordning (2006:942) om krisberedskap och höjd beredskap*, samt en kunskapsgrund för övriga intresserade eller berörda av ämnet.¹ Rapporten reflekterar även över risker som kan tänkas uppkomma i takt med den fortsatta utvecklingen av energimarknaden och andra förändringar i hotbilden. I år uppmärksammas särskilt områdena Smarta elnät och Elektromagnetiska störningar. Nytt för i år är att rapporten innehåller några scenarier, checklistor m.m. som främst kommuner och länsstyrelser kan använda i sitt arbete för att höja förmågan att hantera kriser till följd av avbrott i energiförsörjningen.

Tyngdpunkt i rapporten ligger på hot och risker i ett relativt kortsiktigt perspektiv. Risker kopplade till energipolitiska beslut, ekonomiska incitament/styrning av energiinvesteringar, globala störningar i olje- och gasmarknaden m.m. beskrivs i mindre omfattning eftersom dessa risker för närvarande inte bedöms kunna få några omedelbara försörjningsmässiga problem för Sverige. Energimyndigheten avser dock att framöver analysera de långsiktiga hoten ytterligare.

De tematiska förmågebedömningarna avseende influensapandemi respektive isstorm redovisas separat² i de mallar som har tillhandahållits av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. För att få en samlad bild över sårbarheter och förmågor hos energisystemets aktörer, inklusive användare, hänvisar vi emellertid till den löpande redovisningen i föreliggande rapport.

I utformningen av rapporten har Urban Bergström (projektledare) och övriga medarbetare från enheten för Trygg energiförsörjning samt konsulter från Combitech AB deltagit.

Eskilstuna i november 2010



Tomas Kåberger
Generaldirektör



Urban Bergström
Projektledare

¹ Redovisning av de hot och risker som Energimyndigheten självt kan drabbas av redovisas i separat rapport med dnr 00-10-974.

² Se dokument med dnr 00-10-974.

Innehåll

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Sammanfattning | 7 |
| 2 | Introduktion | 9 |
| 2.1 | Beskrivning av Energimyndighetens ansvar | 9 |
| 2.2 | Om trygg energiförsörjning | 10 |
| 2.3 | Arbetsprocess och metod | 11 |
| 2.4 | Rapportens struktur | 12 |
| 3 | Översiktlig beskrivning av energisystemet | 13 |
| 3.1 | El | 14 |
| 3.2 | Fjärrvärme och fjärrkyla | 19 |
| 3.3 | Oljebaserade bränslen och biobränslen | 22 |
| 3.4 | Energigas | 25 |
| 3.5 | Långsiktsprogno 2008 | 27 |
| 4 | Hot, risker, sårbarheter och beroenden | 29 |
| 4.1 | Riskbilden per energisystemdel | 29 |
| 4.2 | Generella hot mot tryggheten i energiförsörjningen | 34 |
| 4.3 | Hot, risker och sårbarheter per energiområde | 44 |
| 4.4 | Den långsiktiga utvecklingen av energisystemet påverkar riskbilden | 56 |
| 5 | Samhällets resurser för hantering av energikriser | 58 |
| 5.1 | Beredskapslager av olja | 58 |
| 5.2 | Energimyndighetens nätverk och samarbetsforum | 58 |
| 5.3 | Personella resurser | 59 |
| 5.4 | Materiella resurser | 61 |
| 5.5 | Mobila reservelverk | 61 |
| 5.6 | IT-stöd | 62 |
| 5.7 | Tips och råd och andra publikationer | 63 |
| 6 | Planerade och genomförda åtgärder samt ytterligare behov | 64 |
| 6.1 | Exempel på pågående och planerade åtgärder | 64 |
| 6.2 | Exempel på konkreta behov av arbete | 65 |
| | Bilaga 1, Begrepp | 67 |
| | Bilaga 2, Exempel på inträffade störningar och annat som hänt senaste året | 71 |
| | Störningar i Sverige | 71 |
| | Andra nationella händelser och notiser | 72 |
| | Internationell utblick | 74 |
| | Bilaga 3, Förslag på riskperspektiv för kommuner och länsstyrelser | 79 |
| | El | 79 |

| | |
|-----------------------------|----|
| Värme..... | 83 |
| Oljebaserade bränslen | 87 |
| Energigas..... | 88 |

Bilaga 4, Kunskapsbank 2010

90

1 Sammanfattning

Den svenska energipolitiken, som syftar till konkurrenskraftig, miljövänlig och trygg energiförsörjning, har inneboende målkonflikter. Detta innebär att försörjningstryggheten i energisystemet hela tiden vägs mot kostnader och miljöaspekter – en önskad ökning av försörjningstryggheten kanske får stå tillbaka av hänsyn till kostnader och/eller hänsyn till miljön.

Ansvaret för en trygg energiförsörjning ligger på många olika aktörer. De aktörer som tillhandahåller energi har ett långtgående ansvar för att lösa de störningar som uppstår. Men det förutsätts också att energianvändarna själva tar ansvar för att kunna hantera de störningar/avbrott i energileveranser som uppstår – det går inte att få 100 procent leveranssäkerhet. Användarna förväntas även reagera på att priset stiger i bristsituationer och då minska sin förbrukning. Men den s.k. priselasticiteten synes dålig, dvs. användarna drar inte ner förbrukningen i förhållande till prisökningarna. Detta faktum måste hanteras av ansvariga aktörer.

Inom elförsörjningsområdet finns det funktionskrav: inga elavbrott får vara längre än 24 timmar (i vissa sammanhang inte längre än 12 timmar) såvida inte det beror på orsaker utom elnätföretagets kontroll. Det finns krav inom naturgasförsörjningen som liknar detta funktionskrav och snart kommer även EU-förordningar att ställa ökade krav på naturgasaktörerna. Däremot saknas funktionsliknande krav inom värme- och bränsleförsörjningen.

Långvariga avbrott i el- eller värmeförsörjning kan orsaka svåra påfrestningar på samhället. Det vore därför bra om förmågan att hantera störningar i energiförsörjningen utvecklades ytterligare hos samtliga aktörer inom energisektorn, men främst hos användare och geografiskt områdesansvariga. Bidragande orsaker till detta är:

- Svårigheterna med att nå ut med budskap – dokumenterade erfarenheter finns t.ex. från stormarna Gudrun och Per och genomförda studier
- roll- och ansvarsfördelningar mellan offentlig sektor, marknadsaktörer och användare kan vara oklara, vilket exempelvis är fallet inom värme-försörjningen.

Energiförsörjningen har såväl interna och externa beroenden. Detta är till största delen kopplat till ett antal samverkande samhällsförändringar, varav teknikutvecklingen är den som har skapat flest beroenden mellan olika verksamheter. Även den ökande graden av specialisering har skapat många beroende-förhållanden: en allt större andel av verksamheten läggs på tredje part. Detta skapar nya beroenden.

I vissa krissituationer är det önskvärt att med lagligt stöd kunna prioritera energileveranser till användare, t.ex. samhällsviktig verksamhet. Denna möjlighet

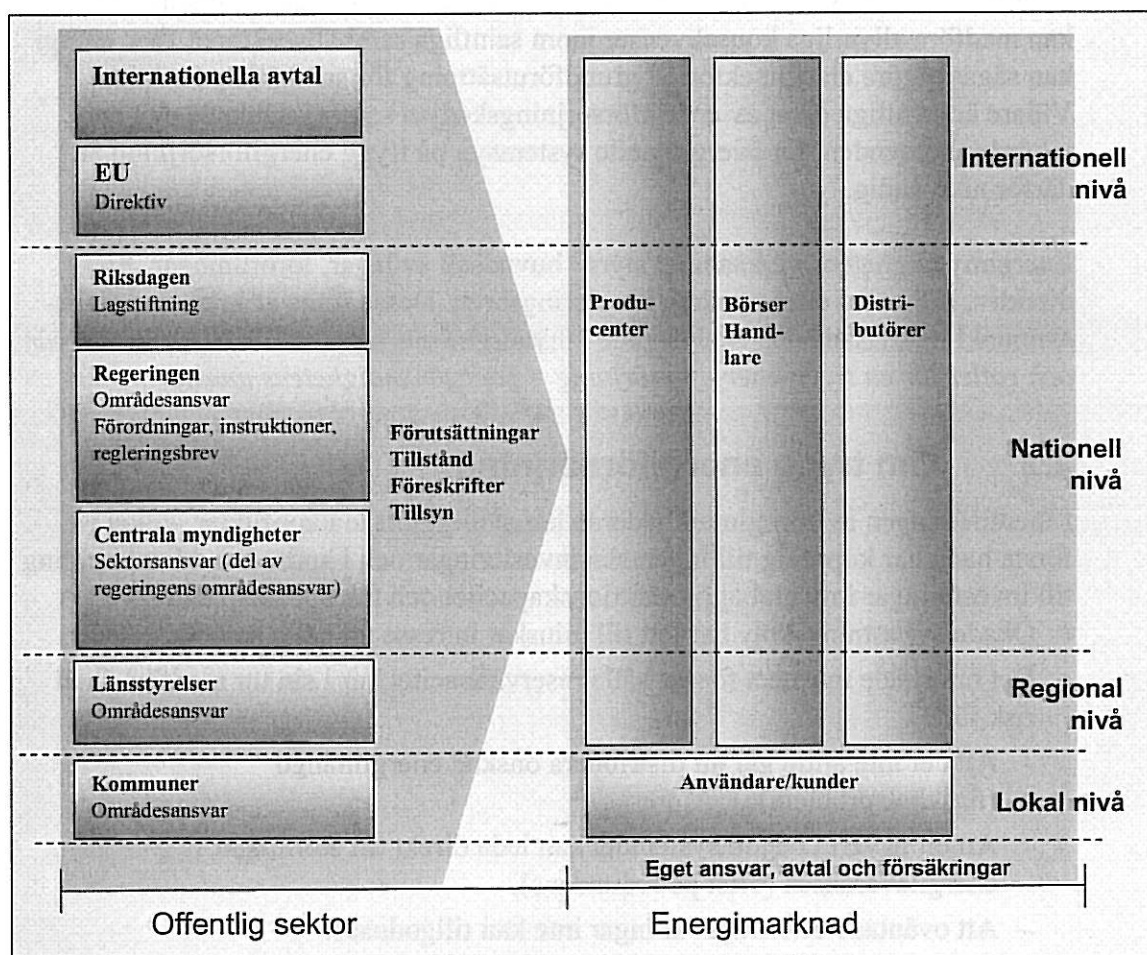
finns inte i dag, men inom elförsörjningen är detta på gång (Styrel-projektet). Det är önskvärt med en liknande utveckling inom övriga energiområden.

2 Introduktion

2.1 Beskrivning av Energimyndighetens ansvar

Säkerställandet av en trygg energiförsörjning förutsätter en kontinuerlig avvägning mellan ekonomi, trygghet och miljö i enlighet med energipolitikens mål. Att utveckla en än tryggare energiförsörjning bygger på följande grundprincip, se Figur 1:

- 1 Den offentliga sektorn svarar för att skapa förutsättningar och regler för energimarknadens aktörer inklusive energianvändarna
- 2 Energimarknadens aktörer har därmed ett ansvar som direkt eller indirekt följer av dessa förutsättningar och regler.



Figur 1. Rollfördelning mellan den offentliga sektorn och energimarknaden.

Energimyndigheten har ett brett och övergripande ansvar över hela energiområdet. Alla övriga myndigheter inom energiområdet har ansvar som är mer avgränsade till typ av energi eller typ av ansvar (t.ex. systemansvar för elnät eller

tillsynsansvar inom ett visst energiområde). Detta innebär sammantaget att Energimyndigheten:

- Har ett övergripande ansvar för att, utifrån ett helhetsperspektiv, verka för att det skapas en förmåga hos hela energisektorn att förebygga sårbarheter, motstå hot och risker samt hantera en kris och lindra effekter av inträffade störningar
- Ska bistå andra aktörer i deras arbete
- Ska vidta åtgärder inom den egna organisationen för att kunna ta detta ansvar.

Energimyndigheten har ett strategiskt ansvar för trygg energiförsörjning – utan att för den delen vara överordnad andra myndigheter eller marknadsaktörer som har ansvar för sina delar av energiförsörjningen. Energimyndigheten har i sitt arbete med trygg energiförsörjning ett tydligt användarperspektiv.

Energimyndigheten har ett övergripande ansvar för krisberedskap inom energisektorn såväl före som under och efter en kris. Störningar i energiförsörjningen kan medföra allvarliga konsekvenser inom samtliga samhällssektorer, dvs. energi kan sägas utgöra en tvärsektoriell grundförutsättning för samhällets funktion. Vidare är samtliga delar av energiförsörjningskedjan sammanlänkade och har inbördes beroenden. En övergripande systemsyn på trygg energiförsörjning är därför nödvändig.

Energimyndighetens verksamhet styrs i huvudsak av lagar, förordningar, EU-direktiv, IEP-avtal eller uppdrag i regleringsbrev. Dessa finns ur krisberedskapssynpunkt redovisade och analyserade i myndighetens rapport ER 2010:11, *Ansvar och roller för en trygg energiförsörjning – Energimyndighetens analys*.

2.2 Om trygg energiförsörjning

Liberaliseringen av energimarknaderna har synliggjort målkonflikter, vilket i första hand har koppling till inhemska investeringar och i andra hand har koppling till investeringar i ny global produktionskapacitet och transportkapacitet:

- Ökade avkastningskrav har lett till minskat intresse att hålla reservkapacitet.
- Det minskade intresset för att hålla reservkapacitet har i sin tur medfört ökad risk för:
 - Att det inte alltid går att distribuera önskad energimängd (flaskhalsproblem).
 - Att ett haveri i någon systemdel kan leda direkt till störningar i energileveransen (brist på redundans).
 - Att oväntade efterfrågeökningar inte kan tillgodoses.

Den minskade reservkapaciteten kan åstadkomma lokala, regionala eller i värsta fall globala störningar.

Eftersom en stor del av all handel numera är global, energislag och energibärare i viss utsträckning är utbytbara och transporterbara samt framförallt möjliga att diskontera på finansmarknaderna, så sprider sig störningarna snabbare och över

större regioner än tidigare. Således påverkas allt fler länder av störningar genom att marknaden automatiskt sprider risker och effekter.

Mot bakgrund av ovanstående definierar Energimyndigheten begreppet trygg energiförsörjning på följande sätt:

Energisystemets kapacitet, flexibilitet och robusthet att leverera energi i önskad omfattning i tid och rum enligt användarnas behov till en accepterad kostnad samt marknadens, offentlig sektors och användarnas samlade krishanteringsförmåga.

Trygghet i energiförsörjningen kan åstadkommas genom åtgärder:

- i den tekniska infrastrukturen för tillförsel, omvandling/produktion och distribution
- hos energianvändarna
- för ökad samverkan, samordning och information

Åtgärderna sträcker sig från att trygga den normala vardagliga energiförsörjningen till att säkerställa energiförsörjningen vid höjd beredskap.

Begreppet trygg energiförsörjning rymmer flera aspekter som sinsemellan kan vara motstridiga, till exempel:

- Ansvarsfördelningen mellan offentlig sektor och marknadens aktörer, inklusive energianvändarna
- Avvägningen mellan behov av kostnadseffektivitet, trygghet och låg miljöpåverkan
- Individuella önskemål i kollektiva system
- Avvägningen mellan förebyggande och avhjälpande åtgärder
- Avvägningen mellan att skapa alternativa lösningar respektive ökad robusthet i ordinarie system
- Avvägningen mellan långsiktiga investeringar i stora (dyra) infrastrukturer och relativt snabbt ändra/styra behov hos energianvändare.

Det är inte möjligt att anpassa tryggheten i energisystemet till alla enskilda användares behov eftersom trygghet är ett subjektivt begrepp som kan tolkas olika av olika användare. För att komma fram till en rimlig avvägning mellan användarnas behov av trygghet, kostnadseffektivitet och låg miljöpåverkan bör i första hand användarnas betalningsvilja – i vid bemärkelse – ligga till grund för de åtgärder och investeringar som görs. Men i vissa situationer måste staten ställa krav för att säkra grundläggande behov och för att så långt möjligt skapa likhet för alla användare.

2.3 Arbetsprocess och metod

Denna rapport baseras på kunskap hos Energimyndighetens medarbetare (med tyngdpunkt på medarbetare på Enheten för tryggen energiförsörjning), resultat från tidigare studier, löpande omvärldsbevakning, kunskapsutbyte i nätverk, m.m.

Rapporten har utarbetats i en iterativ process där två arbetsseminarier väsentligt har bidragit till resultatet.

De risker som beskrivs i rapporten kan leda till fullständigt avbrott i energileveranserna eller till begränsad tillgång till energi för en kortare eller längre tid. Även bristande kvalitet på energileveranser kan få stora konsekvenser för användaren, men kvalitetsaspekten hanteras inte i rapporten.

Hoten, riskerna och sårbarheterna *beskrivs*, men kvantifieras (sannolikhet, konsekvens) inte.

2.4 Rapportens struktur

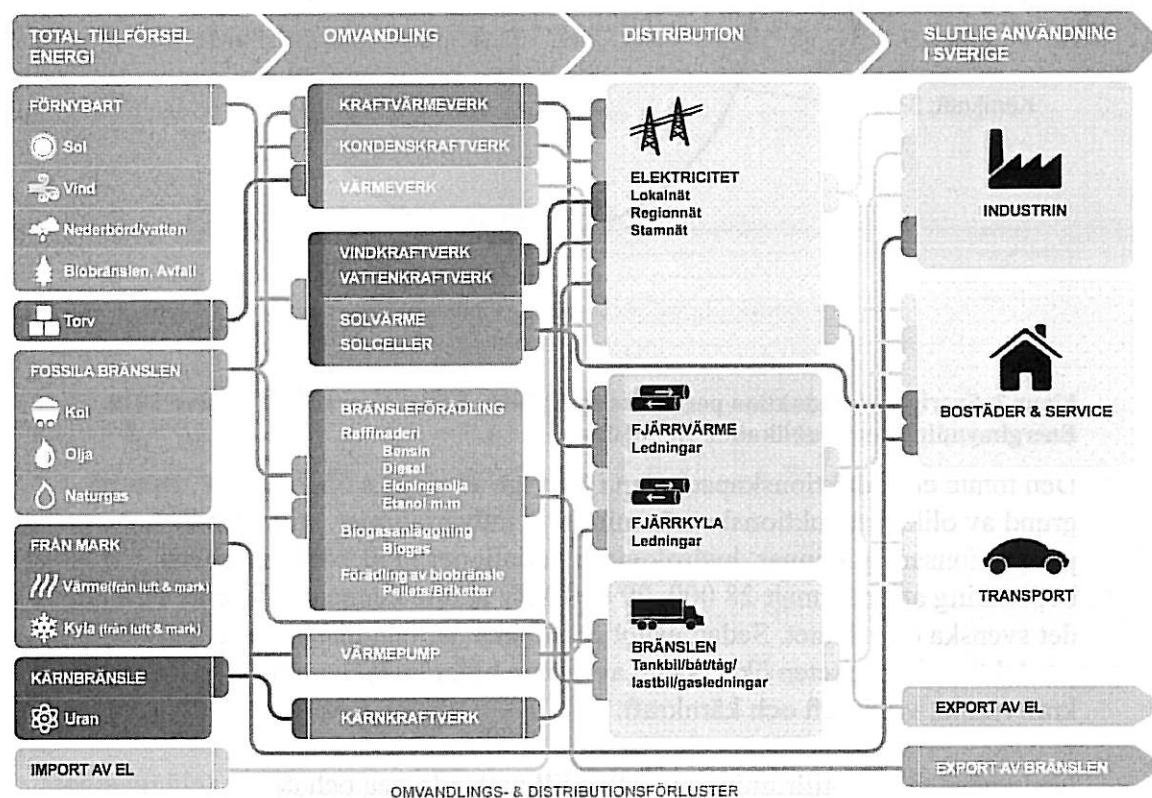
| Rubriknummer i rapporten | Punkt enligt 5 § i MSBFS 2010:7 |
|--------------------------|--|
| 1 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |
| 2.1 | 1 |
| 2.2 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |
| 2.3 | 2 |
| 2.4 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |
| 3.x | 3 |
| 4.x | 4 |
| 5.x | Motsvarar ungefär kap. 5 enligt MSBFS, men Energimyndigheten har inga materiella eller personella resurser att bistå aktörerna med i den operativa hanteringen av krissituationer. |
| 6.x | 8 |
| Bilaga 1 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |
| Bilaga 2 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |
| Bilaga 3 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |
| Bilaga 4 | Ingår inte enligt MSBFS 2010:7 |

Hot, risker m.m. förknippat med användningen av biobränslen för el- och värmeproduktion beskrivs i kapitlet om fjärrvärme.

3 Översiktlig beskrivning av energisystemet

Energisystemet, som illustreras i Figur 2, är komplext och rymmer många processer och aktörer med olika roller. El och biobränslen är de viktigaste energibärarna inom industrisektorn och sektorn bostäder och service m.m. Inom transportsektorn används i dagsläget nästan uteslutande oljebaserade drivmedel, men andelen biobränslen ökar. Nästan tre fjärdedelar av den energi som används i Sverige importeras, främst i form av kol, olja, uran, naturgas och biobränsle. De största inhemska energikällorna är vattenkraft och biobränslen.

I följande underkapitel, med utgångspunkt från energisystemets processer enligt Figur 2, beskrivs energisystemet översiktligt. Användningen av biobränslen för el- och värmeproduktion beskrivs i detta sammanhang i kapitlet om fjärrvärme.

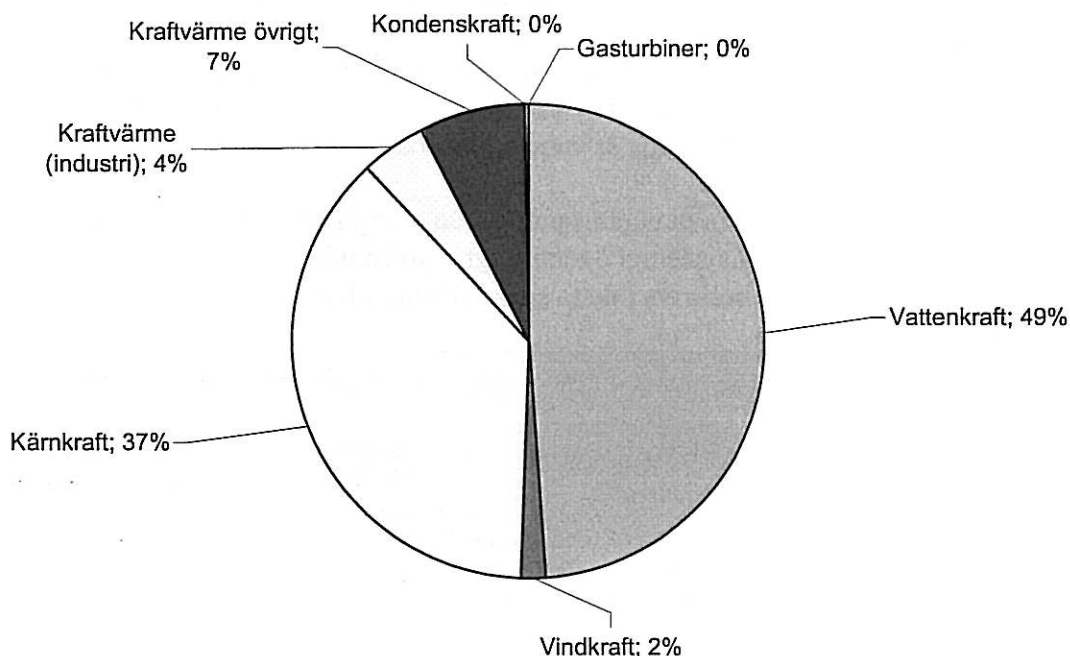


Figur 2. Systemöversikt över energisystemet.

3.1 EI

3.1.1 Tillförsel och omvandling

Elsystemet i Sverige baseras i huvudsak på två produktionskällor, vattenkraft och kärnkraft, som vardera normalt svarar för cirka 45 procent av den svenska elproduktionen. Men det är stora variationer avseende vattenkraft- och kärnkraftproduktionen från år till år. Se Figur 3 för situationen år 2009.



Figur 3. Sveriges elproduktion per kraftslag år 2009. Källa: Energiläget i siffror 2010, Energimyndighetens publikation ET2010:46.

Den totala elproduktionskapaciteten i Sverige är idag ca 35 700 MW, men på grund av olika produktionsbegränsningar (vindvariationer, stillestånd i produktionsanläggningar, hydrologiska variationer m.m.) är branschens bedömning att maximalt 28 000–29 000 MW skulle kunna produceras samtidigt i det svenska elsystemet. Sedan något år tillbaka har den installerade produktionskapaciteten ökat, såväl avseende biobränsle- som naturgasbaserad kraftvärme, vindkraft och kärnkraft.

Nederbörd medför tillrinning av vatten till vattendragen och dammanläggningar som successivt töms för produktion av el i vattenkraftverk. Nederbördens storlek har därmed en avgörande betydelse för hur mycket el som kan produceras i vattenkraftverken. Den genomsnittliga vattenkraftsproduktionen (s.k. normalårsproduktion) i Sverige är cirka 65 TWh, men tillrinningen kan variera stort från år till år. Hittills har variationerna varit upp till ± 14 TWh från normalårssiffran. Vattenkraftsproduktionen är utspridd över landet, med de största anläggningarna i Norrland. Det största vattenkraftverket, Harsprånget, motsvarar i produktions-

kapacitet en normalstor svensk kärnkraftsreaktor. Det är möjligt att snabbt reglera uttaget av el från vattenkraftverken, vilket gör att vattenkraften nyttjas som "effektreserv" vid oplanerade förbruknings- och produktionsförändringar och för frekvenshållning (50 Hz)

Elproduktion i kärnkraftverk sker på tre platser i totalt tio reaktorer. Den största reaktorn är Oskarshamn 3 med en effekt på 1400 MW. Tillgängligheten för kärnkraftverken är normalt cirka 85 procent på årsbasis, men kan variera mycket från år till år på grund av avställningar för underhåll och modifieringar. En del av uranimporten sker i form av färdigt kärnbränsle, medan en viss mängd av uranet förädlas till kärnbränsle i Sverige.

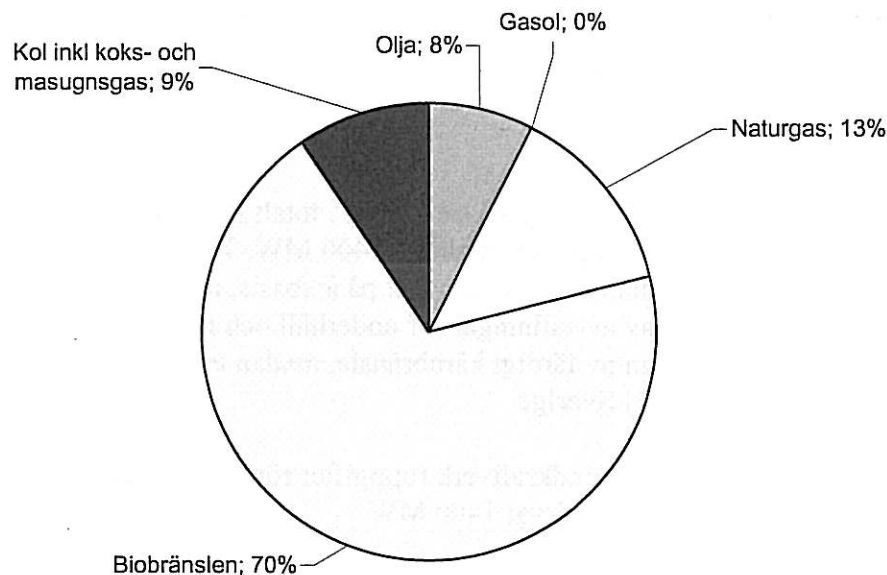
Elproduktion sker i 1 359 vindkraftverk (uppgifter rörande december 2009) som tillsammans har en effekt på drygt 1400 MW.

Den förbränningsbaserade produktionen av el sker främst i olika sorters kraftvärmeverk (samtidig produktion av el och värme), ca 200 st.

Kondenskraftverken används främst som reservkraft, främst vid effektbrist men även vid energibrist, t.ex. vid torrårssituationer och/eller när många kärnkraftverk är avstängda. Det finns i dag ett 10-tal kondenskraftverk som i bästa fall kan producera el med ett par dagars varsel.

I Sverige används gasturbiner främst som reservaggregat och drivs då som konventionella kondenskraftverk. Vissa gasturbiner ingår emellertid i s.k. gaskombianläggningar vilket ger betydligt högre verkningsgrad (t.ex. Rya-verken i Göteborg och Öresundsverket i Malmö). Gasturbiner avsedda för störningsreserv kan sättas in snabbt vid tillfälliga störningar i elförsörjningen eller för annan kortvarig el produktion.

Fördelningen på olika energibärare för den förbränningsbaserade elproduktionen framgår av Figur 4. Andelen biobränslen inom elproduktionen har ökat under senare år, se även kapitel 3.2.1. Även naturgasbaserad elproduktion har ökat genom Ryaverket i Göteborg och Öresundsverket i Malmö. Samtliga kondenskraftanläggningar använder olja som bränsle.

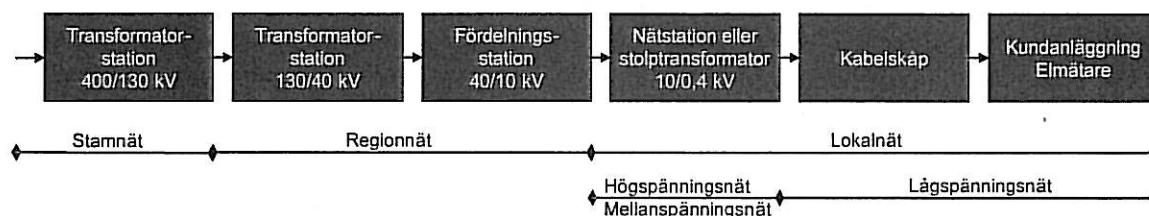


Figur 4. Insatt bränsle för elproduktion år 2009. Källa: Energiläget i siffror 2010, Energimyndighetens publikation ET2010:46.

3.1.2 Distribution

Det svenska elnätet drivs under monopol i tre funktionella (tekniska) systemnivåer.

- Stamnät; utgörs av ledningar med spänningsnivåerna 220 000 och 400 000 volt. Stamnätet ägs av Svenska Kraftnät.
- Regionnät; ansluter till stamnätet och har en lägre spänningsnivå, vanligtvis 40 000–130 000 volt. Regionnäten transporterar el från stamnätet till lokalnäten och till större förbrukare. Cirka tio företag driver regionnät.
- Lokalnät; ansluter till regionnäten och transporterar el till hushåll och de flesta industrier. I de lokala näten omvandlas elen bland annat till den normala hushållsspänningen 400/230 volt. Det finns drygt 160 lokalnätsföretag.



Figur 5 Schematisk illustrering av elnätet och några huvudsakliga komponenter. Ibland används andra spänningsnivåer än de i figuren och transformeringen kan ske i fler eller färre steg.

Det svenska elnätet omfattar totalt ca 530 000 km ledning, varav drygt hälften utgörs av jordkabel, dvs. ledningarna är förlagda under markytan. Andelen jordkabel i lokalnäten ökar i takt med att elnätsföretagen "vädersäkrar elnäten".

Stamnät och regionnät är normalt ”maskade”, vilket innebär att det finns möjligheter att överföra el andra vägar vid fel på en enstaka ledning.

Tabell 1. Ledningsnät per ledningstyp. Källa: Elåret 2009 (Svensk Energi).

| Ledningstyp | Lokalnät | | Regionnät | Stamnät |
|-----------------------------|-------------|---------------------------------|-----------|---------|
| | Lågspänning | Högspänning (mellanspänning) | | |
| Luftledning | 81 000 | 103 000 | ? | ? |
| Jordkabel | 218 000 | 80 000 | ? | ? |
| Total ledningslängd [km] | 299 000 | 183 000 | 33 000 | 15 000 |

Stamnätet

Stamnätet består av 10 600 km 400 kV-ledningar och 4 400 km 200 kV-ledningar samt cirka 135 stamstationer. Stamnätet är anslutet till elnätet i de nordiska grannländerna och till Polen och Tyskland.

Överföringen av el på stamnätet sker till största delen genom luftledningar. Markkabel förekommer främst som ledningsnät i storstäder. Förbindelserna till Danmark, Polen, Tyskland och en del av förbindelserna till Finland är sjökablar.

Arbete pågår med att förstärka och komplettera förbindelserna till Norge och Finland samt projektering av en ny kabel mellan Sverige och Litauen (NordBalt). Denna kabel kommer att binda samman de tre baltiska staternas elnät med det nordiska – idag är den enda förbindelsen en kabel mellan Estland och Finland. När kabeln till Sverige står klar blir de baltiska länderna integrerade med den nordiska och europeiska elmarknaden.

Stamnätet övervakas och styrs från Sundbyberg och Sollefteå. Det finns även reservplatser tills dessa.

Regionnät

Majoriteten av regionnäten är byggda på 1960- och 1970-talen. Normalt finns dubbla transformatorer i nätstationerna, vilket gör att bortfall av transformator normalt inte medför problem för elförsörjningen. Ofta ansluter två ledningar till samma transformatorstation, men de kan gå kortare eller längre sträckor i samma ledningsgata. Ibland har städer försörjning från två håll (två redundanta ledningar) men transformatorkapaciteten kanske inte är fullt redundant avseende maxlast. Dock kanske detta ibland vägs upp av att en del transformatorer i praktiken kan vara överdimensionerade om många i staden har konverterat elvärme till annan värmekälla.

Regionnäten styrs och övervakas från ett fåtal platser i landet. Regionnät med spänningsnivån 130 kV drivs normalt maskade vilket innebär momentan reserv vid t.ex. ett ledningsfel. Regionnät med lägre spänningar drivs vanligtvis radiellt vilket innebär avbrott för omkoppling vid fel. Regionnäten består huvudsakligen av oisolerade luftledningar utom i tätorter där de även finns som jordkabel. Det finns några 1000-tal fördelnings-/transformatorstationer.

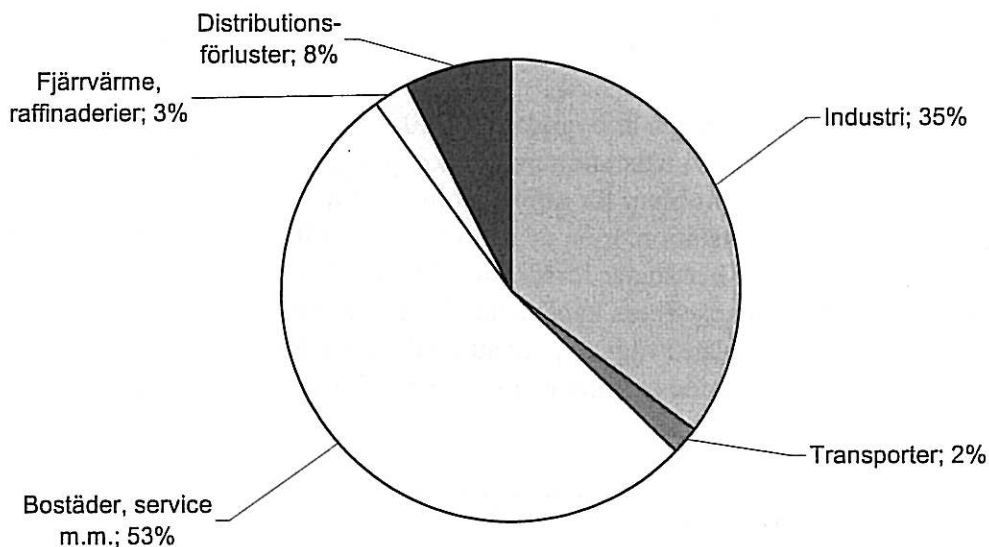
Lokalnät

Längden på lokalnäten varierar från 3 km till drygt 115 000 km. Mellanspänningsnäten på 12 och 24 kV i tätorter är normalt uppbyggda som slingnät. Näten drivs radiellt vilket medför att det blir avbrott i elförsörjningen i samband med omkopplingar vid fel. På landsbygden förekommer både slingnät och radialnät. Kunder med liten förbrukning längst ut i lokalnätet är oftast radiellt anslutna och här blir avbrotten längre vid fel. Den generella bilden är således: ju glesare bebyggelse desto större andel radiella nät. Lågspänningsnäten är nästan alltid radiellt uppbyggda. I tätorter består lokalnäten uteslutande av jordkabel. På landsbygden består lokalnäten av en blandning av oisolerad luftledning, isolerad luftledning, hängkabel och jordkabel. Det finns totalt cirka 168 000 stolp- och nätstationer.

3.1.3 Slutlig användning i Sverige

Det finns cirka 5,2 miljoner s.k. uttagpunkter, vilket är ungefär detsamma som kunder eller det som i denna rapport benämns elanvändare, i det svenska elnätet. Av dem är cirka 4,0 miljoner permanentbostäder, dvs. småhus eller lägenheter och 0,44 miljoner fritidsbostäder. Resterande cirka 0,7 miljoner uttagpunkter avser industri och jord-/skogsbruk med tillhörande hushåll.

Sverige är ett av de länder i världen som har högst elanvändning per invånare. Den höga elanvändningen beror på en stor andel elintensiv industri, ett kallt klimat och en hög andel elvärme (drygt 20 procent av småhusen har enbart elvärme) samt, historiskt sett, låga elpriser. Sektorn bostäder, service m.m. står för hälften av elanvändningen i Sverige och industrin svarar för nästan 40 procent, se Figur 6.



Figur 6. Sveriges elanvändning per sektor år 2009. Källa: Energiläget i siffror 2010 Energimyndighetens publikation ET2010:46.

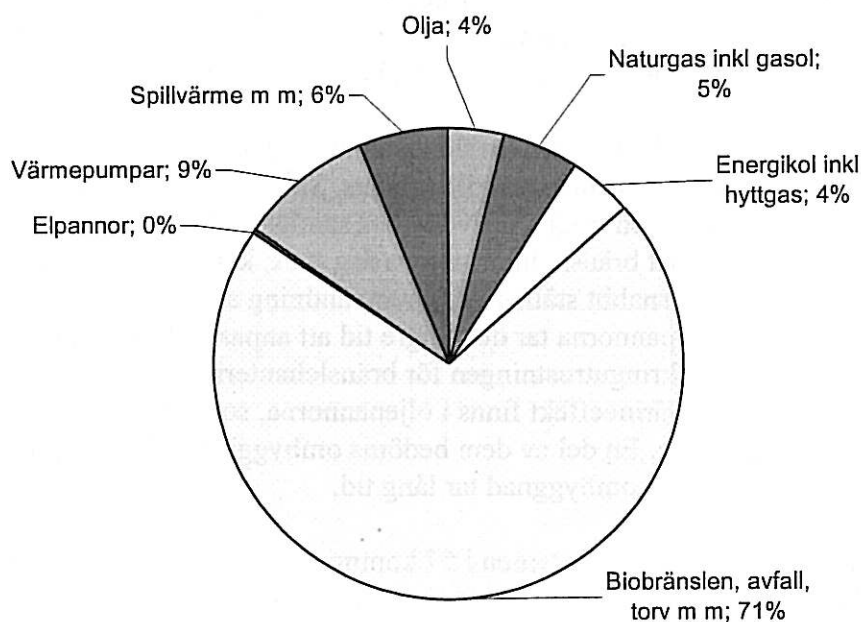
Elanvändningen varierar bland annat med utomhustemperaturen, industrikonjunkturen och semesterperioder. Under t.ex. juli används normalt cirka 40 procent mindre el än under januari. Perioden oktober–mars står normalt för cirka 60 procent av den totala årsanvändningen av el. Belastningstoppen under året inträffar normalt sett när det är mycket kallt väder i befolkningstäta delar av landet, samtidigt som industrins elanvändning är stor. Belastningstoppens storlek har långsamt ökat sedan mitten av 1990-talet.

3.2 Fjärrvärme och fjärrkyla

3.2.1 Fjärrvärme – Tillförsel och omvandling

Fjärrvärme innebär att hetvatten produceras centralt och distribueras i ett rörledningssystem för uppvärmning av byggnader. Fjärrvärmesystem har byggts upp i Sverige sedan slutet av 1940-talet.

Det finns många olika sätt att producera fjärrvärme på, av Figur 7 framgår fördelningen mellan olika energibärare.



Figur 7. Tillförd energi i fjärrvärme uppdelat på energibärare år 2009. Källa: Energiläget i siffror 2010, Energimyndighetens publikation ET2010:46.

En av fjärrvärmens fördelar är dess flexibilitet i utnyttjandet av olika bränslen. Flexibilitet har ökat dramatiskt jämfört med 1970-talets ensidiga oljeberoende. De senaste åren har dock biobränslen i stället blivit dominerande och står för drygt två tredjedelar av bränsletillförseln. Bränsleflexibiliteten varierar dock i hög grad mellan olika anläggningar. Stora, äldre fjärrvärmeverk har ofta hög flexibilitet, medan de flesta små fjärrvärmeverk har liten flexibilitet – kanske endast

biobränsle av en viss typ. De stora verken har i många fall olja eller kol som bränslealternativ och det kan då finnas lager för många dagars/veckors drift.

Vid produktionsanläggningarna finns oftast begränsat lagringsutrymme av bio-, retur- och avfallsbränslen (s.k. BRA-bränslen), vilka kräver 3–25 gånger mer lagringsutrymme än olja för motsvarande energiproduktion. Det mesta av biobränslet levereras därför direkt till anläggningen från skogen, sågverket, torvbrikettfabriken eller från ett mellanlager hos leverantören – kanske finns lager för 3–4 dagar i normalfallet. Av biobränslena är det främst trädbränslen i form av avverkningsrester och lågkvalitativt rundvirke samt fasta biprodukter från skogsindustrin som utnyttjas. Förädlade bränslen som briketter och pellets används i allt större omfattning. Torven står för knappt 7 procent av det biobränsle som används för fjärrvärmeproduktion. Nästan all inhemsk transport av BRA-bränsle sker med lastbil, medan importerat bränsle huvudsakligen levereras med fartyg.

Nettoimportandelen av träpellets uppskattas till knappt en femtedel. Uppskattningsvis importeras cirka 30 procent av biobränslet till fjärrvärmeverken. Kol importeras och används i olika former huvudsakligen inom industrin och i en minskad omfattning i kraftvärmeverk. Det finns numera inga krav på beredskapslagring av kol. Det finns heller inga krav på beredskapslagring av BRA-bränslen.

I ett fjärrvärmesystem kan det finnas flera pannor. Dessa kan antingen utsprida i nätet eller koncentrerade till en plats. Små fjärrvärmesystem har oftast bara en panna. Ungefär en tredjedel av landets samlade effekt i fjärrvärmeverk kan ställas om till annat bränsle inom någon dag, t.ex. kan fastbränslepannor och avfallspannor relativt snabbt ställas om för användning av andra fasta bränslen. För en mindre del av pannorna tar det längre tid att anpassa dem till annat bränsle eftersom exempelvis kringutrustningen för bränslehantering kräver en omfattande ombyggnad. En stor värmeeffekt finns i oljepannorna, som körs sällan men finns för spetslast och reserv. En del av dem bedöms ombyggbara till exempelvis träpulver, men en sådan ombyggnad tar lång tid.

Ett eller flera av fjärrvärmesystemen i 57 kommuner nyttjar spillvärme vid "produktion" av fjärrvärme. Spillvärme är värmeenergi som avges från energikrävande processer i raffinaderier, pappers- och massaindustri, järn- och stålverk m.m.

3.2.2 Fjärrvärmedistribution

Fjärrvärmenät är oftast lokala, dvs. finns i en ort eller ett fåtal orter/enstaka kommuner. Näten är till allra största delen helt fristående från varandra, men i t.ex. Stockholmsområdet är flera nät ihopkopplade för att möjliggöra värmeleveranser dem mellan. Tendensen är att allt fler nät kopplas samman och därmed täcker allt större geografiska ytor och blir därmed allt mindre grad rent lokala (ortsbundna nät). Fjärrvärmenätens storlek varierar kraftigt i längd: från

mindre än 1 km till över 800 km. Ett fjärrvärmenät består av ledningar som i huvudsak är nergrävda i mark. Ledningssystemet består normalt av dubbla rör, ett framledningsrör och ett returrör. För att cirkulera värmebäraren, t.ex. hetvatten i fjärrvärmenätet, fram till varje kund används pumpar som normalt finns vid produktionsanläggningarna. När ett fjärrvärmenät består av flera produktionsanläggningar, eller vid stora fjärrvärmenät, krävs det ofta att det även finns pumpstationer ute i nätet.

Ett fåtal nät/liten andel av näten har ledningssträckor i tunnel (främst Stockholm, Södertälje, Norrköping Göteborg och Sundsvall), huvuddelen utgörs av markförlagda rör. Rör i tunnlar har oftast annan konstruktion än t.ex. markförlagda. I t.ex. Örebro och Västerås finns rörlängder under brodelar (luftledning). Sjöledningar finns t.ex. i Sundsvall, Stockholm och Strängnäs.

Förut byggdes fjärrvärmenäten med nedstigningsbara (inspekterbara) ventilkammare vid förgrening av nätet. Det finns flera tusen ventilkammare, som innehåller sektioneringsventiler och kringutrustning, i landet. I dag grävs hela fjärrvärmenätet ner och läggs direkt en bädd av t.ex. grus och förses med larmtrådar för fuktövervakning. Detta innebär att asfalt, fyllningsmassor m.m. måste grävas bort innan inspektions- och reparationsarbete kan genomföras.

Det är svårt att uppskatta hur stor del av näten som är ring- respektive stjärnformade eftersom näten även kan vara kombinationer av de båda typerna. Inom ett fjärrvärmenät finns det normalt, men i varierande grad, möjligheter till sektioneringar och förbikopplingar. I små nät är dessa kopplingsmöjligheter små eller obefintliga. Även i stora nät med många sektionerings- eller omkopplingsmöjligheter finns det vissa delar av nätet som är viktigare än andra där ett avbrott kan få stora konsekvenser för hela nätet. Naturligt nog är ledningarna närmast produktionsanläggningen de mest viktiga i distributionsnäten. Beroende på nätlängd och topografi kan ett fjärrvärmenät innehålla ett antal pumpar för att höja trycket i ledningarna.

3.2.3 Fjärrvärmeanvändning

Fjärrvärme är huvuduppvärmningsform för cirka 4,5 miljoner boende. Fjärrvärme är den dominerande uppvärmningsformen på centralorten i cirka 250 av landets 290 kommuner och finns i ytterligare ett 20-tal kommuner. För närvarande är drygt 80 procent av antalet lägenheter fjärrvärmda. Andelen småhus med enbart fjärrvärme är 10 procent³. Nästan 70 procent av lokalarean (kontor, butiker, hotell, vård, undervisning, fritidsaktiviteter, kultur m.m.) är fjärrvärmd.

³ Den enskilt vanligaste uppvärmningsformen för småhus är enbart elvärme, vilket gäller för 23 procent av småhusen år 2008. Allra vanligast är dock en kombination med kombinationer av el och något annat uppvärmningssätt (32 procent), främst biobränsle. Uppvärmning med enbart biobränsle förekommer i 11 procent och enbart olja i 2 procent av småhusen. Övriga småhus (22 procent) hade andra kombinationer eller värmdes med gas. Användningen av värmepumpar har ökat kraftigt under de senaste åren, år 2008 fanns en värmepump i nästan 40 procent av småhusen.

3.2.4 Fjärrkyla – Tillförsel och omvandling

Ett vanligt produktionssätt är att utnyttja kallt bottenvatten direkt från havet eller en sjö, s.k. frikyla. Ytterligare alternativ är att placera ut värmedrivna kylmaskiner i kundens fastighet eller dess närhet. Dessa absorptionskylmaskiner får vanligtvis sin drivenergi från fjärrvärmenätet, vilket ökar utnyttjningsgraden av fjärrvärmen sommartid. En möjlighet att producera kyla är att via värmepump nyttja värmeinnehållet i exempelvis ortens avloppsvatten eller andra processer. Definitionen av fjärrkyla kan skilja sig mellan olika aktörer, i synnerhet vad gäller s.k. absorptionskylmaskiner. I många fall kan det innebära att det finns kunder som är beroende av ett fungerande fjärrvärmenätet för att få fjärrkyla.

3.2.5 Fjärrkyledistribution

Kunderna får kylan i form av kallt vatten via ett distributionsnät. Fjärrkylennät finns på drygt 30 orter och näten är generellt sett betydligt nyare än fjärrvärmenäten. Fjärrkylennäten varierar också kraftigt i storlek, från en kund till över 300 kunder i de cirka 30 fjärrkylennät som finns. Det saknas en samlad statistik om olika nättyp. Sannolikt skiljer det sig i byggstrategi mellan leverantörerna.

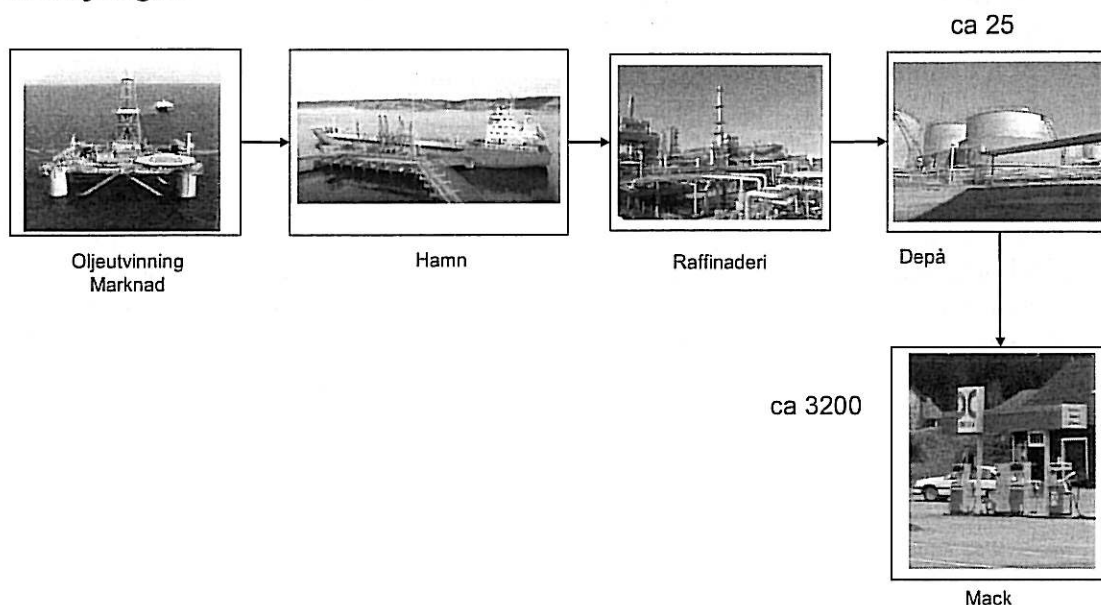
3.2.6 Fjärrkyleanvändning

Det saknas samlad statistik över fjärrkyleanvändning, men med mycket stor sannolikhet är siffrorna för småhus och flerbostadshus försumbara.

3.3 Oljebaserade bränslen och biobränslen

3.3.1 Tillförsel och omvandling

Av Figur 8 framgår en förenklad bild för den oljebaserade drivmedelsförsörjningen.



Figur 8. Översikt över den oljebaserade drivmedelsförsörjningen.

Från den globala oljemarknaden importerar Sveriges raffinaderier råolja huvudsakligen från Danmark, Norge och Ryssland. Importen från Ryssland har ökat markant de senaste åren på grund av logistiska, ekonomiska och kvalitetsmässiga fördelar. Oljeinköpen sker med "korta kontrakt", dvs. oljelaster köps ofta med kort framförhållning på spotmarknaden, fleråriga leveransavtal är förhållandevis ovanligt. Detta ger flexibilitet och effektivitet i oljeförsörjningen. Råoljan kommer till Sverige till hamnarna i Göteborg och i Lysekil och lagras i bergrum, mest vid raffinaderiet i Lysekil.

Det finns tre raffinaderier i Sverige som tillverkar bränsle och eldningsoljor:

- Preem raffinaderi i Lysekil (störst i landet). Stor producent av lågsvavlig diesel.
- Preem raffinaderi i Göteborg
- Shell raffinaderi i Göteborg

Dessa raffinaderier står tillsammans för nästan tre procent av den totala raffineringsskapaciteten i EU och cirka en halv procent av världens kapacitet. Det finns även två svenska raffinaderier som tillverkar special- och smörjoljor samt bindemedel till asfalt. Sverige exporterar cirka hälften av de oljeprodukter som produceras vid de svenska raffinaderierna.

Etanol kan framställas ur sockerrika, stärkelserika eller cellulosarika råvaror. Den svenska produktionen sker med spannmål som råvara och tillverkas vid en anläggning (Lantmännen Agroetanol, Norrköping). Cirka 85 procent av etanolen för transportändamål importeras.

Biodiesel kan tillverkas av olika vegetabiliska oljor. I Sverige sker produktion av biodiesel i form av RME (rapsmetylester) med rapsfrö som råvara. Preems raffinaderi i Göteborg kan från våren 2010 som komplement till råolja använda bioråvaror rakt in i tillverkningsprocessen för diesel. De bioråvaror som kan användas är tallolja eller rapsolja men också från andra växtoljor och biologiska komponenter.

3.3.2 Distribution

Färdiga oljeprodukter, vare sig de kommer från något inhemskt raffinaderi eller från utländska leverantörer, lagras i allmänhet till att börja med i oljedepåer. Merparten av oljedepåerna är belägna längs kusten, stor sjö eller annat stort vattendrag. Transporten till oljedepåerna sker främst med tankfartyg till oljehamnar. En viss del transporteras med järnvägstankvagnar och en liten del transporteras med tankbil till små inlandsdepåer.

Efter lagring i oljedepåer transporteras produkterna huvudsakligen med tankbil till tankställen, fastighetsägare och andra slutkunder. Aktiv utlastning av bensin

och/eller diesel förekommer vid ett 25-tal depåer av varierande storlek. Viss del av bränslet transporteras på järnväg, bland annat flygbränsle till Arlanda.

Enligt Svenska Petroleuminstitutets, SPI, statistik fanns det ca 3000 försäljningsställen av motorbränslen vid årsskiftet 2009/10. Utöver de tankställen som finns i den statistiken finns det uppskattningsvis något hundratal utan knytning till de stora företagen, s.k. white pumps. Antalet tankställen minskar för varje år – på 1960-talet fanns det cirka 6000. Det senaste året minskade antalet tankställen med cirka 200 st. Det byggs ett fåtal nya tankställen varje år, oftast i anslutning till nya vägar och handelsområden.

Grovt räknat får varje tankställe cirka två påfyllningar per vecka, men detta varierar mycket från tankställe till tankställe – vissa fylls på flera gånger per dag, andra kanske bara varannan vecka. Den ökande användningen av diesel för personbilar har medfört att vissa tankställen behöver fyllas på oftare (kan av tradition vara mindre storlek på dieselcisterner i marken). Det finns ingen sammanställning över hur många tankställen som finns i varje kommun. Utöver de dryga 3000 publika tankställena finns ett antal storkundsmackar, främst för diesel.

Antalet försäljningsställen för förnybara bränslen ökar stadigt: vid årsskiftet 2009/10 fanns E85 vid 1532 tankställen och RME (biobränslealternativ eller komplement för diesel) finns vid 17 ställen.

Oljebolagen har ett omfattande samarbete på depåorterna och de fyller på tankbilarna hos varandra. Tendensen är att depåorterna blir färre och att samarbetet utökas på de depåer som finns kvar. Om en depå slås ut kan omdirigering av lastning ske till en annan depå. Men detta kräver dels att det finns avtal mellan den som hämtar och den som är ansvarig för depån, dels att det är möjligt ur miljö- och logistiksynpunkt att öka in- och utflöde på depån.

3.3.3 Användning

De förnybara drivmedlen, inkl. biogas (se kapitel 4.3.4), utgör cirka 5,4 procent av den totala drivmedelsanvändningen inom vägtransportsektorn. Etanol står för den största delen av de förnybara drivmedlen. Det används något mer bensin än diesel.

Oljebolag och stora användare inom industrin och kraftvärmeverk är skyldiga att hålla beredskapslager av råolja eller oljeprodukter motsvarande 90 dagars normal konsumtion. Nyttjandet av dessa lager bestäms av EU och IEA enligt internationella överenskommelser.⁴

⁴ Det finns inte några centrala oljelager som staten självständigt råder över, men staten har disponeringsrätt över en oljelagringsanläggning (bergrum) och förfogar över ytterligare en anläggning, som för närvarande inte används.

3.4 Energigas

3.4.1 Tillförsel och omvandling

Sverige saknar egen produktion av naturgas och i nuläget sker tillförsel via en enda tillförselledning från Danmark. Ledningen från Danmark går under Öresund och ansluter till det svenska naturgasnätet i Klagshamn strax söder om Malmö. Naturgasen som levereras i denna tillförselledning kommer uteslutande från de danska naturgasfälten i Nordsjön. Från sommaren 2011 kommer en liten andel av naturgasen även att föras in som LNG (Liquified Natural Gas) till Nynäshamn och fraktas med lastbil till användarna.

I Sverige finns ett naturgaslager vars *volym* motsvarar 1–3 dygns gasförbrukning på vintern, men nyttan av detta begränsas av att *uttagskapaciteten* är 0,6–0,9 miljoner m³ per dag. Detta motsvarar 10 till 20 procent av behovet av gas på den svenska marknaden under vinterförhållanden då gasbehovet kan uppgå till 6–7 miljoner m³ per dag. Vid framförhållning kan cirka ett dygns förbrukning förvaras i transmissionsledningarna genom tryckhöjning (s.k. line pack).

Den stadsgas som används i Malmö och Göteborg utgörs numera av naturgas uppblandad med luft. Stadsgas framställd spaltning av lättbensin (nafta) används för närvarande i Stockholm, med där går man år 2011 över till naturgasbaserad stadsgas (LNG från Nynäshamn).

Idag produceras biogas främst från inhemska råvaror som avfall eller slam från avloppsreningsverk. De flesta biogasproducerande anläggningar finns i vattenreningsverk, där rötning sker av slam från vattenreningen, och på avfallsdeponier. Råvarorna rötas först till rågas som sedan måste uppgraderas innan gasen kan användas som fordonsgas eller för inblandning med naturgas. Totalt fanns 227 biogasproducerande anläggningar i Sverige år 2008. Biogas uppgraderas i dagsläget till naturgaskvalitet i ett 30-tal anläggningar i Sverige.

3.4.2 Distribution

Rörbunden transport av naturgas utgör det dominerande sättet att transportera naturgas mellan producent och konsument. Det svenska rörbundna naturgas-systemet är koncentrerat till västkusten och består av ett ledningsnät som löper längs Västkusten från Trelleborg till Stenungsund samt med en gren till Gislaved i Småland. Naturgasnätet består av totalt ca 320 mil ledning och sträcker sig genom 34 kommuner, men i Kungsbacka är naturgas enbart tillgänglig som fordonsgas. De tidigare planerna på att bygga ut naturgasnätet till mellansverige är vilande.

Naturgasnätet kan delas in i tre olika delar beroende på trycknivå och funktion: transmissionsnät, distributionsnät och kundinstallationer. De långväga transporterna av gas sker i transmissionsledningar under högt tryck. Därefter sker tryckreducering i mät- och reglerstationer (MR-stationer) där de lokala distributionsnäten tar vid för transport till slutanvändare. I princip är hela ledningsnätet för naturgas förlagt i mark och nästan alla övriga anläggningsdelar

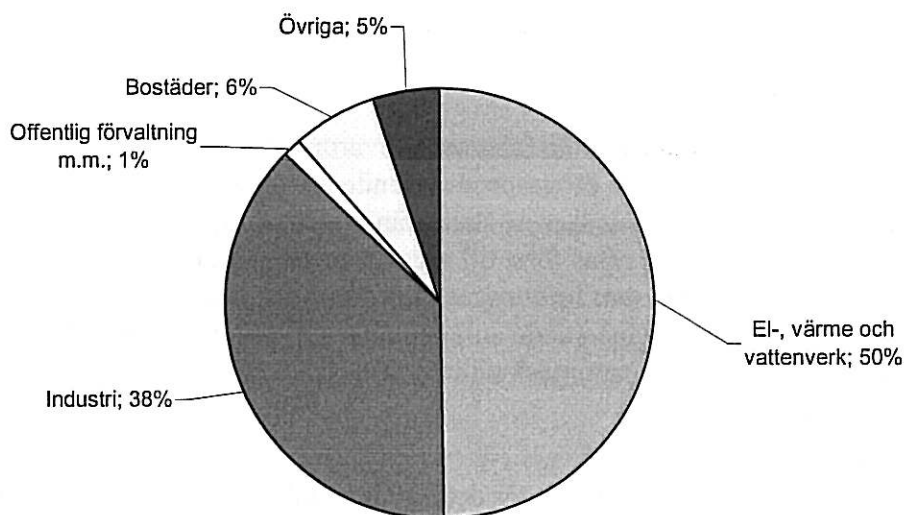
är placerade i byggnader. Det finns normalt minst en MR-station i varje kommun som använder naturgas. MR-stationer finns ovan mark och har batteribackup för elavbrott i upp till 8 timmar.

Naturgasnätet är byggt i stjärnform, dvs. det finns inga alternativa vägar för gasdistributionen om det uppstår ett brott på ledningen.

Det finns för närvarande fyra stora distributörer av biogas. Distribution sker antingen via tankbil eller via rörledning. I många fall ägs även biogaspumpen vid tankstationerna av producenten eller distributören. Antalet tankställen för fordonsgas⁵ uppgick den 1 januari 2010 till 104 st. Tankställena finns på drygt 70 orter, varav de flest finns mellan Stockholm och Göteborg och i sydvästra Sverige.

3.4.3 Användning

På nationell nivå svarar naturgasen för knappt 2 procent av den totala energianvändningen. För de kommuner där naturgasen används står däremot naturgasen för ungefär 20 procent av energiförsörjningen, vilket ungefär motsvarar naturgasanvändningen i EU.



Figur 9. Naturgasanvändningen i Sverige 2009. Källa: SCB EN 11 SM 1002, tabell 6.

Naturgasanvändningen har ökat i samband med drifttagningen av kraftvärmeverken i Göteborg (Rya-verket) och i Malmö (Öresundsverket). Troligen kommer dock annan naturgasanvändning att minska framöver, t.ex. i anläggningar för enbart värmeproduktion.

⁵ Fordonsgas består av antingen ren naturgas, ren biogas eller en blandning av de båda.

Enligt en sammanställning från Energigas Sverige finns totalt cirka 47 000 naturgaskunder:

- 42 000 hushållskunder, varav 23 000 är s.k. spiskunder
- 5 000 övriga kunder.

Andelen naturgas i fordonsgas varierar beroende på var i landet man befinner sig och är generellt högre i de regioner där naturgasnätet finns, se kapitel 3.4.2. Sett till den totala användningen av fordonsgas under år 2009 uppgick andelen biogas till knappt 65 procent.

Det finns inga krav på beredskapslagring av naturgas eller fordonsgas. Det finns emellertid krav på att konsumenters försörjning av naturgas ska säkras mot störningar vintertid, vid långa perioder med kallt väder samt mot avbrott i minst 24 timmar.

Gasol är en petroleumprodukt, se kapitel 3.3. Gasol används främst inom industrin, men även inom restaurangbranschen och i jordbruk. Gasol och olja, och i viss utsträckning även biobränslen, är sinsemellan utbytbara energibärare.

3.5 Långsiktsprogno 2008

Energimyndighetens Långsiktsprogno 2008 (ER 2009:14) innehåller en energiprogno fram till och med år 2030 och ett antal olika känslighetsscenarioer. Prognosen utgår från de styrmedel som gällde 2008, vilket innebär att rapportens resultat främst ska ses som en konsekvensanalys av gällande styrmedel givet olika förutsättningar som exempelvis ekonomisk tillväxt och bränslepriser. Konsekvensanalyserna i långsiktsprognoen är gjorda med tidsperspektiv på 10–25 år. Nedan redogörs kort för Långsiktsprognoens huvudscenario med beslutade styrmedel vid halvårsskiftet 2008.

Observera att den gjorda långsiktsprognoen inte har som syfte att belysa alla aspekter som är viktiga för trygg energiförsörjning, men prognosen ger ändå en indikation om hur energisystemet kan komma att utvecklas.

3.5.1 Energianvändning

Industrins energianvändning ökar totalt sett till följd av den förväntade ökade industriproduktionen. Främst förväntas industrins biobränsleanvändning öka som en följd av konverteringar från fossila bränslen inom skogsindustrin samt en medelgod tillväxt inom denna bransch. Även elanvändningen ökar medan industrins oljeanvändning minskar.

Inom sektorn bostäder och service m.m. minskar energianvändningen. Övergång från olja till värmepumpar och fjärrvärme samt övergång från elvärme till olika typer av värmepumpar är de viktigaste orsakerna till utvecklingen. Samtidigt som elanvändningen för uppvärmning minskar kraftigt ökar användningen av hushållsel och driftel måttligt. Den ökade användningen hushållsel styrs främst av

utvecklingen av den privata konsumtionen vilken ökar under perioden, men begränsas av mer energieffektiva apparater, vilka antas få större effekt efter år 2015. Biobränsleanvändningen i sektorn ökar.

Fjärrvärmeanvändningen kommer att öka. Sammansättningen av insatt bränsle för den ökade fjärrvärmeproduktionen förändras delvis under perioden. Det dominerande energislaget blir även fortsättningsvis biobränsle och avfall som ökar sina andelar.

Energianvändningen för transporter ökar kraftigt. En ökning sker under hela perioden, men något svagare efter 2015 då effektiviseringar bedöms få större genomslag. Energianvändningen för inrikestransporter ökar samtidigt som energianvändningen i utrikes flyg och sjöfart ökar. Den viktigaste faktorn bakom den ökade energianvändningen för transporter är antagandet om en framtida ökad industriproduktion och utrikeshandel, vilket medför en ökad efterfråga av framförallt tung trafik. Inom inrikestransporter minskar bensin användningen under hela prognosperioden. Detta är en följd av att bensinpriset ökar och att andelen bensindrivna personbilar minskar. Däremot ökar andelen personbilar som delvis kan drivas på bensin, t.ex. bensin/elhybrider och flexifuelfordon. En ökad andel lätta lastbilar som drivs med diesel samt en ökad industriproduktion leder till att dieselanvändningen ökar kraftigt under prognosperioden. Användningen av biodrivmedel ökar till följd av antagande om fortsatt skattebefrielse. Den största ökningen av biodrivmedel utgörs av etanol.

3.5.2 Elproduktion

Nettoproduktionen av el bedöms öka under prognosperioden. Kraftvärmens ökar kraftigt i såväl industrin som fjärrvärmesystemet. Genom elcertifikatsystemet ökar biokraftvärmens fram till 2020 och även vindkraften ökar på grund av elcertifikatsystemet. Effekthöjningar kommer att genomföras i befintlig storskalig vattenkraft under perioden. Kärnkraftproduktionen ökar till följd av effekthöjningar i kärnkraftreaktorerna.

Huvudscenariot utgår från att de kvarvarande kärnkraftsreaktorerna antas drivas så länge de är ekonomiskt lönsamma, vilket innebär 60 år per reaktor. Detta innebär att inga reaktorer avvecklas i huvudscenariot under prognosperioden.

3.5.3 Övrigt

Den kraftiga expansionen av kraftproduktionen i kombinationen med en måttlig ökning av den totala elanvändningen leder till en omfattande nettoexport av el.

De antagna fossilbränslepriserna samt priserna på utsläppsrätter innebär att elpriset under perioden ökar med drygt 70 procent.

4 Hot, risker, sårbarheter och beroenden

I följande kapitel beskrivs hot, risker, sårbarheter och beroenden i energisystemet ur olika aspekter. Inget av kapitlen är heltäckande, utan samtliga underkapitel måste beaktas för att få den nödvändiga helhetsbilden.

- Kapitel 4.1 belyser enskilda delar av energisystemet med utgångspunkt från Figur 2 i introduktionen till kapitel 3.
- Kapitel 4.2 belyser några hot och risker som är mer eller mindre generella för samtliga delar av energisystemet.
- Kapitel 4.3 belyser energisystemets fyra "huvudsystem" elförsörjning, fjärrvärme och fjärrkyla, försörjning av oljebaserade bränslen och biobränslen samt försörjningen av energigaser.
- Kapitel 4.4 belyser kortfattat risker kopplat till den förväntade utvecklingen av energisystemet.

Se även bilaga 2 för en listning av intressanta händelser under september 2009–oktober 2010 i och kring energisystemen i Sverige och utomlands.

4.1 Riskbilden per energisystemdel

Nedan ges, med utgångspunkt från den övergripande systembilden i Figur 2 i kapitel 3, några sammanfattande kommentarer kring riskbilden för de olika delarna av energisystemet

4.1.1 Total tillförsel av energi



Solen står för en mycket liten del av energitillförseln. Vindförhållandena är tämligen stabila från år till år. Nästan halva landets elproduktion baseras på nederbörd/vatten. Årsnederbörden kan variera kraftigt från år till år och nederbörd som faller som snö kan inte tillgodogöras förrän vid snösmältningen (den s.k. vårfloden startar i normalt i vecka 17). Under s.k. torrår är energisystemet känsligt för störningar i kärnkraftproduktionen. Användningen av biobränsle ökar både i Sverige och utomlands. Den ökade konkurrensen leder till högre priser. Det mesta av biobränslet framställs inom landet. Avfallsanvändningen i energisystemet bedöms öka.



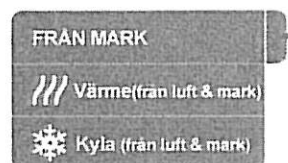
Torven står för en liten del av energitillförseln och kan handlas på världsmarknaden.



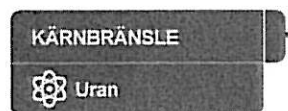
Kol används i viss omfattning i energiförsörjningen och handlas på världsmarknaden.

För olja och oljeprodukter finns internationell samverkan och beredskapslager för att hantera allvarliga störningar i tillförseln.

Naturgastillförseln sker via en enda ledning från Danmark, vars naturgastillgångar minskar. Det finns små möjligheter att storskaligt ersätta naturgas med biogas. Troligen kommer det danska gasnätet (och därmed det svenska) att knytas ihop med det europeiska.

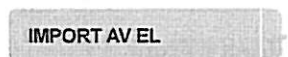


Möjligheten att utvinna värme från luft och mark är stabila. Under långa varma perioder minskar möjligheten att utvinna kyla från sjövattnet.



Uran och kärnbränsle importeras från ett fåtal länder och förädlas i viss utsträckning inom landet.

Tillgången på uran och kärnbränsle är för närvarande inget hot mot försörjningstryggheten.



Import från grannländer kan ha stor betydelse för försörjningstryggheten, men är ingen garanti för att undvika elbrist. Effekt- och energibehov samvarierar i viss grad mellan länderna. Fel i en importförbindelse tar lång tid att reparera. Utvecklingen går mot en europisk elmarknad vilket har både för- och nackdelar.

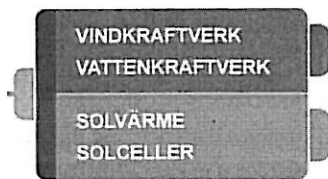
4.1.2 Omvandling



Störningar i enskilda kraftvärmeverks och kondenskraftverks elproduktion påverkar totalt sett inte elförsörjningen. Men flera av kondenskraftverken ingår i effektreserven och har därför en viktig roll i effektbristsituationer.

Värmeproduktionen i kraftvärmeverk och värmeverk distribueras lokalt och haveri i en produktionsanläggning kan därmed orsaka allvarliga lokala eller regionala störningar i värmeförsörjningen. De stora kraftvärmeverken och värmeverken har flera pannor som ofta kan använda olika bränslen, men mest används biobränslen som fylls på flera gånger per dag. De mindre värmeverken kan oftast använda ett

bränsleslag. Det finns inga lagliga möjligheter att i framtida bristsituationer prioritera bränsleleveranser till t.ex. kraftverk.



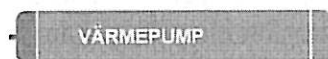
Vindkraftens betydelse för elförsörjningen är liten, men kraftigt ökande. Haveri i ett enskilt kraftverk påverkar inte elförsörjningen.

Solvärme och solceller svarar för en försumbar del av energiförsörjningen.



Stopp eller haveri i ett raffinaderi medför inte brist på oljeprodukter i landet eftersom oljedepåerna "får" bränslen från både svenska och utländska raffinaderier.

Haveri i en enskild biogasanläggning eller förädlingsfabrik för biobränsle kan orsaka lokala försörjningsproblem för t.ex. tankställe respektive värme- och kraftvärmeverk.



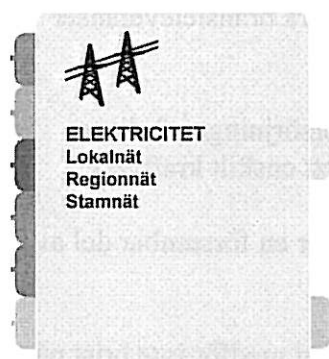
Värmepumpar behöver el för att kunna producera värme och eventuellt kyla. Värmepumpar är vanliga i villor. Värmepumpar är sällan dimensionerade för att klara riktigt kallt väder, vilket medför att de använder el för att producera värme – därmed riskerar en eventuell elbristsituation att förvärras ytterligare.



Landets elförsörjning påverkas kraftigt om flera av landets tio kärnkraftreaktorer står stilla, framför allt under vinterhalvåret eftersom varje reaktor står för en betydande del av den svenska elproduktionen. I kombination med begränsad produktionsförmåga i vattenkraften (torrår) kan detta innebära risk för elenergibrist.

Driften av kärnkraftverk är förknippad med betydligt mer långtgående säkerhets- och miljöregler än andra delar av energisystemet, vilket kan medföra långa stilleståndstider efter produktionsstörningar och underhållsarbeten. Pågående och planerade ombyggnader och tillhörande effekthöjningar i reaktorer utgör därför betydande risk för långa stilleståndstider.

4.1.3 Distribution



Stamnätet och delar av regionnäten är robusta. Det kommer, trots nedgrävningen av elledningar i lokalnäten framför allt i södra och mellersta Sverige, även i framtiden att förekomma omfattande och dygnslånga elavbrott. Det finns funktionskrav och föreskrifter som ställer tydliga krav på driftsäkerheten, genomförande av risk- och sårbarhetsanalyser, rapportering av stora elavbrott m.m. Det finns en organiserad samverkan mellan elnätsföretagen för att hantera stora störningar i elförsörjningen. De flesta tätorter har endast en inmatning från överliggande nät och är således beroende av att "anslutningspunkten" fungerar.



Ledningsnäten är ofta lokala (en ort) och kan ha begränsade möjligheter (sektioneringar och omkopplingar) för att minska omfattningen ett avbrott. Markförskjutning till följd av erosion eller skred kan orsaka stora skador på ett fjärrvärmenät. Distributionen i fjärrvärmenäten är rimligt säkrade mot elavbrott. Det finns inga uttalade funktionskrav eller andra formella driftsäkerhetskrav på fjärrvärme-försörjningen. Ansvarsfördelningen mellan olika aktörer avseende att upprätthålla en allmänt accepterad nivå på leveranssäkerheten behöver klargöras. Fjärrkylesystem är lokala och oftast små. Utbyggnad pågår dock på många håll, vilket innebär att systemen växer och att riskbilden troligen alltmer kommer att likna den som gäller för fjärrvärme.



Troligen klarar branschen av att hantera distributionen om en depå blir utslagen eftersom det redan i dag förekommer ett omfattande samarbete mellan oljebolagen. Beroende på vilken depå som blir utslagen kan det dels bli transportmässiga problem med ett ökat in- och utflöde av produkter och miljötillstånd kan hindra en ökad verksamhet på depån. Några oljedepåer kan behöva beakta den ökande risken för översvämningar. Några depåer har bara en möjlig väg till depån vilket kräver extra uppmärksamhet med avseende på risk för vägras i

samband med mycket nederbörd.

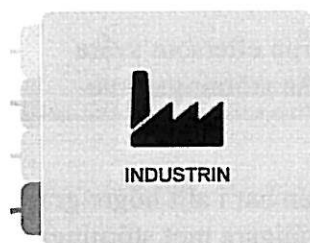
Åtta depåer har (mobilt) reservverk och ytterligare fyra är förberedda för drift från reservverk. Inga tankställen har reservverk som startar automatiskt vid elavbrott – ett elavbrott leder därmed till att det inte går att tanka. Även om orten/tankstället har el, kan kommunikationsnäten vara påverkade av elavbrott och det går därmed ändå inte att tanka.

Naturgasnätet är i grunden robust (nedgrävt), men den ökade risken för skred och erosion kan bli ett problem för främst de grövre rören (transmissionsnätet).

Motsvarande problem uppstår om det blir sättningar i marken till följd av mycket nederbörd – känsligast är passage av vägar eller våtmarker. Manöver- och reglerstation i naturgasnätet har batteribackup och det finns mobila reservverk.

Det finns i fredstid inga lagliga möjligheter att prioritera leveranser av gas eller andra bränslen till samhällsviktiga användare.

4.1.4 Slutlig användning i Sverige



Kunskapen om det egna ansvaret för en trygg energiförsörjning är inte tillräcklig.

Många elanvändare reagerar inte tillräckligt snabbt på ett plötsligt ökande elpris, som kan vara ett tecken på en annalkande elbrist, vilket försvårar hanteringen av elbristen.



Kunskapen om det egna ansvaret för en trygg energiförsörjning är inte tillräcklig, vilket medför att krisberedskapsförmågan generellt sett har brister.

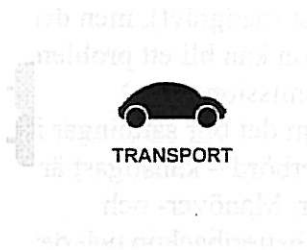
Det saknas idag lagliga möjligheter att i fredstid prioritera eller leveranser till samhällsviktiga elanvändare, vilket är ett problem i situationer med elbrist.

Många elanvändare reagerar inte tillräckligt snabbt på ett plötsligt ökande elpris, som kan vara ett tecken på en annalkande elbrist, vilket försvårar hanteringen av elbristen.

Den stora ökningen av värmepumpar för uppvärmning av småhus bidrar till ett ökat effekt- och elenergibehov under den kalla delen av året.

Nästan alla former av uppvärmning av bostäder och lokaler är beroende av el. Utkylningen av småhus som saknar uppvärmningsmöjlighet är snabb – hälften kyla

ut på mindre än ett dygn. Ett långvarigt avbrott i värmeförsörjningen kan leda till oerhört svåra påfrestning i lokalsamhället på grund av behovet av evakueringar och tillgång till värmestugor. Fjärrkylans betydelse ökar i takt med högre ställda krav på komfort och att klimatförändringen bland annat medför en temperaturökning i landet.



Samhällsviktiga aktörer har normalt inga större egna lager av drivmedel utan är beroende av att kunna tanka på offentliga tankställen.

Det finns inga möjligheter att i fredstid prioritera drivmedelsleveranser till samhällsviktiga användare.

EXPORT AV EL

Utvecklingen går mot en gemensam europeisk elmarknad. Elexporten förväntas öka på grund av utbyggnad av produktionskapacitet.

EXPORT AV BRÄNSLEN

Sverige både exporterar och importerar raffinerade oljeprodukter – numera är vi nettoexportörer.

Det är svårt att nå ut med "krisberedskapstänk" till användarna eftersom svåra störningar i energileveranser är ovanliga och erfarenheter från störningar inte alltid tas tillvara hos andra än de som drabbats.

De flesta svenskar (cirka 55 procent) bor i småhus. Småhusen har i allt högre grad kombipannor eller flera uppvärmningssätt och är på så sätt tåligare mot störningar i energitillförseln än tidigare. Andelen småhus som är beroende av olja/gas eller el som enda uppvärmningssätt minskar stadigt, men utgör ändå cirka 3 respektive 23 procent av antalet småhus. Samtidigt kan servicesektorernas verksamhet också vara beroende av fjärrvärme vilket innebär att övriga svenskar också har detta beroende, t.ex. tillgång till mat, barnomsorg, arbetsplatser m.m.

4.2 Generella hot mot tryggheten i energiförsörjningen

4.2.1 Naturrelaterade hot förändras i ett förändrat klimat

Energiförsörjningen är utsatt för olika typer av naturrelaterade hot. Det rör sig om stormar, översvämningar, sträng kyla, värmeböljor, ras och skred. Under två av tre år inträffar det svåra stormar eller orkanvindar i Sverige. Exempel på mycket svåra stormar de senaste åren är Gudrun i januari 2005 respektive Per i januari 2007 som båda medförde stora störningar elförsörjningen. Stormarna orsakade även störningar i distributionen av drivmedel och fjärrvärme.

Stora nederbördsmängder kan ge upphov till omfattande översvämningar, vilket medför risk för att viktig energinfrastruktur fördärvas. Även kraftiga vindar kan i