



# Färdplan 2050

## El- och fjärrvärmeproduktion

Energimyndighetens underlag till Naturvårdsverkets uppdrag för en färdplan för ett Sverige utan nettoutsläpp av växthusgaser år 2050

*ER 2012:30*



Böcker och rapporter utgivna av Statens  
energimyndighet kan beställas via  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)  
Orderfax: 08-505 933 99  
e-post: [energimyndigheten@cm.se](mailto:energimyndigheten@cm.se)

© Statens energimyndighet

ER 2012:30

ISSN 1403-1892

# Förord

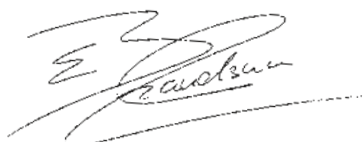
Denna rapport utgör Energimyndighetens underlag för sektorn el- och fjärrvärme-  
produktion till Naturvårdsverkets uppdrag med en färdplan för ett Sverige utan netto-  
utsläpp av växthusgaser år 2050. Naturvårdsverket fick uppdraget av regeringen i  
juli 2011.

Uppdraget skulle genomföras i samråd med Energimyndigheten, i alla delar, samt  
med Konjunkturinstitutet, rörande kostnadseffektivitet. Därutöver ska det ske efter  
samråd med Boverket, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI),  
Trafikverket, Transportstyrelsen, Verket för innovationssystem (Vinnova) och andra  
berörda myndigheter i relevanta delar samt med länsstyrelserna. Uppdraget slut-  
redovisas senast i december 2012. Under hösten 2011 tillfrågades Energimyndigheten  
av Naturvårdsverket om att hålla i delprojekten *El- och fjärrvärmeproduktion* och  
*Bostäder och lokaler* inom uppdraget.

Anna Andersson och Mikaela Sahlin, Energimyndigheten, har varit utredningsledare  
för delprojektet El- och fjärrvärmeproduktion. Therése Karlsson, Naturvårdsverket  
och Energimyndigheten, liksom Tea Alopaeus, Naturvårdsverket, har också deltagit  
i delprojektet.

Denna rapport är en förkortad, och i vissa delar uppdaterad, version av det underlag  
som levererades till Naturvårdsverket i juni 2012.

Eskilstuna december 2012



Erik Brandsma  
Generaldirektör



Mikaela Sahlin  
Utredningsledare



# Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>7</b>
2.1	Syfte .....	7
2.2	Avgränsningar .....	7
<b>3</b>	<b>Fossila bränslen i el- och fjärrvärmesektorn</b>	<b>9</b>
3.1	Energistatistik för el- och fjärrvärmeproduktion.....	9
3.2	Bränslen för el- och fjärrvärmeproduktion idag .....	11
3.3	Utsläpp varierar med hydrologiskt läge och temperatur .....	13
<b>4</b>	<b>Marknader och aktörer</b>	<b>15</b>
4.1	Elmarknaden .....	15
4.2	Värmemarknaden .....	18
<b>5</b>	<b>Styrmedel i el- och fjärrvärmesektorn</b>	<b>19</b>
5.1	EU-ETS i el- och fjärrvärmesektorn .....	19
5.2	Energi- och koldioxidbeskattning i Sverige.....	20
5.3	Elcertifikatsystemet.....	21
5.4	Ursprungsgarantier.....	22
5.5	Hållbarhetskriterier .....	22
5.6	Forskning .....	23
5.7	Affärsutveckling och kommersialisering.....	24
5.8	Marknadsintroduktion och planeringsram för vindkraft .....	24
5.9	Statligt stöd till solceller .....	24
5.10	Statligt stöd till biogas.....	24
5.11	Miljöbalken och plan- och bygglagen.....	25
5.12	Ramdirektivet för vatten .....	25
<b>6</b>	<b>Referensbanor</b>	<b>27</b>
6.1	Modell och drivkrafter .....	27
6.2	Resultat referensbanor.....	28

<b>7</b>	<b>Måluppfyllande scenarier</b>	<b>33</b>
7.1	Fyra målsценарier .....	33
7.2	Målsценарio 1 – låg elanvändning och fragmenterad omvärld .....	34
7.3	Målsценарio 2 – hög elanvändning och fragmenterad omvärld .....	34
7.4	Målsценарio 3 – låg elanvändning och global omvärld .....	35
7.5	Målsценарio 4 – hög elanvändning och global omvärld .....	35
7.6	En minskad produktion från vattenkraft .....	36
<b>8</b>	<b>Analys och slutsatser</b>	<b>37</b>
8.1	EU ETS .....	37
8.2	Koldioxidskatt .....	38
8.3	Avfall .....	38
8.4	Elcertifikat inget styrmedel för klimatmålet .....	39
8.5	Effektiva marknader .....	39
8.6	Kärnkraften viktigare för baskraften än klimatet .....	40
8.7	Forskning och utveckling för lägre miljöpåverkan och kostnader .....	40
8.8	Incitament saknas för bio-CCS .....	41
<b>9</b>	<b>Bilaga: Metod och antaganden för scenarier</b>	<b>43</b>
9.1	Metod .....	43
9.2	Specifika förutsättningar .....	43
9.3	Åtgärds-kostnader i modellen .....	44

# 1 Sammanfattning

Denna rapport utgör Energimyndighetens underlag för sektorn el- och fjärrvärme-produktion till Naturvårdsverkets uppdrag med en färdplan för ett Sverige utan nettoutsläpp av växthusgaser år 2050. Naturvårdsverket ska ta fram ett underlag som beskriver kostnadseffektiva klimatinsatser för att nå nettonollutsläpp av växthusgaser år 2050.

## **Låga utsläpp från sektorn idag**

Eftersom elproduktionen i Sverige idag domineras av kärnkraft och vattenkraft är utsläppen i Sverige redan låga jämfört med många andra länder. Även fjärrvärme-produktionen, som till stora delar är baserad på biobränsle och avfall, har relativt låga utsläpp.

## **Handelssystemet är det viktigaste styrmedlet för sektorn**

Det viktigaste styrmedlet för utsläppsminskningar för el- och fjärrvärmesektorn är EU:s system för handel med utsläppsrätter, men även koldioxidskatten som finns för fossila bränslen i fjärrvärme och kraftvärme spelar en roll. Elcertifikatsystemet är av betydelse för utbyggnaden av ny förnybar elproduktion och påverkar därmed el- och fjärrvärmesektorn, trots att det inte är ett styrmedel för utsläpp. Generellt gäller att väl fungerande marknader är en förutsättning för att styrmedel ska fungera effektivt. Vidare är forskning och utveckling viktigt både för att förbättra befintliga tekniker och för att hitta nya.

## **Utsläppen minskar i referensbanan**

Referensbanan beskriver en möjlig utveckling fram till 2050 för sektorn el- och fjärrvärme-produktion. Beräkningarna har gjorts med modellen Markal-Nordic. Till referensbanan gjordes två modellberäkningar som skiljer sig åt med avseende på ny kärnkraft i Sverige. I det ena fallet antas att nya reaktorer får ersätta de befintliga när dessa tas ur drift av åldersskäl. I det andra fallet tillåts inga nya reaktorer.

Enligt referensbanan kommer utsläppen av växthusgaser att vara lägre än idag. De som finns kvar kommer från förbränning av den delen avfallet som har fossilt ursprung och från de ökade utsläppen av metan och lustgas från biobränsleförbränning. Den huvudsakliga skillnaden mellan referensbanorna är att elproduktionen, och därmed exporten, är större i fallet med kärnkraft.

### **Målscenarier och känslighetsanalyser**

I fyra så kallade målscenarier undersöks hur två användarscenarier, hög respektive låg elanvändning, påverkar sektorn. Vidare sätts dessa två användarscenarier in i en *fragmenterad omvärld* där Europa ensamt strävar mot nettonollutsläpp och en *global omvärld* där alla länder strävar i samma riktning. Dessutom har ett flertal känslighetsanalyser genomförts.

Utsläppen är låga även i målscenarierna, och den fossila delen av avfall är en väsentlig källa av växthusgasutsläpp. I något fall förekommer små mängder av naturgas.

### **Ökad förnybar elproduktion leder till stor export av el**

I flertalet fall leder höga elpriser till stor utbyggnad av förnybar elproduktion. Denna expansion i kombination med en måttlig ökning av elanvändning leder till en omfattande nettoexport av el från Sverige. Denna export kräver förstärkningar av överföringskapaciteten till grannländerna.

### **Minskad elproduktion utan kärnkraft**

I de fall där det antas att man inte investerar i ny kärnkraft visar modellen istället ett underskott av el. Den minskade elproduktionen kompenseras delvis av framför allt vindkraft, men också av ett importbehov. Att ersätta all kärnkraft med vindkraft skulle kräva både tekniska och marknadsmässiga åtgärder eftersom kärnkraften idag fungerar som baskraft.



## **2 Bakgrund**

Naturvårdsverket har fått i uppdrag att ta fram underlag till en färdplan för ett Sverige utan nettoutsläpp av växthusgaser år 2050. Uppdraget ska ske i samråd med Energimyndigheten, i alla delar, samt med Konjunkturinstitutet, rörande kostnadseffektivitet, och efter samråd med en rad andra myndigheter. Underlaget till färdplan ska beskriva hur visionen ska nås genom kostnadseffektiva klimatinsatser. Dessa insatser kan vara både sektorsövergripande och sektors specifika. Denna rapport utgör redovisning av delprojektet El- och fjärrvärmeproduktion som Energimyndigheten har varit huvudansvarig för.

### **2.1 Syfte**

Underlaget från delprojektet El- och fjärrvärmeproduktion består av en referensbana som utgår från den senaste långsiktsprognosen över energitillförsel och användning i Sverige. Flera så kallade måluppfyllande scenarier, plus känslighetsanalyser, redovisas också. Projektet har även kartlagt och analyserat marknaden för el och fjärrvärme samt befintliga styrmedel.

### **2.2 Avgränsningar**

Delprojektet omfattar de direkta utsläppen av växthusgaser som orsakas av el- och fjärrvärmeproduktion. Ytterligare en avgränsning är att enbart de utsläpp som sker i Sverige omfattas.

En relativt stor källa till utsläpp i sektorn är restgaser från industrin. Dessa behandlas av delprojektet för industrin.



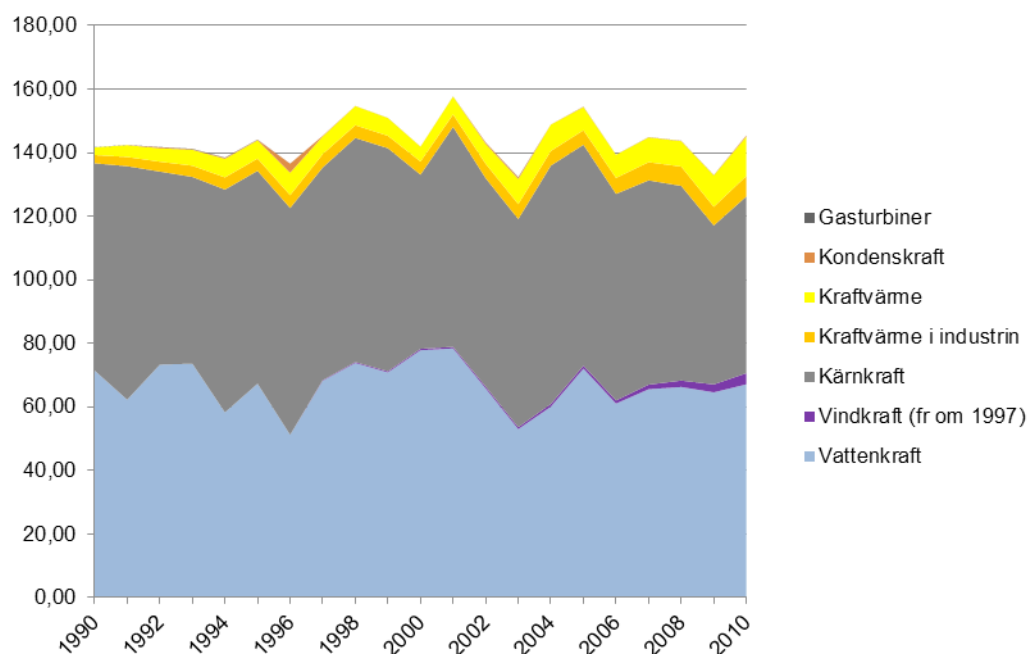
### 3 Fossila bränslen i el- och fjärrvärmesektorn

#### 3.1 Energistatistik för el- och fjärrvärmeproduktion

Elproduktionen har de senaste åren stått för ungefär en tredjedel av sektorns utsläpp av växthusgaser och fjärrvärmeproduktion för två tredjedelar.

Elproduktionen i Sverige sker framför allt med vatten- och kärnkraft. Under 1990-talet stod de tillsammans för över 94 % av den el som producerades. Sedan 2000-talet har andelen varit kring 90 % för att 2010 vara 84 %. Den minskande andelen kan förklaras av att den förbränningsbaserade kraften och vindkraften byggts ut och tar andelar. Driftproblem i kärnkraften i samband med effekthöjningar och låg elproduktion påverkar också den lägre andelen.

Figur 1. Sveriges elproduktion 1990–2010, TWh

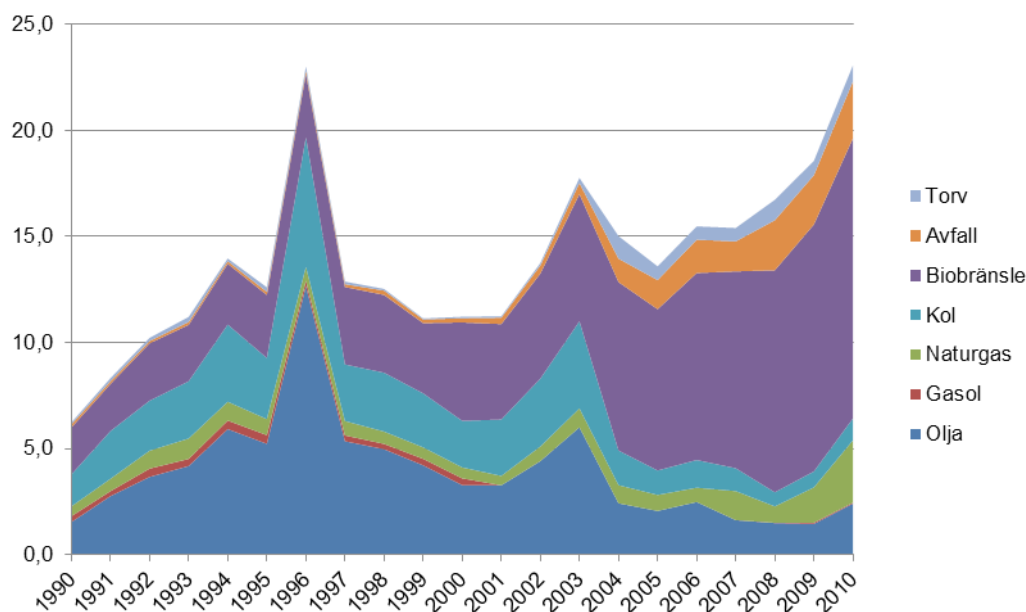


Källa: Energimyndigheten.

Den förbränningsbaserade kraftens andel har ökat från 4 % under 1990 till 13 % under 2010. Året var kallt vilket ökar behovet av uppvärmning som bidrar till den höga andelen 2010. Vilket bränsle som används har förändrats. Användningen av de fossila bränslena olja och kol har minskat kraftigt senast mitten av 1980-talet medan användningen av naturgas har ökat i och med de nya kraftvärmeanläggningarna i Göteborg och Malmö. Användningen av torv har ökat efter 2003 för

att sedan ligga på en stabil nivå. Denna ökning beror på att torven får certifikat inom elcertifikatsystemet som startade 2003. Mängden bibränsle har ökat vilket till stor del beror på elcertifikatsystemet. Avfall har ökat tydligt sedan 2002 då ett deponiförbud infördes för brännbart avfall.

**Figur 2. Insatt bränsle (exklusive hyttgaser) för elproduktion 1990–2010, TWh**



Källa: Energimyndigheten.

År 1990 producerades fjärrvärme till 40 % med elpannor, värmepumpar och spillvärme och den andelen har minskat till 17 % under 2010. Användningen av elpannor har minskat kraftigt i systemet och 2010 finns endast en marginell del kvar.

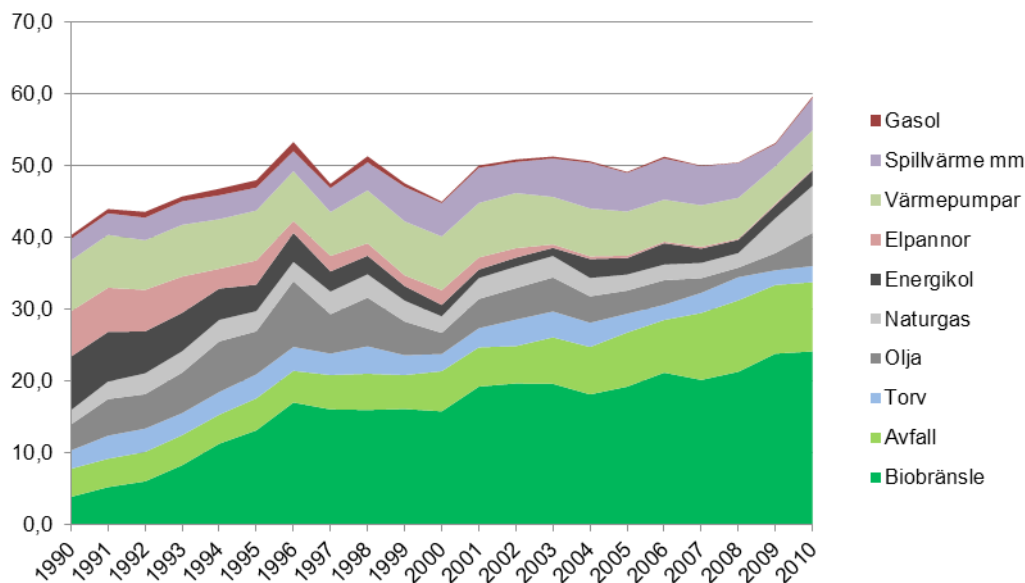
Fjärrvärme produceras idag till största delen genom förbränning av bränslen. År 1990 var andelen bränslebaserad produktion 60 % och 2010 har den ökat till 83 %. Användningen av fossila bränslen<sup>1</sup> har minskat från 44 % av totalt tillförd energi 1990 ner till 25 % år 2008. Efter det har andelen ökat igen då nya naturgasanläggningar tagits i drift. Användningen av olja visar en svag minskning men utgör även det bränsle som används för spetslast när efterfrågan ökar vid exempelvis kalla vintrar vilket ger variationerna som syns i figuren nedan.

Den stora ökningen har framför allt skett med förnybara<sup>2</sup> bränslen som ökat sin andel från 1990 års 15 % till 2010 års andel på 50 %. Ökningen beror på att nya anläggningar byggts och genom bränslekonverteringar i befintliga anläggningar.

<sup>1</sup> Här ingår användningen av kol, naturgas, torv, oljor, gasol och 40 % av avfallet.

<sup>2</sup> Här ingår träbränslen och 60 % av avfallet.

Figur 3. Insatt energi (exklusive hyttgaser) för värmeproduktion 1990–2010, TWh



Källa: Energimyndigheten.

## 3.2 Bränslen för el- och fjärrvärmeproduktion idag

Vilka bränslen som används i produktionsanläggningar beror på kostnader (bränsle, skatter, utsläppsrätter m.m.). Förbränningsanläggningar behöver också tillstånd eller anmälan enligt miljöbalken.<sup>3</sup>

Utöver det finns det också oftast en ambition eller miljöprofil som är mer eller mindre uttalad hos både kommunen och/eller det företag som driver anläggningen.

### 4.2.1 Kol

Kol används på ett fåtal platser i Sverige för produktion av el och fjärrvärme. Den största användningen finns i Stockholm följt av Västerås, Norrköping och Linköping. I samtliga anläggningar sker produktionen i kraftvärmeanläggningar.

Kol som bränsle är fortfarande relativt billigt även om priserna stigit under senare år. Bränslepriset är dock bara en parameter av flera som styr vilket bränsle som används. Många energibolag har pågående projekt eller planer på att minska eller utesluta användningen av fossila bränslen.

<sup>3</sup> <http://naturvardsverket.se/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Energi/Forbranningsanlaggningar/Regler-och-vagledning/Tillstandsplikt-och-anmalningsplikt-enligt-miljobalken/>

### **3.2.2 Naturgas**

Naturgas används som bränsle i framför allt två relativt nya kraftvärmeanläggningar i Sverige, i Malmö och Göteborg. Naturgas används även på ett 10-tal andra anläggningar men då i betydligt mindre mängder. Den naturgas som används i Sverige importeras från Danmark i dag. I framtiden kan naturgas även komma från Tyskland men idag kräver den lösningen viss teknisk utrustning eftersom naturgasnätet där har ett lägre tryck än det danska. Naturgas kan även importeras i flytande form, så kallad LNG (liquefied natural gas), men är då betydligt dyrare och används i dagsläget inte till el- och fjärrvärmeproduktion.

### **3.2.3 Olja**

Eldningsolja används i ett stort antal anläggningar, i de flesta fall dock i små mängder. Eldningsolja används framför allt som reservkapacitet när det blir riktigt kallt under längre perioder eller för att klara kortare toppplastperioder då behovet av värme är som störst. Den kapaciteten består ofta av oljeeldade pannor som kan startas snabbt och relativt enkelt. Den huvudsakliga pannan/pannorna som finns i fjärrvärmenätet är av ekonomiska skäl inte optimerade för mer än behovet. Det är inte ekonomiskt att ha stor kapacitet på en panna och sedan köra den på reducerad effekt större delen av året. Därför finns reservpannor för topplasten.

### **3.2.4 Torv**

Torv används som bränsle i ett 30-tal anläggningar i Sverige. Torven sameldas med framför allt avfall och biobränslen då torven ger bättre förbränningstekniska egenskaper i pannorna. Planer finns på att ersätta torv i några anläggningar.

### **3.2.5 Avfall**

Avfall förbränns i drygt 30 anläggningar för värmeproduktion och cirka 20 av dem är kraftvärmeanläggningar. Storleken på anläggningarna varierar. Den fossila energidelen av avfallet anses statistiskt sett vara cirka 40 procent och utgörs framför allt av plast.

### **3.2.6 Övriga fossila bränslen**

I statistiken finns mindre mängder av övriga bränslen. Dessa förbränns i en eller ett fåtal anläggningar. Det kan till exempel vara däck och annat gummiavfall.

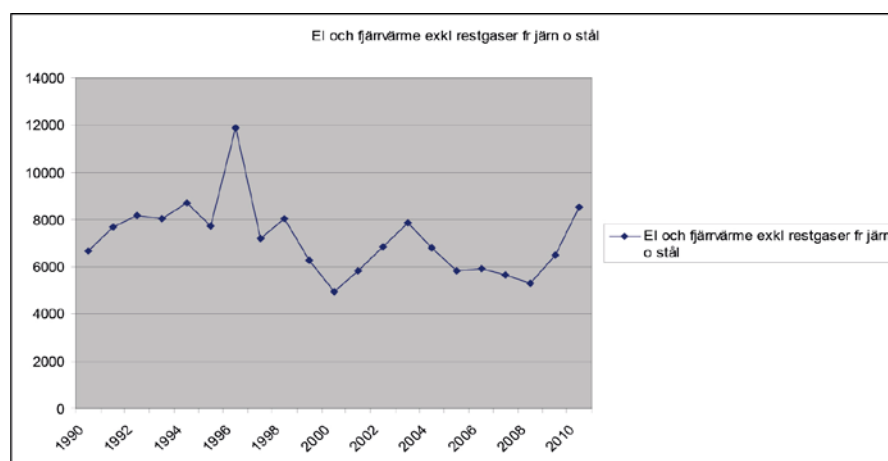
### **3.2.7 Biobränslen**

Biobränslet i sektorn utgörs till största delen av trädbränslen i form av restprodukter från skogsindustrin, men även biologiskt avfall och biooljor används. Biobränslen räknas i huvudsak som klimatneutrala men ger vid förbränning utsläpp av metan och lustgaser som är potenta växthusgaser.

### 3.3 Utsläpp varierar med hydrologiskt läge och temperatur

Utsläppen av växthusgaser från el och fjärrvärme var 8,5 miljoner ton år 2010, vilket är en högre nivå än år 1990 och det näst högsta värdet under perioden 1990–2010. Koldioxid utgjorde 93 % av utsläppen. Utsläppen har varierat mellan 4,9 och 11,9 miljoner ton under perioden 1990–2010.

Figur 4. Totala utsläpp av växthusgaser (exklusive restgaser från järn- och stålindustrin)

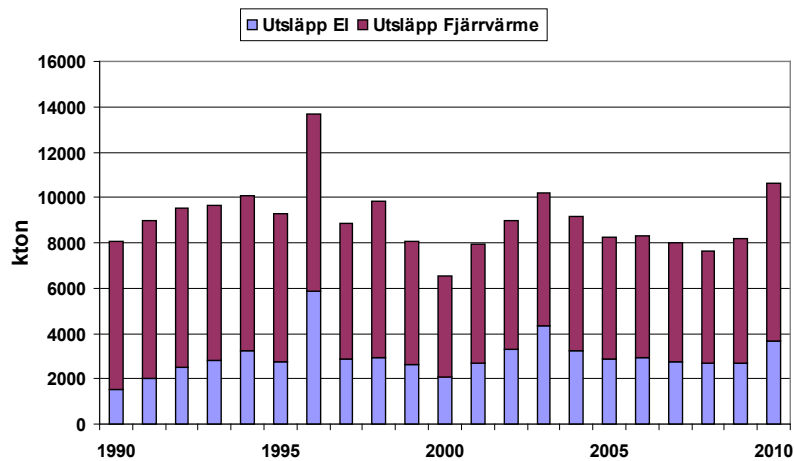


Källa: Naturvårdsverket

Temperatur och nederbörd påverkar vattenkraftsproduktionen så att vid ett våtår är utsläppen oftast lägre och under torrår blir utsläppen högre. Temperaturen påverkar uppvärmningsbehovet så att det under ett kallt år behövs både mer elproduktion och fjärrvärme. Det illustreras tydligt av de höga utsläppen år 1996 som var ett kallt och torrt år samt av de låga utsläppen år 2000 som var ett varmt år med stor nederbörd och därmed god tillgång på vattenkraft. Utsläppen påverkas också av vilken energikälla som används vid låg produktion från vattenkraft. År 2010 var kallt, kärnkraften var inte i full drift samt det fanns liten tillgång på el att importera från grannländerna.

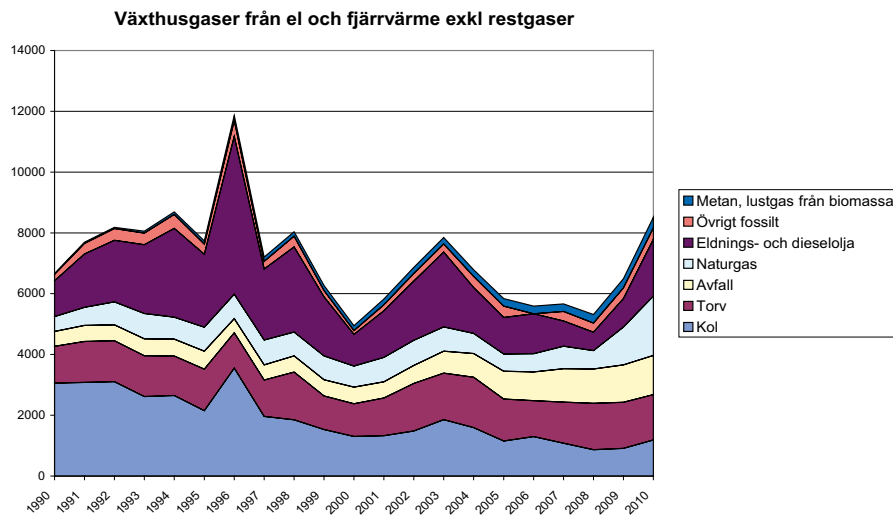
De senaste åren har utsläppen från elproduktion utgjort ungefär en tredjedel av utsläppen medan de från fjärrvärme utgjort två tredjedelar.

Figur 5. El respektive fjärrvärme (restgaser från stålindustrin ingår här)



Källa: Naturvårdsverket

Figur 6. Utsläppen fördelat per bränsle



Källa: Naturvårdsverket

Det går inte att se någon trend i utsläppen per energienhet i elproduktionen. Från fjärrvärmens har däremot utsläppen per energienhet sjunkit under perioden 1990–2010. Användningen av fjärrvärme har ökat från 41 TWh år 1990 till 60 TWh år 2010. Samtidigt har inte utsläppen ökat, eftersom expansionen huvudsakligen har genomförts genom ökad användning av biobränslen. Användningen av biomassa, torv och avfall var 1990 drygt 10 TWh och har stigit till drygt 46 TWh år 2010. Användningen av olja och kol har samtidigt minskat. Koldioxidskatten bedöms vara en av de viktigaste faktorerna bakom denna utveckling.



## 4 Marknader och aktörer

Väl fungerande marknader är en förutsättning för att styrmedel, t.ex. utsläppsrätts-systemet och elcertifikatsystemet, ska fungera effektivt. Detta kapitel utgör en bakgrund både till kapitel 5 om styrmedel och till scenarierna.

### 4.1 Elmarknaden

Den svenska elmarknaden avreglerades 1996. Syftet med att konkurrensutsätta produktion och handel med el var att öka valfriheten för konsumenterna och att skapa förutsättningar för ett effektivt utnyttjande av produktionsresurserna. Av effektivitetsskäl behölls elnäten i ett reglerat monopol.

Den svenska råkraftmarknaden är en del av en integrerad nordisk elmarknad som i sin tur är en del av en växande europeisk marknad för el.

#### 4.1.1 Aktörer på elmarknaden

De tre största elproducenterna i Sverige är Vattenfall, E.ON och Fortum. Deras gemensamma marknadsandel var 80 procent av den totala mängd el som producerades i Sverige under 2010. Andelen har minskat stadigt mellan 1996 och 2009 för att åter öka något under 2010. Att andelen är lägre de sista åren kan delvis förklaras av den låga kärnkraftsproduktionen vilket påverkar andelen för Vattenfall och E.ON.

I mitten av 1990-talet fanns det cirka 220 elhandelsföretag. Sedan dess har antalet elhandlare minskat, framför allt beroende på uppköp och sammanslagningar då många kommuner valt att sälja sina elhandelsföretag. Under senare år har antalet elhandlare varit i det närmaste oförändrat. År 2010 fanns det 121 elhandlare. Av dessa säljer cirka 100 företag el till kunder i hela landet. Mer än hälften av alla elhandelsföretag ingår i koncerner med elproduktion.

#### 4.1.2 Elnät

Elnätet kan delas in i tre nivåer: stamnät, regionnät och lokalnät. Stamnätet transporterar el långa sträckor med höga spänningsnivåer. Regionnäten transporterar el från stamnätet till lokalnäten och i vissa fall direkt till större elanvändare. Lokalnäten ansluter till regionnäten och transporterar el till hushåll och andra slutkunder.

Statliga Svenska Kraftnät ansvarar för att upprätthålla kraftbalansen och driftsäkerheten i det svenska elnätssystemet. Lokal- och regionnätsföretagen ansvarar för att nivån på underhållet av näten är tillräcklig för att garantera att leveranssäkerheten upprätthålls inom det egna nätet. Under 2010 bedrev fem företag regionnätsverksamhet och 173 företag lokalnätsverksamhet i Sverige. Svenska Kraftnät är de enda som i Sverige kan bygga utlandsförbindelser och verksamheten finansieras genom avgifter.

Nätet utformades för länge sedan och funktionen i nätet har utvecklats till att idag behöva hantera större mängder el, effekthöjningar i kärnkraften, smarta funktioner, mikroproduktion och varierande produktion i form av framför allt vindkraft. Det finns idag ett stort behov och många projekt som syftar till att utveckla och förstärka nätet vilket är kopplade till stora kostnader.

Som en följd av överföringsbegränsningarna i Norden har Nord Pool delat upp den nordiska elmarknaden i elområden. Priserna i de enskilda områdena bestäms av produktion och förbrukning inom respektive område samt av överföring av kraft till och från området. Priset indikerar var det finns behov av att bygga ut stamnätet eller öka elproduktionen och därmed minska behovet av att transportera elen långa sträckor. Sverige är sedan den 1 november 2011 indelat i fyra elområden.

#### **4.1.3 Slutkundsmarknad**

Den svenska slutkundsmarknaden för el, är till skillnad från råkraftmarknaden, nationell. Det totala antalet hushållskunder på den svenska slutkundsmarknaden uppgick i slutet av 2010 till nära 4 miljoner.

Sedan flera år tillbaka pågår ett arbete för att skapa en gemensam nordisk slutkundsmarknad för el vilket innebär att kunderna i de nordiska länderna fritt ska kunna välja elhandlare över nationsgränserna. Under hösten 2010 presenterade Energimarknadsinspektionen tillsammans med sina nordiska motsvarigheter inom NordREG<sup>4</sup> en konkret implementeringsplan för energiministrarna som beskriver hur en nordisk slutkundsmarknad ska nås till 2015. EI har nu i uppdrag att föreslå de förändringar som behövs.

#### **4.1.4 Egen mikroproduktion och nettodebitering**

Begreppet nettodebitering har diskuterats både nationellt och inom EU. Det gäller kunder med småskalig egen elproduktion (som är både producent och konsument). Med nettodebitering menas att elhandels- och elnätsföretag i debiteringen kvittar uttagen och inmatad el under en viss tidsperiod.

Med nuvarande lagstiftning är nettodebitering inte förenligt med gällande skatte regler. För att möjliggöra full nettodebitering, och därmed ytterligare öka lönsamheten i egen elproduktion, har en utredning tillsatts.<sup>5</sup> Utredningen ska ta fram ett lagförslag om införandet av ett system för nettodebitering som även omfattar kvittning av energi- och mervärdesskatt. Uppdraget ska redovisas senast den 14 juni 2013 och regeringen avser att presentera ett konkret förslag under 2013.

Vidare har regeringen tillsatt ett råd för att ta fram ett förslag till handlingsplan för hur smarta elnät kan utvecklas i Sverige. Rådet ska etablera en kunskapsplattform och bidra till att öka kunskapen i samhället om möjligheterna med smarta elnät.

---

<sup>4</sup> Samarbetsorganisation för de nordiska tillsynsmyndigheterna inom energiområdet.

<sup>5</sup> Dir. 2012:39

Idag tjänar inte hushållen på att anpassa sin förbrukning i enlighet med de prisfluktuationer som sker över dygnet. Regeringen har lagt förslag<sup>6</sup> att förändra detta och förslag i denna riktning har också lagts fram till expertgruppen för miljöstudier.<sup>7</sup>

#### **4.1.5 Effektreserven**

Det är vanligtvis en kombination av hög förbrukning tillsammans med bortfall av befintlig kapacitet som gör att effektreserven behövs. När effektreserven sätts in ökar oljeanvändning markant, som exempelvis under 1996 då vattentillgången var låg och befintlig kapacitet inte räckte till för att upprätthålla balansen i elnätet. Idag är det Svenska Kraftnät som ansvarar<sup>8</sup> för att det finns en effektreserv tillgänglig under vinterhalvåret. Effektreserven skapas genom att Svenska Kraftnät ingår avtal med elproducenter, elleverantörer och elförbrukare om att ställa ytterligare produktionskapacitet eller möjlighet till förbrukningsreduktion till förfogande.

Riksdagen beslutade den 20 april 2010 om dels fortsatt giltighet av lagen om effektreserv, dels ändring i samma lag från och med den 16 mars 2011. Beslutet innebär att lagen om effektreserven med den av Svenska Kraftnät centralt upphandlade reserven förlängs för att successivt fasas ut till 2020. Tanken är att det från och med mars 2020 ska vara en marknadsbaserad lösning.

#### **4.1.6 Internationellt samarbete för nätutveckling**

ENTSO-E<sup>9</sup> har kommit med en tioårsplan för utbyggnad av Europas stamnät. Planen kallas TYNDP (Ten Year Network Development Plan) och är en skattning av den utbyggnad av transmissionsnäten som kommer att behövas inom EU och ett antal omgivande länder. TYNDP 2012-studien visar att 80 procent av de identifierade 100 flaskhalsarna i storkraftöverföringen har att göra med integrering av förnybara energikällor, såsom vind- och solkraft, som skapar stora intermittenta energiflöden över långa sträckor i Europa.

Inom det kommande EU-projektet e-Highway 2050 är planen att utveckla en färdplan för hur det Europeiska stamnätet för el kan utformas för att möta de ökade kraven på systemet under 2020–2050. Projektet är sammansatt av aktörer från akademien, industrin, och samarbetsorganisationer såsom ENTSO-E.

#### **4.1.7 Flera myndigheter övervakar elmarknaden**

Flera myndigheter och organ samverkar i övervakningen av den svenska och nordiska elmarknaden i syfte att med olika åtgärder skapa en väl fungerande elmarknad och förhindra utövande av marknadsstyrka.

<sup>6</sup> Prop. 2010/11:153. Stärkt konsumentroll för utvecklad elmarknad och uthålligt energisystem.

<sup>7</sup> Fridolfsson, S-O och Tangerås, T. 2011. Investeringar på elmarknaden – fyra förslag för förbättrad funktion. Rapport 2011:5 till expertgruppen för miljöstudier.

<sup>8</sup> Enligt lagen (2003:436) om effektreserven.

<sup>9</sup> European Network of Transmission System Operators for Electricity.

Energimarknadsinspektionen har det samlade ansvaret för den svenska elmarknaden och tillämpningen av ellagen och lagen om vissa rörledningar. Konkurrensverket har ansvaret att tillämpa konkurrensreglerna. Finansinspektionen utövar tillsyn över de svenska aktörer som agerar på den finansiella elmarknaden. Även Konsumentverket deltar i övervakningen av elmarknaden, bland annat vid framtagande av branschöverenskommelser för att säkerställa skäligen avtalsvillkor för konsumenterna. Nord Pool Spot, som har sitt säte i Norge, övervakas av de norska tillsynsmyndigheterna NVE (Norges vassdrags- och energidirektorat) och Finanstilsynet. Svenska Kraftnät övervakar stamnäten och ser till att produktion och användning är balans.

## **4.2 Värmemarknaden**

Fjärrvärmeverksamhet bedrivs som ett monopol där distribution, handel och oftast även produktion sker integrerat. Inom ett fjärrvärmenät finns det endast en leverantör, dvs. en fjärrvärmekund har inte möjlighet att byta leverantör. Om en fjärrvärmekund önskar säga upp avtalet krävs därför att kunden byter uppvärmningsform.

### **4.2.1 Fjärrvärmepriser**

Priset på fjärrvärmes skiljer sig kraftigt åt mellan olika nät. Orsakerna är att man prissätter efter olika principer, t.ex. självkostnad respektive alternativkostnad, men man har också olika avkastningskrav beroende på ägare. Dessutom har man olika förutsättningar med avseende på bland annat bränslekostnader och kundtätthet. Det finns drygt 200 fjärrvärmeföretag i Sverige.

### **4.2.2 Restvärme**

Industriell restvärme kan utgöras av överskottsvärme från en mängd olika industriprocesser. De största leverantörerna av industriell restvärme för fjärrvärmeproduktion finns inom pappers- och massaindustrin, kemisk industri och gruv- och stålindustri men det finns även verkstads- och gjuteriindustrier som levererar överskottsvärme till fjärrvärmenät.

Energimarknadsinspektionen har fått regeringens uppdrag att ta fram ett förslag på hur prisändringsprövningen kan utformas samt föreslå regler för reglerat tillträde till näten så att leverantörer av spillvärme och andra fjärrvärmeproducenter i ökad utsträckning kan ges möjlighet att leverera fjärrvärmes till fjärrvärmenäten. Utgångspunkten är att en ny lagstiftning ska vara på plats 2013.

### **4.2.3 Tillsyn över fjärrvärmemarknaden**

Energimarknadsinspektionen är tillsynsmyndighet över fjärrvärmemarknaden. Fjärrvärmenämnden har till uppgift att vara en medlingsfunktion vid förhandlingar mellan fjärrvärmeföretag och fjärrvärmekunder.

## 5 Styrmedel i el- och fjärrvärmesektorn

Ambitionen för utsläppsminskningar för de verksamheter som omfattas av EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU ETS) bestäms gemensamt på EU-nivå. En nyckel till klimatproblemet är att sätta pris på koldioxidutsläppen och därigenom utnyttja marknaden för att åstadkomma kostnadseffektiv reduktion.<sup>10</sup> Det viktigaste styrmedlet för utsläppsminskningar för el- och fjärrvärmesektorn är därför EU ETS. Även koldioxidskatten som finns för fossila bränslen i fjärrvärme och kraftvärme<sup>11</sup> spelar en roll. Elcertifikatsystemet är också av betydelse för utbyggnaden av ny förnybar elproduktion och påverkar därmed el- och fjärrvärmesektorn.

El- och fjärrvärmesektorn är också påverkad av politikområden som ligger utanför eller angränsar till det klimatpolitiska. Exempel är sådana som handlar om konkurrenslagstiftning och om EU:s inre marknad. Ytterligare politikområden är t.ex. miljöpolitikens bestämmelser om avfallshantering, vattenförvaltning, transporter och strålsäkerhet som även de är under starkt inflytande av EU.

### 5.1 EU-ETS i el- och fjärrvärmesektorn

EU ETS innebär att koldioxidutsläppen från de verksamheter som omfattas av systemet begränsas av ett förbestämt utsläppstak. Verksamhetsutövare inom systemet ska överlämna utsläppsrätter motsvarande sina koldioxidutsläpp där en utsläppsrätt motsvarar ett ton koldioxid. För att täcka sina utsläpp kan ett företag antingen köpa de utsläppsrätter det behöver, eller vidta utsläppsminskande åtgärder vid den egna anläggningen. Beroende på (det förväntade) priset på utsläppsrätter kommer olika utsläppsminskande åtgärder att vara lönsamma, vilket också är ett av *handels-systemets huvudsyften – att nå utsläppsminskningar på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt*.

Utsläppstaket för år 2013 är av Europeiska kommissionen fastställt till strax över två miljarder utsläppsrätter. Därefter kommer taket att minska med 37,4 miljoner<sup>12</sup> utsläppsrätter per år för att år 2020 nå en utsläppsminskning motsvarande 21 procents lägre utsläpp jämfört med 2005. Den årliga sänkningen av taket kommer att fortsätta även efter 2020 men kan komma att ses över senast år 2025.

Majoriteten av anläggningarna som omfattas av EU ETS i Europa faller under kategorin ”förbränningsanläggningar med en installerad kapacitet över 20 MW”. Här ingår de flesta el- och fjärrvärmeanläggningarna. I Sverige har man valt att även inkludera mindre fjärrvärmeanläggningar, under förutsättningar att de är anslutna till ett fjärrvärmenät över 20 MW.

<sup>10</sup> Prop. 2008/09:162 En sammanhållen klimat- och energipolitik – klimat.

<sup>11</sup> Skatten för fossila bränslen i kraftvärmesektorn föreslås att tas bort från och med den 1 januari 2013.

<sup>12</sup> Motsvarande 1,74 % av tilldelningen 2008–2012.

### **5.1.1 Tilldelning och utsläpp**

Till följd av att flera branscher är utsatta för internationell konkurrens och att EU ETS inte ska innebära att företag inom dessa branscher (med tillhörande koldioxidutsläpp) flyttar till länder utanför EU kommer fri tilldelning att tillämpas även under den tredje handelsperioden (2013–2020).

#### **Produktriktmärken**

Den fria tilldelningen görs utifrån EU-harmoniserade tilldelningsregler, så kallade produktriktmärken. Riktmärkena är förhandsbestämda och beräknade utifrån genomsnittsprestandan hos de 10 % mest koldioxideffektiva anläggningarna inom olika sektorer. Riktmärket uttrycks som antal utsläppsrätter/produktenhet (ton eller TJ).

Sektorer som inte bedöms vara utsatta för koldioxidläckage får gratis tilldelning upp till 80 % av riktmärket år 2013 med en successiv nedskalning till 30 % tilldelning av riktmärket till 2020. Andelen auktionerade utsläppsrätter kommer gradvis att öka, med målet om full auktionering år 2027.

#### **Produktion av värme är berättigad till gratis tilldelning**

Till skillnad från handelsperiod två där energianläggningar i Sverige inte får någon gratis tilldelning av utsläppsrätter, kommer produktion av värme från och med 2013 att vara berättigad gratis tilldelning. Detta gäller både för energianläggningar som producerar fjärrvärme och för industrianläggningar som säljer restvärme. Tilldelningen görs, precis som för tillverkningsindustrin, utifrån ett riktmärke. Värmeriktmärket har beräknats utifrån en referensanläggning med naturgas som bränsle. Även restvärme från industrier kan i vissa fall ge gratis tilldelning.

Om varken produkt- eller värmeriktmärke är tillämpbara finns ytterligare ett riktmärke: bränsleriktmärke. För de anläggningar där inte heller det är tillämpligt baseras tilldelningen på historiska utsläpp.

## **5.2 Energi- och koldioxidbeskattning i Sverige**

Energiskatt betalas för de flesta bränslen och baseras på energiinnehåll. Koldioxidskatt betalas per utsläppt kilo koldioxid för alla bränslen utom biobränsle och torv. Den generella skattenivån år 2012 är 8 öre/kWh energiskatt, 108 öre/kg koldioxidskatt och 29 öre/kWh elskatt.

Elproduktionen är befriad från energi- och koldioxidskatt. Däremot är användningen belagd med energiskatt och nivån beror på var i landet och hur elen används.

Fossila bränslen för uppvärmningsändamål beskattas olika beroende på om värmeproduktionen sker i industrin, i kraftvärmeverk eller i annan värmeproduktion (främst hetvattenpannor). I hetvattenpannor betalas 94 procent av koldioxidskatten. Från år 2011 togs skatten på värmeproduktion i industrin bort och den

föreslås tas bort även för kraftvärmeverk från år 2013. Från 2013 kommer också bränslen som används för att producera värme i hetvattenpannor för användning i industrin beskattas som om industrin producerat den själv. I kraftvärmeverk betalas 2,4 öre/kWh i energiskatt medan hetvattenpannor betalar full energiskatt. Värmeanvändningen beskattas inte.

Elproduktionsanläggningar betalar fastighetsskatt och vissa andra produktions-specifika skatter.<sup>13</sup>

### **5.2.1 Förslag till nytt energiskattedirektiv**

Enligt Europeiska kommissionens förslag till nytt energiskattedirektiv föreslås en del förändringar. Bland det ursprungliga förslaget huvuddelar nämndes skyldighet för medlemsstaterna att ta ut en koldioxidskatt kopplad till koldioxidutsläppen och en energiskatt kopplad till bränslenas energiinnehåll. Vidare föreslogs att bränslen som används av verksamhetsutövare inom EU ETS helt undantas koldioxidskatt, vilket skulle kunna få betydelse för koldioxidskatten i fjärrvärmesektorn. Direktivet väntas bli färdigförhandlat under 2013.

## **5.3 Elcertifikatsystemet**

Elcertifikatsystemet syftar till att främja utbyggnaden av förnybar elproduktion i Sverige. Målet är att produktionen av el från förnybara energikällor ska öka med 25 TWh jämfört med 2002 års nivå fram till år 2020. Systemet sträcker sig till utgången av år 2035 och ska bidra till att Sverige får ett mer ekologiskt hållbart energisystem. Elcertifikatsystemet är ett viktigt styrmedel för att nå Sveriges mål om att 50 procent av energianvändningen ska vara förnybar och Sveriges åtaganden under förnybartdirektivet. Energimyndigheten har tillsynsansvar för det svenska elcertifikatsystemet.

Systemet är uppbyggt så att producenter av förnybar el får ett elcertifikat för varje producerad MWh el. För att skapa efterfrågan på elcertifikat är det obligatoriskt för elleverantörer och vissa elanvändare att köpa en viss mängd elcertifikat i förhållande till sin elleverans/elanvändning, den så kallade kvotplikten. I och med försäljningen av elcertifikat får producenterna en extra intäkt utöver intäkterna från elförsäljningen, vilket skapar bättre ekonomiska villkor för miljöanpassad elproduktion. Priset på elcertifikat bestäms på en konkurrensutsatt marknad av samspelet mellan utbud och efterfrågan.

Ett elcertifikat tilldelas den som i en godkänd anläggning producerat och uppmätt en megawattimme el från förnybara energikällor eller torv. El producerad från följande energikällor berättigar till elcertifikat: vindkraft, solenergi, vågenergi, geotermisk energi, biobränslen<sup>14</sup>, viss vattenkraft samt torv i kraftvärmeverk.

<sup>13</sup> Energiläget 2011.

<sup>14</sup> enligt förordning (2011:1480) om elcertifikat.

Anläggningar som tagits i drift efter systemets införande har rätt till elcertifikat i högst 15 år, dock längst till utgången av år 2035. De anläggningar som togs i drift innan systemets införande har i huvudsak rätt till elcertifikat till och med 2012.

Under år 2010 uppgick den elcertifikatberättigade elproduktionen inklusive torv till 18,1 TWh (17,3 TWh exklusive torv).<sup>15</sup>

Ett avtal om en gemensam svensk-norsk elcertifikatmarknad undertecknades 2011. Den gemensamma elcertifikatmarknaden startade den 1 januari 2012. Målet för den gemensamma elcertifikatsystemet är att öka den förnybara elproduktionen med 26,4 TWh under perioden 2012 till 2020. Länderna ska finansiera 13,2 TWh vardera.

## 5.4 Ursprungsgarantier

Lagen om ursprungsgarantier för el (2010:601) började gälla den 1 december 2010. Syftet med lagen är att slutkunden av el ska få kunskap om elens ursprung på ett tydligt sätt. Ursprungsgarantin visar vilken typ av energikälla som elen kommer ifrån, och även i vilken anläggning elen är producerad. Elproducenter får en garanti av staten för varje producerad megawattimme el, som sedan kan säljas på en öppen marknad. Ursprungsgarantier utfärdas för alla typer av elproduktion. Det är elproducenter och elleverantörer som berörs av lagen. Det är än så länge frivilligt att ansöka om ursprungsgarantier.<sup>16</sup>

## 5.5 Hållbarhetskriterier

För att säkerställa att biodrivmedel och flytande biobränslen uppfyller krav på hållbarhet har Lagen om hållbarhetskriterier<sup>17</sup> implementerats i svensk lag. Bakgrunden till hållbarhetskriterierna finns i EU:s direktiv om främjande om förnybar energi. För att bränslen ska betraktas som hållbara ska det genom hela produktionskedjan kunna styrkas att hållbarheten är uppfylld.

Diskussioner förs om att införa hållbarhetskriterier på fasta biobränslen. En sådan utveckling skulle påverka el- och fjärrvärmesektorn eftersom dessa bränslen används där i stor utsträckning.

<sup>15</sup> <http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Elcertifikat/Om-elcertifikatsystemet/>

<sup>16</sup> <http://www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/ursprungsgarantier/>

<sup>17</sup> Lag (2010:598) om hållbarhetskriterier.



## **5.6 Forskning**

### **5.6.1 Kraftforskning**

Området innefattar elproduktion från de förnybara energikällorna vatten, vind och sol, samt teknik för kraftöverföring och distribution av el, t.ex. smarta nät.

Inom vattenkraftområdet är inriktningen att bygga upp och vidmakthålla kunskap och kompetens som behövs för att vattenkraften ska fortsätta att utvecklas och bli en ännu viktigare resurs i det svenska energisystemet.

Inom vindkraftområdet prioriteras storskalig teknik. Forskning och utveckling bedrivs för att reducera elproduktionskostnaderna och för att underlätta etableringen av ny vindkraft. Det övergripande målet är en ökad andel vindkraft i kraftsystemet.

Inom solcellsområdet bedrivs forskning och utveckling för effektivare solceller med låg tillverkningskostnad samt studier av solcellssystem som energikälla och byggnadskomponent.

Inom havsenergi bedrivs i Sverige forskning, utveckling och demonstration inom vågkraft, forskning inom marin strömkraft samt forskning och utveckling inom strömmande tidvattenkraft. Endast vågkraft bedöms kunna bidra till omställningen av det svenska energisystemet i någon större utsträckning.

För att skapa förutsättningar för ett väl fungerande och leveranssäkert överförings- och distributionssystem även i framtiden krävs forskning och utveckling av kraftsystemet och dess komponenter. Det är viktigt att kraftsystemet anpassas för introduktion av ny hållbar elproduktionsteknik och utvecklas för att kunna utnyttjas för nya tillämpningar.<sup>18</sup>

### **5.6.2 Bränsleforskning**

Arbetet för att öka användningen av biobränsle är en viktig del av strategin för att uppnå god naturresurshushållning och är även en viktig del i klimatarbetet.

Forskningsområdet behandlar främst förnybara bränslen och bioenergiförsörjning inklusive hantering och nyttiggörande av askor samt energi ur avfall.

Biobränslen används för småskalig värmeproduktion, produktion av fjärrvärme och el i kraftvärmeanläggningar, storskalig värmeproduktion för fjärrvärme och för industrins, främst skogsindustrins processbehov. Biobränslen kommer i framtiden att användas i mycket större utsträckning även för drivmedelsproduktion.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> <http://www.energimyndigheten.se/sv/Forskning/Kraftforskning/>

<sup>19</sup> <http://www.energimyndigheten.se/sv/Forskning/Bransleforskning/>

## **5.7 Affärsutveckling och kommersialisering**

Energimyndigheten erbjuder finansiering för energismarta innovationer till såddföretag inom energiområdet i ett marknadsnära men förkommersiellt skede. Finansieringen sker i form av villkorslån. Innovationerna ska ha potential att bidra till en betydande ökning av andelen förnybar energi eller energieffektivisering – med tillväxt och konkurrenskraft som resultat.

## **5.8 Marknadsintroduktion och planeringsram för vindkraft**

Planeringsramen för vindkraft är ett sätt för regeringen att ytterligare synliggöra behovet av att skapa planmässiga förutsättningar för vindkraften. Det anses angeläget att samtliga berörda centrala myndigheter, länsstyrelser och kommuner tar ett tydligt ansvar i arbetet med att skapa sådana planmässiga förutsättningar.

Regeringen har avsatt medel för marknadsintroduktion av vindkraft, de s.k. pilot-pengarna, som hittills resulterat i ett antal projekt, bl.a. den havsbaserade vindkraftsparken Lillgrund. Forskningsprogrammet Vindval ingår som en del av för marknadsintroduktion för vindkraft. Regeringen har även avsatt pengar för stöd till den fysiska planeringen av vindkraft samt för kunskapsuppbyggnad och informationsspridning om vindkraften genom nätverket för vindbruk.<sup>20</sup>

## **5.9 Statligt stöd till solceller**

Stödet gäller alla typer av elnätsanslutna solcellssystem. Bidraget är på maximalt 45 procent av investeringskostnaden. Alla typer av aktörer kan söka stödet. Det maximala stödbeloppet är 1,5 miljoner kronor per installation. Kostnaderna för solcellstekniken har den senaste tiden minskat men tekniken är ännu inte konkurrenskraftig i Sverige. I budgetpropositionen för 2013 föreslår regeringen en förlängning av stödet för installation av solceller till och med 2016.

## **5.10 Statligt stöd till biogas**

I budgetpropositionen för 2013 föreslår regeringen en förlängning och förstärkning av stödet för utökad produktion, distribution och användning av biogas och andra förnybara gaser under perioden 2013–2016.

---

<sup>20</sup> Budgetpropositionen 2013.

## 5.11 Miljöbalken och plan- och bygglagen

Det är framför allt Miljöbalken och Plan- och bygglagen som reglerar byggnation av kraftverk, men även andra lagar, såsom ellagen, påverkar.<sup>21</sup>

Miljöbalken (1998:808) är sedan 1999 huvudlagstiftning på miljörättens område. Det övergripande målet i miljöbalken är att främja en hållbar utveckling. Vissa större verksamheter (s.k. A- och B-verksamheter) är tillståndspliktiga enligt miljöbalken. Tillsyn kan bedrivas på alla verksamheter.

Plan- och bygglagen, PBL (2010:900), reglerar planläggning av mark och vattenområden. Det är kommunen som fattar beslut enligt PBL. Planläggningen innehåller en procedur som ger inflytande även för länsstyrelsen och andra myndigheter samt för enskilda och organisationer.

## 5.12 Ramdirektivet för vatten

Ramdirektivet<sup>22</sup> för vatten har implementerats i Sverige. För att ramdirektivets krav ska nås kommer miljöåtgärder att behöva genomföras i vatten som är påverkade av vattenkraftsanläggningar. Havs- och vattenmyndigheten har ett uppdrag i regleringsbrevet för 2012 som syftar till att få en samsyn kring vattenkraften och de mål som är fastställda om förnybara energikällor, samt om miljömål för vatten och vattenförvaltning. En särskild utredare ska på regeringens initiativ utreda vattenverksamheter, där bl.a. miljöeffekter av vattenkraft ingår, och redovisa arbetet senast den 30 juni 2013.

En minskad produktion från vattenkraften kan påverka den funktion som vattenkraften har i energisystemet. Vattenkraften har en stor roll i energisystemet då den förutom att den står för cirka 45 procent av den årliga produktionen av el även har den viktiga funktionen som reglerkraft. Vattenkraftverk kan snabbt öka eller minska produktionen och reglerbehovet kommer att öka i framtiden när ny förnybar energi tas in i systemet.

---

<sup>21</sup> [www.vindlov.se](http://www.vindlov.se)

<sup>22</sup> direktiv 2000/60/EG



## 6 Referensbanor

Referensbanan beskriver en möjlig utveckling fram till 2050 för sektorn el- och fjärrvärme. Den baseras på dagens styrmedel och på de förutsättningar som beskrivs närmare i Tabell 1 och Tabell 2.

För detaljerade resultat hänvisas till underlagsrapporten.<sup>23</sup>

### 6.1 Modell och drivkrafter

Beräkningarna har gjorts med Markal-Nordic som är en ekonomisk optimeringsmodell. Med avseende på bl.a. bränsle- och utsläppsrättskostnader samt skatter och andra styrmedel väljer modellen den mest kostnadseffektiva produktionen för att möta efterfrågan i Sverige och omkringliggande länder.

Höga utsläppsrättspriser leder till höga produktionskostnader, och därmed elpriser, vilket gör att nya produktionsslag kan bli lönsamma.

Stora elprisskillnader mellan länder gör att utbyggnad av överföringskapacitet blir lönsam i modellen. Ett högt elpris på Kontinenten p.g.a. höga utsläppsrättspriser kan då medföra att den förnybara produktionen i Sverige ökar och stora mängder el exporteras söderut.

För el från vattenkraft och kärnkraft, som tillsammans dominerar den svenska elproduktionen idag, antas en genomsnittlig produktion. I verkligheten kan dock båda kraftslagets produktion variera stort.<sup>24</sup> Dessa variationer går inte att förutspå varför en genomsnittlig produktion beräknats utifrån installerad effekt och en energiutnyttjandegrad som beskriver hur mycket av produktionspotentialen som utnyttjats.

Kraftvärmeproduktionen är beroende av fjärrvärmebehovet. En ökning av kraftvärmeproduktionen kräver alltså antingen en ökning av efterfrågan eller att värmelanläggningar konverteras till kraftvärme. Kraftvärme i industrin följer normalt industrins utveckling.

Variationer i elproduktion påverkar naturligtvis möjligheten att exportera el. En minskad efterfrågan på fjärrvärme leder till minskad fjärrvärmeproduktion, medan en minskad efterfrågan på el i Sverige däremot kan leda till ökad elexport.

Elcertifikatsystemet, som sedan 2012 är gemensamt med Norge, finns med i modellen. Målet för elcertifikatsystemet är, utöver det svenska målet på 25 TWh mellan åren 2002 och 2020, att det produceras ytterligare 13,2 TWh förnybar el 2012–2020.

<sup>23</sup> Beräkningar med MARKAL-NORDIC inför Långsiktsprogno 2012, Profu i Göteborg AB, 2012.

<sup>24</sup> Historiskt sett har vattenkraftproduktionen varit som lägst torråret 1996 då endast 52 TWh producerades högst våtåret 2001 då produktionen var 79 TWh. Kärnkraftens produktion har sedan 1990 varierat mellan som lägst 50 TWh år 2009 och högst 75 TWh år 2004.

## 6.2 Resultat referensbanor

Till referensbanan gjordes två modellberäkningar som skiljer sig åt med avseende på ny kärnkraft i Sverige. I det ena fallet antas att nya reaktorer får ersätta de befintliga när dessa tas ur drift av åldersskäl. I det andra fallet tillåts inga nya reaktorer.

### 6.2.1 Förutsättningar för referensbanorna

Slutlig användning av el och fjärrvärme i Sverige i referensbanorna redovisas i Tabell 1. Elanvändningen antas öka måttligt till 2050 och fjärrvärmebehovet antas öka i början av perioden för att sedan minska till 2050. I bilagan finns mer information om antaganden och förutsättningar i modellen.

Tabell 1. Slutlig användning av el och fjärrvärme i referensbanan (TWh)

	2007	2020	2030	2040	2050
El	130	133	132	137	140
Bostäder, service m.m.	70	68	64	66	66
Industri	57	62	65	67	70
Transporter	3	3	3	4	4
Fjärrvärme	47	50	48	47	45
Bostäder, service m.m.	42	44	43	41	40
Industri	4	5	5	5	5

Tabell 2. Bränsle- och utsläppsrättspriser i referensbanan

	Pris	2010	2020	2030	2040	2050
Olja	Dollar/fat	74	112	128	135	138
Gas	Kr/MWh	185	283	323	337	345
Kol	Kr/MWh	101	113	120	125	129
CO <sub>2</sub>	Euro/ton	15	17	37	54	52

Källa: IEA World Energy Outlook 2011, IEA Energy Technology Perspectives 2010, Energy Roadmap 2050, Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050.

### 6.2.2 Elproduktion

Den befintliga kärnkraften expanderar något genom effekthöjningsprogrammen. I referensbanan har en begränsning i effekten satts till att vara lika stor som den är 2030 och säger inte hur många reaktorer byggs. Det finns potential för att ytterligare öka produktionen av vattenkraft i Sverige men den motverkas av det gemensamma elcertifikatsystemet med Norge där potentialen är större till lägre kostnad. Dessutom kan vattendirektivet innebära att man behöver vidta miljöåtgärder som medför att mer vatten leds förbi turbinerna.

Fram till 2030 sker en mycket måttlig utbyggnad av vindkraft. Först efter 2030 expanderar den rejält, detta trots att elcertifikatsystemet antas upphöra år 2035. Anledningen är att elpriserna efter modellår 2030 hamnar på så höga nivåer, till följd av stigande fossilbränsle- och CO<sub>2</sub>-priser, att ny landbaserad vindkraft blir lönsam utan extra stöd.

Den bränslebaserade elproduktionen som sker i kraftvärmeverk ökar kraftigt genom att hetvattenpannor i fjärrvärmenätet konverteras till kraftvärme, men även genom att industrin ökar sin elproduktion. Referensscenariot har beräknats med skatt på kraftvärme som motsvarar 7 procent av den generella nivån.

De stigande fossilbränslepriserna, det relativt höga priset på utsläppsätter, en ökning i elcertifikatkvot samt en förväntad ökning av avfallsförbränning gör att kraftvärmeproduktion baserad på fossila energislag får svårt att konkurrera i framtiden i referensbanan. Enligt modellresultatet minskar gaskraftvärmen från 2020 och hamnar efter 2030 på noll. De stigande gaspriserna medför att ny gaskraftvärme inte är lönsam och att existerande gaskraft får svårare att konkurrera. Det är dock möjligt att andra aspekter, till exempel lägre priser eller att behovet av både regler- och baskraft i södra Sverige kan göra dem lönsamma att driva vidare. Inget sådant antagande har gjorts i modellen.

Det används en mycket liten del oljor idag och den minskar ytterligare för att försvinna efter 2030 i denna referensbana vilket också gäller för torv. Den lilla delen kol som finns idag försvinner redan till 2020.

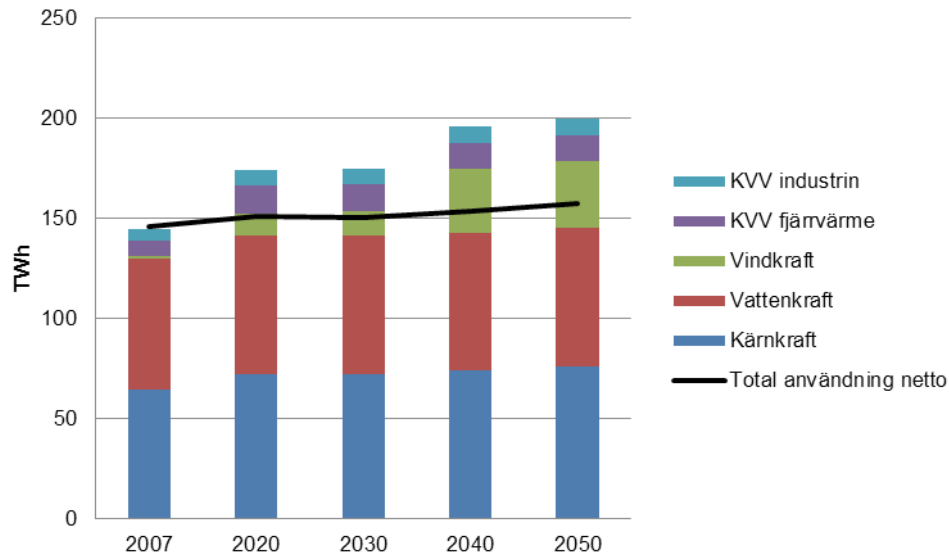
Det fossila bränsle som är kvar är restgaser (så kallade hyttgaser) från järn- och stålindustrin som idag används för el- och fjärrvärmeproduktion istället för att facklas bort i tillverkningsprocessen. De följer den antagna utvecklingen i industrin och ökar därför något i referensbanan. Hyttgaserna hanteras i färdplansarbetet inom sektorn industri.

Total elproduktion i referensbanan är i slutet av perioden nära 200 TWh.

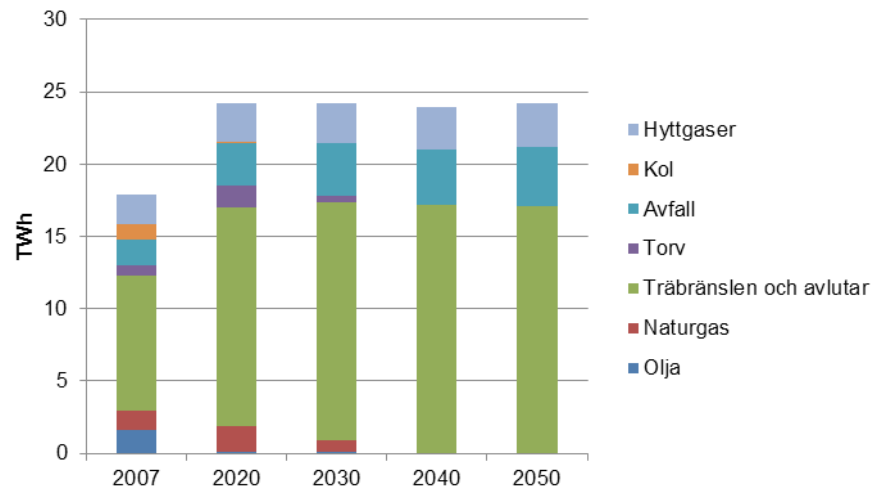
Expansionen inom elproduktionen i kombination med en måttlig ökning av elanvändningen leder till en omfattande nettoexport av el från Sverige. Denna export kräver förstärkningar av överföringskapacitet till grannländerna.

Utsläppen av växthusgaser är lägre än idag och kommer från den fossila delen i avfallet och från det ökade utsläppen av metan och lustgas från biobränsleförbränning.

Figur 7. Elproduktion och användning för år 2007 och för åren 2020, 2030, 2040 och 2050



Figur 8. Insatt bränsle för elproduktion år 2007 och för åren 2020, 2030, 2040 och 2050



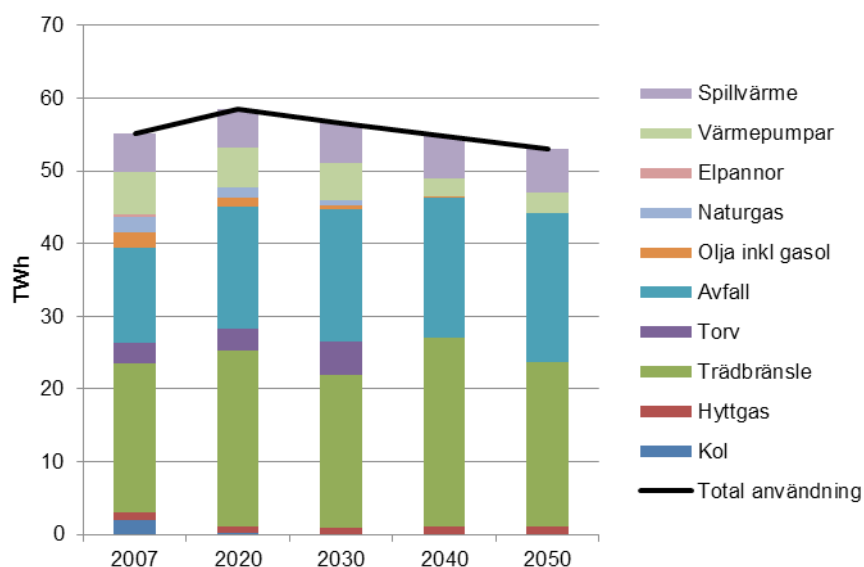
### 6.2.3 Värmeproduktion

Det totala fjärrvärmebehovet minskar efter 2020 i referensbanan vilket beror på effektiviseringar i användarledet och ökad konkurrens med andra uppvärmningsalternativ som exempelvis värmepumpar.

Eftersom kraftvärmeandelen ökar följer bränsleanvändningen till värmeproduktion i stort sett användningen till elproduktion.



**Figur 9. Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion och användning år 2007 och för åren 2020, 2030, 2040 och 2050**



Det dominerande energislaget är bibränsle och expansionen är stor till 2040 för att sedan minska något. Avfallsbränslen ökar under hela perioden i referensbanan och utgör en begränsning för fortsatt ökning av bibränslen. Generellt är avfallskraftvärme mer lönsamt än biokraftvärme i beräkningarna. Avfallet bedöms här innehålla 40 procent med fossilt ursprung vilket ökar utsläppen av växthusgaser från avfall i referensbanan.

Det finns ändå en mindre mängd fossila bränslen kvar år 2050 som består av den fossila delen i avfall och en liten del oljor för spetslast.

#### 6.2.4 Referensbana utan ny kärnkraft

I referensbanan utan ny kärnkraft ses skillnader efter 2030 då befintlig kärnkraft antas börja fasas ut. Vindkraften blir mer lönsam eftersom elpriserna är högre i denna bana och expanderar till att utgöra drygt en tredjedel av elproduktionen.

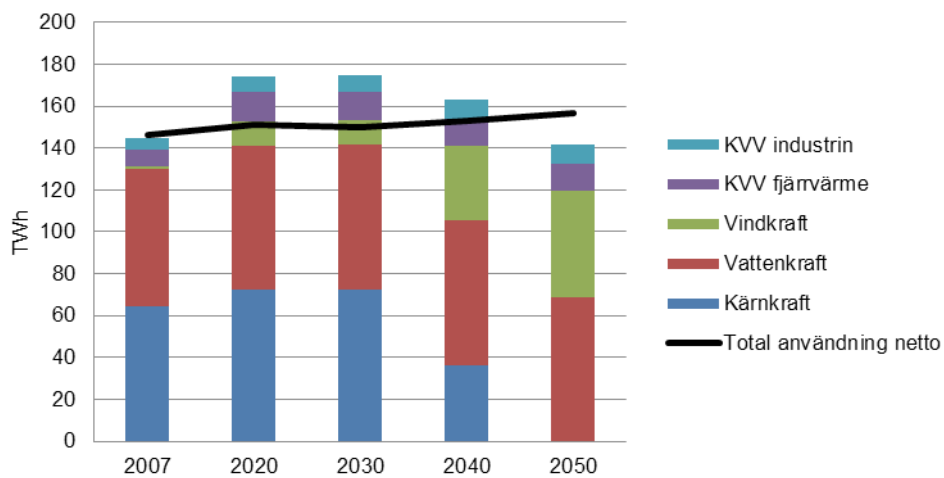
Till följd av det begränsade fjärrvärmebehovet byggs inte kraftvärmen ut ytterligare och kan inte bidra till en ökad elproduktion. Det produceras något mer el från naturgas och då inom industrin. Detta är den enda skillnaden mellan referensbanorna då det gäller fossil kraftproduktion i Sverige.

Den totala elproduktionen i slutet av perioden är drygt 140 TWh vilket är cirka 60 TWh lägre än i referensbanan där ny kärnkraft byggs. Eftersom användningen av el antas vara samma i de båda referensbanorna resulterar det i ett underskott av el.

Ett kanske ännu större problem än underskottet på energi är effektillgängligheten, dvs. den minimala produktion som säkert är i drift under tider med risk för effektbrist eller perioder med mycket hög förbrukning. Denna är mycket lägre för vindkraft än för kärnkraft, och för att säkerställa effektbalansen i elsystemet behövs därför alternativ baskraft.

Svensk elproduktion är även i denna referensbana i det närmaste fossilfri med undantag för den fossila andelen som finns i avfallet som förbränns samt att produktionen av el med naturgas ökar något. Fossila bränslen för värmeproduktion skiljer sig inte från referensbanan med ny kärnkraft.

**Figur 10. Elproduktion och användning för år 2007 och för åren 2020, 2030, 2040 och 2050 för referensbanan utan ny kärnkraft**



## 7 Måluppfyllande scenarier

I detta kapitel görs en sammanfattning av de så kallade måluppfyllande scenarierna. Framför allt beskrivs skillnaderna mot referensbanorna. För detaljerade resultat hänvisas till underlagsrapporten.<sup>25</sup>

### 7.1 Fyra målscenarier

Hur el- och framför allt värmesektorn utvecklas beror bland annat på hur efterfrågan utvecklas. Två olika användarscenarier har tagits fram.

Scenariot med *låg elanvändning* karaktäriseras av en minskning inom bostäder och lokaler till följd av konverteringar och effektiviseringar på värmemarknaden samt en minskning av hushållsel och driftel. I scenariot med *hög elanvändning* ökar däremot elanvändningen, framför allt i industrin där nya elintensiva processer antas ersätta fossilbränslebaserade processer och transportsektorn där elbilar antas få ett större kommersiellt genombrott. Även användningen av hushållsel och driftel antas öka långsamt (däremot minskar el för uppvärmning).

Vidare har dessa två användarscenarier satts in i två olika utvecklingar i vår omvärld. En *fragmenterad omvärld* där Europa ensamt strävar mot nettollutsläpp och en *global omvärld* där alla länder strävar i samma riktning. Fossilbränslepriserna antas då bli lägre p.g.a. mindre efterfrågan. Tillsammans resulterar dessa kombinationer i fyra så kallade måluppfyllande scenarier.

Tabell 3. Priser i scenarierna

Fragmenterad omvärld		2010	2020	2030	2040	2050
Olja	Dollar/fat	74	112	128	135	138
Gas	Kr/MWh	185	283	323	337	345
Kol	Kr/MWh	101	113	120	125	129
CO <sub>2</sub>	Euro/ton	15	25	51	64	147
Global omvärld		2010	2020	2030	2040	2050
Olja	Dollar/fat	85	84	79	75	70
Gas	Kr/MWh	216	253	249	228	200
Kol	Kr/MWh	94	102	106	94	86
CO <sub>2</sub>	Euro/ton	15	25	60	78	190

Källa: IEA World Energy Outlook 2011, IEA Energy Technology Perspectives 2010, Energy Roadmap 2050, Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050.

<sup>25</sup> Beräkningar med MARKAL-NORDIC inför Färdplan 2050, Profu i Göteborg AB, 2012.

**Tabell 4. Sammanfattning av de fyra huvudscenarierna**

Beräkningsfall	Elanvändning	CO <sub>2</sub> -pris	Fossilbränslepriser	Känslighetsfall
<b>Målsscenario 1</b>	Låg	Fragmenterad omvärld	Referensbana	Obegränsad elöverföring
<b>Målsscenario 2</b>	Hög	Fragmenterad omvärld	Referensbana	Ingen ny kärnkraft
<b>Målsscenario 3</b>	Låg	Global omvärld	Global omvärld	Ingen ny kärnkraft
<b>Målsscenario 4</b>	Hög	Global omvärld	Global omvärld	Ingen CCS, höga biobränslepriser

## 7.2 Målsscenario 1 – låg elanvändning och fragmenterad omvärld

I detta scenario är elpriset högre under scenarioperiodens mitt vilket gynnar vindkraften som byggs ut tidigare och snabbare än i referensbanan. Elproduktionen från biokraftvärme i fjärrvärmenäten är lägre vilket följer av en minskande efterfrågan på fjärrvärme men även ökad konkurrens om råvarorna. Tillsammans med ett högre pris på CO<sub>2</sub> bidrar det till att torv fasas ut tidigare än i referensbanan.

Den fossila delen av avfallet finns kvar som den enda källan till fossila utsläpp av CO<sub>2</sub> efter 2030.

Nettoexporten är i slutet av perioden ganska stor. Ett känslighetsfall med obegränsad utbyggnad av överföringsförbindelser visar att elpriset skulle öka ytterligare, vilket leder till ökad utbyggnad av produktion från förnybara källor i Sverige och ökad export.

I målsscenario 1 avstannar ökningen av fjärrvärmeleveranserna, främst till följd av fortsatt värmeeffektivisering hos fjärrvärmekunderna i kombination med allt mindre återstående potential för lönsam nyanslutning. År 2050 har leveranserna minskat med drygt 20 %.

Den minskade produktionen av värme i kraftvärmeverk har samma förklaring som för elproduktionen. Biobränsleanvändningen växer under 20 år för att därefter minska något, tillbaka till dagens nivå. Anledningen till den minskningen är till stor del den minskade fjärrvärmeanvändningen.

## 7.3 Målsscenario 2 – hög elanvändning och fragmenterad omvärld

För målsscenario 2 antas en ökad elanvändning, inte bara i Sverige utan också för övriga länder då el ersätter fossila bränslen. Den ökade nordeuropeiska elanvändningen driver upp elpriset och en ökad utbyggnad av elproduktion. Samtidigt ökar elanvändningen rejält vilket medför en mindre elexport än i huvudfall 1. Det högre elpriset gynnar vindkraften som byggs ut ytterligare. Närmare 2050 blir det även lönsamt med elproduktion från solceller i form av elproduktionsanläggningar (inte att förväxla med solceller som sätts upp direkt av användare som är lönsamma långt tidigare).

Eftersom elanvändningen ökar mer än elproduktionen minskar nettoexporten jämfört med målsenario 1.

Skillnaden för fjärrvärme jämfört med föregående scenario är att efterfrågan ligger konstant på dagens nivå. Även i detta scenario sker en utfasning av fossilt och värmepumpar och en viss ökning av spillvärme och avfallsförbränning. Den högre fjärrvärmeefterfrågan jämfört med föregående fall ger dock ett fortsatt ökande utrymme för biobränsle.

I ett känslighetsfall har målsenario 2 testats med hur systemet kan ändras om ny kärnkraft inte byggs i Sverige. Effekterna ses efter 2030 då befintlig kärnkraft antas fasas ut. Trots fortsatt snabb utbyggnad av förnybar elproduktion blir Sverige från och med 2040 nettoimportör av el. Utbyggnaden av vindkraft och solceller blir något större än i målsenario 2. Skälet till detta är de högre elpriser som blir följderna av kärnkraftavvecklingen.

En så hög andel vindkraft skulle kräva åtgärder, både tekniska och marknadsmässiga. Det leder även till ett ökat behov av reserver för både frekvens- och balansreglering. Vindkraftproduktionen i sig själv och det ökade reglerbehovet kräver ett utbyggt stamnät och nya förbindelser till kontinenten. Nya tekniska lösningar måste också etableras för att bibehålla systemstabiliteten.

#### **7.4 Målsenario 3 – låg elanvändning och global omvärld**

Trots höga utsläppsrättspriser leder lägre fossilbränslepriser till lägre elpriser än i föregående två målscenarier. I kombination med stagnerande elanvändning gör detta att utbyggnaden av elproduktionskapacitet upphör när elcertifikatsystemets ökningskrav upphör 2020.

I känslighetsfallet med utfasad kärnkraft är tendenserna desamma som i känslighetsanalysen på målsenario 2. Mot slutet av perioden krävs en relativt stor nettoimport av el, men detta vänder snabbt då elpriset stiger till en sådan nivå att avsevärda mängder av vindkraft byggs ut i Sverige så att Sverige elmässigt är i balans. Då tillkommer dessutom en mindre utbyggnad av naturgasbaserad elproduktion med CCS. Att reglera ett system utan kärnkraft som bas, och en stor del intermittent produktion, skulle dock kräva både tekniska och marknadsmässiga åtgärder.

#### **7.5 Målsenario 4 – hög elanvändning och global omvärld**

Målsenario 4:s kombination av relativt lågt elpris, och därmed stagnerande elproduktion, och snabb elanvändningsökning medför att elexporten krymper över scenario-perioden. Mot slutet av perioden blir Sverige till och med för en kort period nettoimportör. Detta är det enda tillfälle i alla huvudscenarier (dvs. scenarier där kärnkraften finns kvar) där Sverige inte uppträder som nettoexportör av el. Även i detta fall sker en snabb förändring då elprisets nivå motiverar kraftig utbyggnad av vindkraft.

I målscenario 4 förekommer år 2050 till och med viss gasbaserad elproduktion som utnyttjar CCS. Den svenska elproduktionen på lång sikt är något mindre än i målscenario 2. Skälet är de något lägre elpriserna som inte motiverar utbyggnad av solceller. I Huvudfall 4 är användningen av fossila bränslen i den svenska elproduktionen mycket blygsam.

I dagsläget finns inte CCS tillgänglig som en kommersiell teknik. Förutom tekniska och ekonomiska osäkerheter finns också ett betydande acceptansproblem med CCS. Därför finns en känslighetsanalys av ett beräkningsfall där CCS inte blir tillgängligt. Det antas också att ökad konkurrens om förnybara bränslen gör att priserna på biobränslen ökar. Detta får stor påverkan på det totala nordeuropeiska elsystemet och leder till rejäla öknningar av elpriset. Det höga utsläppspriset får större genomslag på elpriset eftersom CCS inte längre kan dämpa detta och potentialerna för förnybar energi inte räcker. Detta leder till stor utbyggnad av elproduktion i Sverige. Det är främst vindkraft och på lång sikt solceller som expanderar. Det blir också marginellt mindre biobränsle och mer naturgas i elproduktionsmixen som en följd av känslighetsantagandena. Detta leder till att Sverige blir en klart större elexportör.

## **7.6 En minskad produktion från vattenkraft**

I bedömningar som gjorts kan elproduktionen minska med ungefär 10 procent om direktivet för vatten följs till fullo. Det är ett mycket komplext system som dessutom står inför stora förändringar i form av mer varierande produktionskällor, större sammankoppling med kontinenten, mer flexibel användarsida och en uttalad önskan att använda vattenkraften i norra Europa till att även balansera varierande elproduktionskällor på kontinenten. Komplexiteten gör det omöjligt att i detta arbete ta hänsyn och bedöma effekterna på ett framtida system utan stora förenklingar har fått göras.

10 procent motsvarar knappt 7 TWh el vilket kan dras bort från beräkningsfallen. Den lägre produktionen minskar nettoexporten eller ökar nettoimporten i de olika fallen. Det är dock inte lika enkelt att bedöma effekten av ett förändrat flöde i och bredvid kraftverket eller exakt hur reglerbarheten förändras utan att göra en mer noggrann utredning.

## 8 Analys och slutsatser

Sverige har goda förutsättningar för en fossilfri el- och fjärrvärmeproduktion genom en stor andel kärnkraft och vattenkraft och i övrigt hög och växande andel förnybar energi.

Sektorn ingår i den handlande sektorn och det huvudsakliga styrmedlet är EU ETS. Dessutom är flera typer av skatter involverade, varav de som har störst betydelse som styrmedel mot utsläppsminskningar är koldioxid- och energiskatter.

Sektorn genererar utsläpp som är nära noll redan i referensscenariot. Inom ramen för EU ETS har åtgärder som minskar utsläppen i Sverige ingen nettoeffekt. Nationella styrmedel som innebär dubbelstyrning bör därför i princip undvikas, om dessa inte särskilt kan motiveras.

### 8.1 EU ETS

I klimatpropositionen anges att EU är plattformen för en svensk klimatpolitik som är internationellt samordnad. EU:s handel med utsläppsrätter är ett sätt att på marknadsekonomisk grund minska utsläppen effektivt.

Såväl elmarknaden som fjärrvärmemarknaden är starkt influerad av EU:s klimat- och energipolitik. El och fjärrvärme produceras inom den handlande sektorn, vars utsläpp begränsas av handelssystemet (EU ETS). Därmed kommer minskade utsläpp i Sverige att ge utrymme för ökade utsläpp i andra delar av Europa, och därmed vara utan nettoeffekt på de globala utsläppen.

Referensscenariot för el- och fjärrvärmesektorn visar att sektorns utsläpp minskar till nära noll år 2050. Kvarvarande utsläpp (ca 2 Mton) härrör från avfall i fallet när ny kärnkraft byggs och från avfall och naturgas i fallet utan ny kärnkraft. Naturgasen används då för elproduktion i industrin. I referensscenariot startar priserna i utsläppshandelssystemet år 2010 på 15 euro per ton för att öka till 52 euro per ton till 2050. I de måluppfyllande scenarierna stiger priserna till 147 respektive 190 euro per ton.

Vidareutvecklingen av handelssystemet och prisutvecklingen på utsläppsrättsmarknaden är av stor betydelse för el- och fjärrvärmesektorns utveckling i Sverige. Priserna år 2012 har varit låga. För att referensfallets utfall ska vara troligt behöver priserna gå upp och bestämmelser kring systemets långsiktiga tillämpning slås fast. EU ETS bör utvärderas kontinuerligt med avseende på dess funktion och tillämpning. Styrmedel i sektorn påverkar varandra vilket blir särskilt tydligt med marknadsbaserade styrmedel. Styrmedlens interaktion bör därför följas noggrant för att säkerställa att det långsiktiga klimatmålet nås på ett kostnadseffektivt sätt.

## 8.2 Koldioxidskatt

I el- och fjärrvärmesektorn används förutom klimatpolitisk styrning genom EU ETS energipolitiska styrmedel i form av bl.a. koldioxidskatt för fjärrvärmeproduktion och elcertifikat för produktion av ny förnybar el och vilka båda bidrar till förnybartmålet. Koldioxidbeskattningen på fossil kraftvärme tas bort år 2013.

Förslaget att skattebefria värmeproduktion i kraftvärmeverk innebär att incitamentet att producera värme från industrins mottryck minskar något jämfört med värme från kraftvärmeproduktion medan incitamentet för sådan värme ökar relativt värme producerad i hetvattenpannor. Förslaget innebär också att värme från hetvattenpannor som levereras till industrin ska beskattas som om industrin producerat den själv. Det innebär att konkurrenskraften för värme från hetvattenpannornas förstärks gentemot industrin egenproducerade värme.

Koldioxidskatten finns kvar för fossil förbränning i fjärrvärmeverk. I närvaro av EU ETS kan effektivitetsvinster göras genom att ta bort koldioxidskatten även för fjärrvärme. Förslag i denna riktning finns i förslaget till energiskattedirektiv. Uppfyllelsen av förnybartmålet kan då komma att påverkas eftersom användning av fossila bränslen kan bli mer ekonomiskt fördelaktig.

Koldioxidskatt i den handlande sektorn undergräver kostnadseffektiviteten i EU ETS. Dyrare utsläppsreducerande åtgärder än vad motiveras av utsläppshandelssystemet tas i anspråk som ger utsläppsutrymme någon annanstans i systemet. För en kostnadseffektiv politik mot tvågradersmålet genom EU ETS, bör därför koldioxidskatten för fjärrvärmeproduktion kunna avvecklas på sikt.

## 8.3 Avfall

Fossilandelen i avfall är inte längre skattebelagd. Idag (2012) gynnar skattesystemet därför förbränning av avfall i fjärrvärmeanläggningar (och t.o.m. 2012 även i kraftvärmeanläggningar) jämfört med andra fossila bränslen. I tillägg gav och ger skattesystemet fördel för kraftvärmeverk jämfört med fjärrvärme. Även om det inte står klart hur styrande skatten faktiskt hade varit om den behållits (avfall har t.ex. ett negativt pris) så ges förbränning av fossilt avfall i värmeanläggningar en fördel gentemot förbränning av andra fossila bränslen genom skattesystemet. Rimligen bidrar den till att det är just avfall som är kvar (och ökar) i energisystemet till år 2050.

Referensscenariot har beräknats med skatt på kraftvärme som motsvarar 7 procent av den generella nivån. Regeringen har sedermera föreslagit att skatten i kraftvärmesektorn tas bort år 2013. Det innebär att skattesystemet kommer att ge ytterligare fördel för kraftvärme gentemot fjärrvärme, men att incitamenten i kraftvärmesektorn blir mer neutrala mellan avfall och andra fossila bränslen.



Utfasning av koldioxidskatten i fjärrvärmesektorn vore ett sätt att ytterligare neutralisera incitamenten mellan avfall och andra fossila bränslen och öka kostnadseffektiviteten i EU ETS utan att de samlade utsläppen i systemet påverkas. Av 32 anläggningar i Sverige som förbränner avfall producerade 7 endast värme år 2011.

Det finns anledning att se över hur incitamenten för att minska utsläppen från avfallsförbränning förhåller sig till övrig styrning på avfallsområdet.

#### **8.4 Elcertifikat inget styrmedel för klimatmålet**

Elcertifikatsystemet är ett viktigt styrmedel för att nå förnybartmålet till 2020. Teoretiskt minskar elcertifikat, eller andra styrmedel för förnybar energi, kostnadseffektiviteten i EU ETS genom att det potentiellt innebär att mer kostsamma åtgärder genomförs. Elcertifikatsystemet bör därför utvärderas kontinuerligt, både för att säkerställa att Sveriges åtaganden gentemot EU:s 2020-mål uppfylls och att elcertifikatsystemet bidrar till att de svenska energipolitiska målen nås.

#### **8.5 Effektiva marknader**

Det finns effektivitetsvinster att göra genom att vidta åtgärder som förbättrar marknadernas funktionssätt. Genom att enskilda aktörer möter de samhälls-ekonomiska kostnader och nyttor som enskilda handlingar är förknippade med ökar förutsättningarna för att de samhällsekonomiskt mest lönsamma åtgärderna genomförs för att nå de energi- och klimatpolitiska målen. Incitament som skapas av t.ex. ekonomiska styrmedel får bättre förutsättningar att ge avsedd effekt. I den mån marknader inom el- och fjärrvärmesektorn avviker från vad som kan anses vara effektiva marknader ligger det i samhällets intresse att förbättra dessa marknaders funktionssätt.<sup>26</sup> Det kan handla om ökad flexibilitet i efterfrågan på el t.ex. genom timdebitering, förbättrade möjligheter för tredje part att få tillträde till fjärrvärmenät eller mer transparenta avfallsmarknader.

Priset bör ge tydliga signaler också till elanvändarna. Om kunden kan ingå avtal som innebär att taxan varierar över dygnet finns också ett incitament för kunden anpassa sin förbrukning till perioder när tillgången på el är större och för näringslivet att utveckla produkter och tjänster som möjliggör för elkonsumenter att dra nytta av dessa lägre priser. Genom att i allt större grad aktivera användarsidan på elmarknaden förväntas behovet av reservkraft vid topplastsituationer reduceras, vilket har förmåga att begränsa utsläppen.

Sverige står inför stora utmaningar i form av nätutveckling för att kunna hantera variabel produktion, flexibel användning och en starkare sammankoppling med kontinenten och framför allt i att få dessa delar att fungera som ett system.

---

<sup>26</sup> Se t.ex. Sven-Olof Fridolfsson och Thomas P. Tangerås, *Investeringar på elmarknaden – fyra förslag för förbättrad funktion*, Expertgruppen för miljöstudier 2011:5

## 8.6 Kärnkraften viktigare för baskraften än klimatet

Kärnkraften är starkt beroende av den politiska miljön. Scenarierna visar att utsläppen från el- och fjärrvärmesektorn i Sverige blir låga antingen kärnkraften ingår i energisystemet eller inte, men visar inte vikten av att det finns baskraft i systemet för att elnätets stabilitet ska kunna garanteras. Konsekvenserna av att använda eller inte använda kärnkraften skiljer sig därför åt. Om Sverige inte vill ha kärnkraft behövs annan kraft än vindkraft i systemet, t.ex. baskraft från naturgas. Därmed kan CCS<sup>27</sup> bli aktuellt inte bara för industrin och kontinenten utan också för Sveriges el- och fjärrvärmesektor.

## 8.7 Forskning och utveckling för lägre miljöpåverkan och kostnader

Forskning och utveckling är alltid och fortsatt viktigt både för att förbättra befintliga tekniker och för att hitta nya. Skäl för statlig inblandning i forskning, utveckling, demonstrationsinsatser och marknadsintroduktion (FUDM) finns även i energisektorn, eftersom det är vanligt att hela avkastningen av FUDM-insatser inte tillfaller investeraren utan tillfaller även externa parter. Ca 1 miljard avsätts för energiforskning varje år, där Energimyndigheten fördelar en väsentlig andel. Det synes utifrån scenarierna inte vara tekniska hinder att nå ett mål om nollutsläpp i sektorn. Snarare styrs valet av tekniker av lönsamhetskrav, där incitament som skapas genom ekonomiska styrmedel har goda förutsättningar att göra skillnad. Forskning och utveckling har istället sin plats för att minska samhällets kostnader (inklusive miljöpåverkan) för att nå målet, samt att anpassa infrastruktur och styrmedel till den utveckling som är, nationellt och internationellt. Även systemforskning är viktigt då flexibel användning och produktion ska fungera ihop.

FUDM kan också mildra konsekvenserna av olika vägval, t.ex. när det gäller kärnkraft, men också när det gäller nya krav som ställs på elnät såväl mellan länder som på mikronivå, såsom laddinfrastruktur och smarta nät. Den omställning som el- och fjärrvärmesektorn står inför med förutsett ökat utnyttjande av vindkraft, mikroproduktion av el, förändrade konsumtionsmönster t.ex. genom elbilar etc. gör att sektorn står inför stora investeringar i infrastruktur.

---

<sup>27</sup> Carbon capture and storage, dvs. avskiljning och lagring av koldioxid.

## **8.8 Incitament saknas för bio-CCS**

Bio-CCS innebär CCS på biobränsleanläggningar. Biobränsleanläggningar släpper ut icke-fossil koldioxid, vilken inte anses klimatbelastande. Istället antas denna koldioxid tas upp igen av växande skog så att nettoutsläppen av förnybar råvara blir noll.

För fossil koldioxid ska verksamhetsutövaren inneha utsläppsrätter för sina utsläpp. Det gör att ett värde skapas av att fånga in denna koldioxid, och därmed finns ett incitament för CCS. För förnybar koldioxid saknas detta incitament, och det är därmed inte sannolikt att bio-CCS kommer att komma till stånd.

Det är därför motiverat att utveckla ett system som ger anläggningar som använder biomassa ett incitament som motsvarar incitamentet som ges CCS för anläggningar som använder fossila bränslen och därmed agerar inom EU ETS. Ett sådant system kan lämpligen kopplas till EU ETS för att ge bio-CCS samma incitamentsutveckling som ges CCS.



## 9 Bilaga: Metod och antaganden för scenarier

Metod och förutsättningar finns beskrivna i detalj i Profus underlagsrapport.<sup>28</sup>

### 9.1 Metod

Referensscenariot för el- och fjärrvärmesektorn görs genom att användarsektorerna bostäder och service, industri samt transport först tar fram behovsscenarioer. Sektorn för el och fjärrvärme har sedan modellerats.

Modellverktyget Markal-Nordic omfattar en beskrivning av de stationära energisystemen i Sverige, Norge, Finland och Danmark. Med det stationära energisystemet avses produktion av el, fjärrvärme och process ånga samt slutlig energianvändning inom bostäder, service och industri. Transporter ingår alltså endast genom ett antagande om transportsektorns elanvändning i de fyra länderna. Dessutom ingår en beskrivning av Tysklands och Polens elproduktion. Samtliga länder är i modellen förbundna med varandra via elöverföringsförbindelser som kan utökas genom nyinvesteringar.

Markal-Nordic beskriver utvecklingen i energisystemen, givet en lång rad randvillkor och antaganden, från idag och fram till 2050. Särskild vikt har lagts vid beskrivningen av de existerande energi- och koldioxidskatterna, det europeiska handelssystemet för utsläppsrätter samt stödsystem för förnybar energi som exempelvis elcertifikatsystemet.

### 9.2 Specifika förutsättningar

Några av de antaganden som kan nämnas här gäller elcertifikatsystemet och kärnkraften.

Produktionsmålet för elcertifikatsystemet antas hållas konstant efter modellår 2023 och tillåts vara i bruk till och med modellår 2037 (2035 i det verkliga systemet).

I utgångsläget har Profu tillsammans med Energimyndigheten (under arbetet med Långsiktsprogno 2012) antagit att den samlade kärnkraftkapaciteten i Sverige inte får överstiga den som uppnås då effekthöjningarna av den befintliga kärnkraften antas vara genomförda, det vill säga drygt 10 GW. De existerande anläggningarna fasas ut efter 60 års drift vilket innebär att utfasningen inleds efter modellår 2030. Först därefter tillåts investeringar i ny kapacitet. Detta kan tolkas som att den

---

<sup>28</sup> Beräkningar med MARKAL-NORDIC inför Långsiktsprogno 2012, Profu i Göteborg AB, 2012.

existerande kärnkraften ersätts av lika stora enheter eller att de nya reaktorerna är större men att inte alla befintliga reaktorer ersätts med nya. Den totala kärnkraftproduktionen ökar dock något p.g.a. antagandet att tillgängligheten i de nya verken är något högre än i de befintliga verken.

### **9.3 Åtgärdskostnader i modellen**

För en mer heltäckande genomgång av olika beräkningsantaganden rekommenderas rapporten ”Beräkningar med MARKAL-NORDIC inför Långsiktspåprognos 2012”.

#### **9.3.1 Kostnaden att producera el i nya anläggningar**

De i modellen antagna kostnaderna för ny elproduktion baseras dels på exogena parametrar (input i modellen) som bränslepriser, investeringskostnader, och verkningssgrader, och dels på endogena parametrar (beräkningsresultat eller output) som elcertifikatpris och fjärrvärmekreditering. Följaktligen skiljer sig elproduktionskostnaderna åt mellan de olika scenarierna. Dessutom förändras kostnaden för ny elproduktion över tiden (beroende på bränslepriser, CO<sub>2</sub>-priser och teknisk utveckling). I verkligheten är kostnader för ny elproduktion i det närmaste projektspecifika och påverkas av lokala förutsättningar, teknisk utformning, anläggningsstorlek, avkastningskrav, tidshorisont med mera.

#### **9.3.2 Kostnader att reducera CO<sub>2</sub>-utsläpp (kopplat till elproduktionskostnaden)**

Profu har även redovisat exempel på kostnader att reducera CO<sub>2</sub>-utsläppen från de olika teknikerna/åtgärderna ordnade efter stigande kostnad. Det poängteras dock att man i en sådan analys måste komma ihåg ett antal saker: kostnadsbedömningarna är dynamiska, och ändras över tiden till följd av förändringar på energimarknaderna, teknisk utveckling med mera. Kostnadsuppskattningarna är dessutom helt beroende av vilken referens (produktionsteknik och bränsle) man har i analysen.

Inom varje teknik finns dessutom ett antal underkategorier, t.ex. vindkraft uppdelat i olika vindlägen, biobränslekraft uppdelat i olika anläggningsstorlekar eller baserat på olika bränslefraktioner. Och till sist, det är inte fullt så enkelt som att titta på åtgärdskostnaden och se om den ligger under eller över priset på CO<sub>2</sub> på den europeiska utsläppsrättsmarknaden för att avgöra om tekniken/åtgärden är lönsam. Detta beror även på lönsamheten för att producera el.

### **9.3.3 Fördjupad beskrivning av teknik/åtgärds-kostnader**

#### **Vindkraft**

I modellen ingår 12 olika landbaserade klasser respektive 9 olika havsbaserade klasser i Sverige. Sammantaget ger dessa klasser nedanstående utbudskurva (total produktionskostnad och produktionspotential) för vindkraft.

#### **Biobränslebaserad el- och fjärrvärmeproduktion**

Ny biobränslebaserad kraftproduktion kan i modellen ske i många olika tekniker och olika storleksutföranden, t.ex. konventionella kraftvärmeverk, IGCC-anläggningar (Integrated Gasification Combined Cycles), sodapannor (med och utan förgasning), biogasmotorer samt anläggningar som kan sameldas med torv och kol. De huvudsakliga begränsningarna för biobränslebaserad kraft relateras till bränsleresurser och bränslepriser samt fjärrvärmeunderlag.

#### **Avfallsförbränning**

Modellbeskrivningen omfattar avfallsbaserad el- och fjärrvärmeproduktion. Avfallshanteringssystemet utesluts därmed. Mottagningsavgifterna ansätts som en negativ bränslekostnad, det vill säga en intäkt för avfallsförbränningsanläggningen. Trots mycket höga investeringskostnader leder detta till att fjärrvärmeproduktion baserad på avfallsförbränning är en mycket lönsam åtgärd i modellbeskrivningen.

#### **Övrig förnybar kraft**

Inga ytterligare subventioner utöver elcertifikatintäkter i Sverige och Norge antas komma vågkraft respektive solet till godo.

Av samtliga tekniker i modellverktyget är det generellt sett endast några av de förnybara kraftslagen (främst sol, våg och IGCC) där det antas att kostnaden sjunker signifikant över tiden till följd av tekniskt lärande. De övriga teknikerna antas vara mer eller mindre mogna såtillvida att framtida kostnadsreduktioner över tiden är mycket begränsade.

#### **CCS (Carbon Capture and Storage)**

Avskiljning och deponering av CO<sub>2</sub> finns med som en option att väsentligt minska utsläppen från vissa fossila kraftslag i samtliga modellerade länder. CCS är i modellbeskrivningen inkluderad som tilläggstekniker som kan adderas till ”konventionella” kraftverk i de nordiska länderna. I Tyskland och Polen tillåts av modelltekniska skäl CCS endast genom investeringar i helt nya elproduktionsanläggningar där CCS ingår från början.

Bio-CCS ingår inte i modellbeskrivningen.

#### 9.3.4 Överföringsförbindelser mellan länder

I Markal-beräkningarna beskrivs överföringsförbindelserna för el mellan länderna med en investeringskostnad uttryckt i kr/MW. Dessutom beskrivs hur stora dessa förbindelser är i dagsläget. Utifrån förutsättningarna för elproduktion i olika länder och därmed elproduktionskostnaden på marginalen område för område så görs en beräkning av den optimala överföringspotentialen. Elprisskillnaderna mellan länder driver utbyggnaden av överföringskapacitet. Eftersom investeringskostnaderna för sådan transmission är relativt hög så kommer det aldrig att vara lönsamt att helt bygga bort flaskhalsar i överföringsförbindelserna.

Av modellmässiga och praktiska skäl har dock gränser för hur stora överföringsförbindelserna från Sverige till Tyskland/Polen får vara funnits med i beräkningarna. Gränsen har satts till 6 GW, att jämföra med dagens 1 GW. Skälet till begränsningarna är kopplade till osäkerheter om möjligheterna att vidaretransportera elen inom de aktuella länderna.



### **Ett hållbart energisystem gynnar samhället**

Energimyndigheten arbetar för ett hållbart energisystem, som förenar ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Vi utvecklar och förmedlar kunskap om effektivare energi-användning och andra energifrågor till hushåll, företag och myndigheter.

Förnybara energikällor får utvecklingsstöd, liksom smarta elnät och framtidens fordon och bränslen. Svenskt näringsliv får möjligheter till tillväxt genom att förverkliga sina innovationer och nya affärsidéer.

Vi deltar i internationella samarbeten för att nå klimatmålen, och hanterar olika styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter. Vi tar dessutom fram nationella analyser och prognoser, samt Sveriges officiella statistik på energiområdet.

Alla rapporter från Energimyndigheten finns tillgängliga på myndighetens webbplats [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se).



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99  
E-post [registrator@energimyndigheten.se](mailto:registrator@energimyndigheten.se)  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)