

# Energisektorns miljöpåverkan och arbete med miljöfrågor

En rapport om energi och miljömål

Underlagsrapport till  
ET2007:21 Energi som miljömål

ER 2007:16

Böcker och rapporter utgivna av Statens  
energimyndighet kan beställas från  
Energimyndighetens förlag.  
Orderfax: 016-544 22 59  
e-post: [forlaget@stem.se](mailto:forlaget@stem.se)

© Statens energimyndighet  
Upplaga: 60 ex

ER 2007:16

ISSN 1403-1892

## Förord

Energimyndigheten gavs i uppdrag i regleringsbrevet för 2006 att rapportera till Miljömålsrådet om arbetet med särskilt sektorsansvar för miljömålsarbete. För detta ändamål har ett antal underlagsrapporter samt en slutrapport tagits fram. Denna rapport utgör ett av underlagen till slutrapporten ”Energi som miljömål” (ET 2007:21).

I Energimyndighetens uppdrag att redovisa energisektorns miljöpåverkan i den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen ingår bland annat att beskriva energisektorns påverkan på miljö kvalitetsmålen. I denna underlagsrapport redovisas dessa uppgifter.

Susanna Widstrand har skrivit avsnitten om vind och vågkraft. Anna Lundborg har bidragit till avsnittet om bioenergi. Göran Andersson har gjort sammanställningen av miljöpåverkan från uppvärmning. Till andra delar (Vattenkraft och kärnkraft) av kap 5 ”Miljöpåverkan från olika delar av energisektorn” har material hämtats från IVA projektet *Energiframsyn*. Kap 6 ”Energiektorns största miljöutmaningar” har skrivits av Rebecka Engström. Till kap 7 har Tore Carlsson, Daniel Lundkvist och Lisa Lundmark bidragit. Övriga avsnitt har skrivits av Gustav Ebenå.



## Innehåll

<b>1</b>	<b>Miljömålsarbete</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrund.....	7
1.2	Organisation.....	9
1.3	Energimyndighetens roll.....	11
<b>2</b>	<b>Verktyg för utvärdering av energisektorns påverkan på miljömålen</b>	<b>15</b>
2.1	Indikatorer.....	15
2.2	Energistatistik .....	17
2.3	Analysarbete .....	17
<b>3</b>	<b>Energiektorns påverkan på de 16 miljökvalitetsmålen</b>	<b>19</b>
1.	Begränsad klimatpåverkan .....	21
2.	Frisk luft .....	23
3.	Bara naturlig försurning .....	24
4.	Giftfri miljö .....	26
5.	Skyddande ozonskikt .....	28
6.	Säker strålmiljö .....	29
7.	Ingen övergödning .....	30
8.	Levande sjöar och vattendrag .....	31
9.	Grundvatten av god kvalitet.....	33
10.	Hav i balans samt levande kust och skärgård .....	34
11.	Myllrande våtmarker .....	36
12.	Levande skogar .....	37
13.	Ett rikt odlingslandskap .....	38
14.	Storslagen fjällmiljö.....	40
15.	God bebyggd miljö.....	41
16.	Ett rikt växt- och djurliv.....	44
<b>4</b>	<b>Energiektorn och de övergripande miljömålen</b>	<b>45</b>
4.1	Kulturmiljön .....	45
4.2	Hälsofrågor .....	45
4.3	Fysisk planering och hushållning med mark och vatten samt byggnader .....	46
<b>5</b>	<b>Miljöpåverkan från olika delar av energiektorn</b>	<b>47</b>
5.1	Energieffektivisering .....	47
5.2	Vattenkraft .....	50
5.3	Kärnkraft.....	56
5.4	Fossila bränslen och torv .....	59
5.5	Vindkraft.....	61
5.6	Bioenergi.....	71
5.7	Avfall .....	83
5.8	Sol.....	85
5.9	Vågkraft .....	88

5.10	Överföring.....	94
5.11	Uppvärmning.....	96
5.12	Systemeffekter.....	105
5.13	Referenser.....	111
<b>6</b>	<b>Energisektorns största miljöutmaningar</b>	<b>115</b>
6.1	Energisektorns miljöproblem.....	115
6.2	Vilka miljöproblem är störst?.....	120
6.3	Hur kan miljöproblemen minskas?.....	123
6.4	Miljöproblem och miljömål.....	125
6.5	Energisektorns utmaningar och miljömålen.....	126
6.6	Energi som en övergripande miljömålsfråga.....	128
6.7	Framtidens utmaningar.....	130
6.8	Slutsatser: energisektorns största miljöutmaningar.....	137
6.9	Referenser.....	138
<b>7</b>	<b>Energimyndighetens arbete lokalt, regionalt och internationellt</b>	<b>141</b>
7.1	Lokalt.....	141
7.2	Regionalt.....	146
7.3	EU.....	148

# 1 Miljömålsarbete

**Det övergripande målet för miljöarbetet är att vi till nästa generation ska lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta. Det innebär att påverkan på miljön ska ha reducerats till nivåer som är långsiktigt hållbara.**

**Med det riktmärket angav regeringen femton miljö kvalitetsmål i propositionen Svenska miljömål - miljöpolitik för ett hållbart Sverige (1997/98:145). Förslaget antogs av riksdagen den 28 april 1999. Det var inledningen på det arbete som fortfarande löper och utvecklas.**

## 1.1 Bakgrund

Den 26 april 2001 lämnade regeringen en miljömålsproposition (Svenska miljömål - delmål och åtgärdsstrategier, 2000/01:130) grundad på Miljömålskommitténs betänkande. Delmål för miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan föreslogs den 29 november 2001 i regeringens klimatproposition Sveriges klimatstrategi, 2001/02:55.

Riksdagen godkände den 23 november 2001 den proposition som gav oss den struktur miljömålen och arbetet med dessa har. Några av huvudragen var att tidsbestämda och mätbara delmål för att nå de då 15 svenska miljö kvalitetsmålen inom en generation infördes. Tre vägledande åtgärdsstrategier för att klara delmålen till 2010 kom också till. Som samordnare av miljö målsarbetet tillsattes ett Miljö målsråd.

Den 10 maj 2005 presenterade regeringen sin nya miljömålsproposition Svenska miljömål - ett gemensamt uppdrag (2004/05:150). Propositionen föreslog bl.a. ett sextonde miljö kvalitetsmål, Ett rikt växt- och djurliv, om biologisk mångfald. Riksdagen antog förslaget den 25 november 2005. Ett rikt växt- och djurliv har tre delmål. Beslutet innebär också att sju nya delmål antagits för de övriga miljö kvalitetsmålen, att sju delmål har fått ändrad lydelse och att nio delmål har tagits bort. Det innebär totalt sett 72 delmål.

### 1.1.1 Strukturen

Miljö målsstrukturen sägs svara mot den ekologiska aspekten av hållbar utveckling i Sverige. Det betyder att miljö målsstrukturen vilar på samma fem grundläggande värden som bla miljö balken.

De fem grundläggande värdena är att:

- främja människors hälsa

- värna den biologiska mångfalden och naturmiljön
- ta till vara kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena
- bevara ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga
- trygga en god hushållning med naturresurserna

### *Övergripande miljömålsfrågor*

Förutom de 16 miljökvalitetsmålen behandlas också fyra (numera tre) övergripande miljömålsfrågor: Naturmiljön, Kulturmiljön, Hälsofrågor och Fysisk planering och hushållning med mark och vatten och byggnader. Dessa övergripande frågor utgjorde också en viktig grund då de olika miljömålen formulerades. Ett sätt att förstå de övergripande miljömålen är att inget av miljökvalitetsmålen får nås på bekostnad av ett övergripande mål. Vid årsskiftet 2006-2007 togs det övergripande målet om naturmiljön bort då det främst är naturmiljö som beskrivs i de 16 miljökvalitetsmålen.

### *Generationsmål*

Strävan är att vi till nästa generation ska ha löst de stora miljöproblemen. Det betyder att alla viktiga åtgärder i Sverige ska vara genomförda till år 2020 (2050 då det gäller klimatmålet). Naturen behöver dock tid för att återhämta sig och i några fall kommer vi inte att hinna nå den önskvärda miljökvaliteten, även om stora insatser görs.

För att vi ska klara generationsmålet krävs ett stort engagemang hos många aktörer i samhället, både i Sverige och i andra länder. Teknikutveckling kan bidra till att lösa några av problemen. Det kan också behövas mer genomgripande samhällsförändringar.

### *Delmål*

Från november 2005 gäller dessa delmål antagna av riksdagen för att konkretisera miljöarbetet på vägen mot miljömålen. Delmålen anger inriktning och tidsperspektiv. Några utgör en del av hela miljökvalitetsmålet, andra utgör ett steg på vägen. Nya delmål kommer att behöva utvecklas efter hand.

### *Tre åtgärdsstrategier*

Ett fåtal aktiviteter - transporter, energianvändning, flöden av material, kemikalier och varor med mera - orsakar flera av dagens miljöproblem. Därför kan vissa åtgärder leda till att mer än ett miljömål nås. Som en följd av detta har riksdagen fastställt att arbetet med miljökvalitetsmålen ska koncentreras i tre strategier för att säkerställa att uppsatta delmål nås:

1. En strategi för effektivare energianvändning och transporter - för främst att minska utsläppen från energi- och transportsektorerna.



2. En strategi för giftfria och resurssnåla kretslopp för att minska användningen av naturresurser, minska de diffusa utsläppen av miljögifter och för att skapa energi- och materialsnåla kretslopp.

3. En strategi för hushållning med mark, vatten och bebyggd miljö för att bevara den biologiska mångfalden och värdefulla kulturmiljöer, skydda människors hälsa, samt för miljöanpassad fysisk planering och hållbar bebyggelsestruktur.

## **1.2 Organisation**

### **1.2.1 Aktörer**

#### *Regeringen*

Regeringen har det övergripande ansvaret för miljö kvalitetsmålen och har utsett en ansvarig myndighet för varje mål samt för några tvärgående ansvarsområden. En gång per år rapporterar regeringen till riksdagen om hur arbetet går. Vart fjärde år lämnar Miljömålsrådet (se nedan) en fördjupad utvärdering till regeringen. Utvärderingen används därefter som en del av underlagen till regeringens miljöproposition. Den ska ge underlag till regeringen om huruvida miljö kvalitetsmål, delmål eller styrmedel inklusive lagstiftning behöver revideras.

Inom regeringen är det Miljödepartementet som har det övergripande ansvaret för miljöfrågorna. För varje miljö kvalitetsmål finns en ansvarig myndighet. Därtill ansvarar länsstyrelser och kommuner för utveckling av regionala respektive lokala mål som grundas på de nationella miljö målen. Till detta kommer ett antal centrala myndigheter vilka har ett ansvar för sin respektive sektors påverkan på miljö målen, så kallade sektorsmyndigheter

#### *Miljömålsrådet*

Arbetet med miljö kvalitetsmålen kräver omfattande samordning. Därför har regeringen inrättat Miljömålsrådet för att samordna arbetet mellan myndigheterna och se till att myndigheternas resurser utnyttjas så effektivt som möjligt.

Miljömålsrådet viktigaste uppgifter är att:

- följa upp och utvärdera utvecklingen mot miljö kvalitetsmålen
- rapportera till regeringen om hur arbetet mot miljö målen går och vad som ytterligare behöver göras
- samordna informationsinsatser från miljö målsmyndigheterna
- övergripande samordna regional fördelning av miljö kvalitetsmål och delmål
- fördela medel till miljöövervakning och miljö målsuppföljning.

Varje år ger Miljömålsrådet en skriftlig rapport till regeringen om utvecklingen mot miljö målen. Syftet är att identifiera de viktigaste drivkrafterna bakom

miljöproblem, redovisa om vi närmar oss målen och i vilken takt. Vart fjärde år gör rådet en djupare utvärdering som underlag för beslut om korrigering av åtgärder och styrmedel.

#### *Miljömålsrådets beredningsgrupper*

Miljömålsrådet har tillsatt två beredningsgrupper som ska bereda ärenden till rådets möten samt vissa beslut om fördelning av medel.

Miljömålsrådets kansli har inrättats vid Naturvårdsverket.

### **1.2.2 Målmyndigheter, Sektorsmyndigheter och regionala myndigheter**

#### *Miljömålsansvariga myndigheter*

För att få en tydlig ansvarsfördelning i miljömålsarbetet har regeringen utsett en ansvarig myndighet för vart och ett av de 16 miljökvalitetsmålen.

Naturvårdsverket har ansvaret för tio mål, medan Statens Strålskyddsinstitut, Kemikalieinspektionen, Sveriges Geologiska Undersökning, Skogsstyrelsen, Jordbruksverket och Boverket har huvudansvaret för var sitt mål.

De miljömålsansvariga myndigheterna ska tillsammans med organisationer och företag som verkar inom en viss samhällssektor (exempelvis transportsektorn, jordbruket eller industrin) utveckla lämpliga indikatorer för uppföljning av miljömålsarbetet. Vidare ska myndigheterna samla data, redovisa måluppfyllelsen, föreslå kompletterande insatser och i övrigt verka för att miljökvalitetsmålen nås.

#### *Sektorsmyndigheter*

Det särskilda sektorsansvaret innebär att myndigheterna har ett ansvar för att driva arbetet för en ekologiskt hållbar utveckling framåt i sin sektor. Ansvaret innefattar bl.a. att identifiera sin roll och hur sektorns verksamheter påverkar utvecklingen mot ekologisk hållbarhet, att ta fram underlag i form av tänkbara sektorsmål samt att verka för att dessa åtgärder genomförs. Myndigheterna har rapporterat sitt arbete 1999 och 2003.

Regeringen har pekat ut ett antal myndigheter med ett särskilt sektorsansvar för ekologiskt hållbar utveckling. De är Arbetsmiljöverket, Arbetsmarknadsstyrelsen, Banverket, Boverket, Fiskeriverket, Försvarmakten, Jordbruksverket, Kemikalieinspektionen, Kommerskollegium, Konsumentverket, Luftfartsverket, Naturvårdsverket, NUTEK, Riksantikvarieämbetet, Riksförsäkringsverket, Räddningsverket, Sveriges geologiska undersökning, SIDA, Sjöfartsverket, Skogsstyrelsen, Myndigheten för skolutveckling, Statens energimyndighet, Socialstyrelsen och Vägverket.

Då verksamheter och förutsättningar skiljer sig kraftigt mellan de olika myndigheterna som har ett sektorsansvar så skiljer sig också tolkningen av vad uppdraget innebär kraftigt åt<sup>1</sup>.

### *Länsstyrelserna*

I miljömålsarbetet har länsstyrelserna en övergripande och samordnande roll som regionala miljömyndigheter. De ska arbeta tillsammans med andra regionala myndigheter och organ och i dialog med kommuner, näringsliv, frivilliga organisationer och andra aktörer för att säkra att miljökvalitetsmålen och delmålen får genomslag i länen.

Varje länsstyrelse ska i samråd med Miljömålsrådet anpassa, precisera och konkretisera 15 av de 16 miljökvalitetsmålen med hänsyn till de förutsättningar som finns i länet. Målet Levande skogar har Skogsstyrelsen, i samverkan med länsstyrelserna, ansvaret för. Länsstyrelserna ska ge kommunerna underlag och hjälpa dem att formulera lokala mål och åtgärdsprogram.

## **1.3 Energimyndighetens roll**

I Energimyndighetens regleringsbrev för 2006 står följande att läsa om miljömålsarbete:

### *Miljökvalitetsmål*

*Myndigheten skall i sitt arbete bidra till att uppfylla de av riksdagen antagna miljökvalitetsmålen som är relevanta för energisektorn, med inriktning på miljömålen begränsad klimatpåverkan, god bebyggd miljö, frisk luft och bara naturlig försurning. Därvid skall myndigheten, tillsammans med berörda myndigheter, vidareutveckla strategin för effektivare energianvändning och transporter. Beträffande energipolitiska insatser för begränsad klimatpåverkan bör dessa bidra till att det klimatpolitiska delmålet för perioden 2008-2012 uppnås och att en god grund läggs för att det långsiktiga klimatmålet till 2050 kan uppnås.*

*Myndigheten skall redovisa väsentliga aktiviteter som genomförts för att uppfylla relevanta miljökvalitetsmål. Bedömningen skall inriktas på miljömålen begränsad klimatpåverkan, god bebyggd miljö, frisk luft och bara naturlig försurning. Myndigheten skall också redovisa hur samverkan har skett med Miljömålsrådet och berörda miljömålsmyndigheter. Myndigheten skall även redovisa erfarenheter, kostnader och tidsåtgång för beredning av ärenden som genomförts i enlighet med förordningen (2003:262) om statliga bidrag till klimatinvesteringsprogram. Myndigheten skall även redovisa sitt arbete med att vidareutveckla strategin för effektivare energianvändning och transporter.*

---

<sup>1</sup> Myndigheternas miljöansvar – Vidareutveckling av det särskilda sektorsansvaret” Rapportnr. 5352 (2004) och Miljömål och sektoransvar Rapportnr 5087 (2000)

*Rapporteringen av arbetet skall ske till det Miljömålsråd som finns inom Naturvårdsverket enligt de riktlinjer som Miljömålsrådet utfärdar i samråd med myndigheten. Myndigheten skall vidare rapportera om sitt arbete med särskilt sektorsansvar för miljömålsarbetet till Miljömålsrådet vart fjärde år. Rapporteringen skall ske enligt de riktlinjer som Miljömålsrådet utfärdar i samråd med myndigheten.*

Nedanstående ändringar av Energimyndighetens regleringsbrev berör miljömålsarbetet är beslutade och gäller från och med 1 januari 2007<sup>2</sup>

*§1 ...Myndigheten har ett samlat ansvar, sektorsansvar, för miljöfrågor med anknytning till myndighetens verksamhetsområde. Myndigheten skall inom ramen för detta ansvar vara samlande, stödjande och pådrivande i förhållande till övriga berörda parter...*

*§2...*

*13. verka för en ökad användning av förnybara energikällor, särskilt vindkraft, vid produktion av el,*

*14. inom sin verksamhet för en effektiv energianvändning, beakta behoven av funktionalitet, hanterbarhet och andra konsumentaspekter vid utformning av märkning och tekniska standarder samt vid provning av energianvändande utrustning, och*

*15. ha ett särskilt sektorsansvar för miljömålsarbetet.*

*21 §*

*...Statens energimyndighet skall i fråga om sitt miljömålsarbete enligt 2 § 15 rapportera till det miljömålsråd som finns inom Naturvårdsverket och samråda med rådet om vilken rapportering som behövs...*

Energimyndigheten är en central förvaltningsmyndighet för frågor om användning och tillförsel av energi. Enligt vår instruktion ska vi bl.a. verka för att effekterna på hälsa, miljö och klimat blir så låga som möjligt. Myndigheten ska bidra till en omställning till en ekologiskt uthållig energiförsörjning.

Myndigheten har genom ett regeringsbeslut<sup>3</sup> fått ett särskilt sektorsansvar för ekologisk hållbar utveckling. Energimyndigheten ska så långt möjligt definiera myndighetens roll i arbetet för ekologisk hållbarhet och hur man avser att arbeta inom sin specifika sektor. Arbetet ska enligt regeringsbeslutet så långt som möjligt integreras i myndighetens verksamhet.

Enligt nämnda regeringsbeslut innebär ansvaret inte enbart grundläggande miljöskyddsaspekter utan är ett vidare ansvar för de tre övergripande målen för ekologisk hållbar utveckling:

- skyddet av miljön

---

<sup>2</sup> SFS 2006:1153

<sup>3</sup> Miljödepartementet 1998-0827, M98/2998/8

- en hållbar försörjning
- effektiv användning av energi- och andra naturresurser

Energimyndigheten tolkar sitt ansvar som sektorsansvarig för miljöfrågorna<sup>4</sup> så att myndigheten inom sin forsknings- och utvecklingsverksamhet ska bidra till att göra resultaten av verksamheten kända och att ny miljöanpassad teknik kan komma ut på marknaden. I samband med myndighetsutövning tas ansvar för miljöfrågornas betydelse både på kort och på lång sikt, genom tillämpning av lagstiftningen.

En viktig utgångspunkt är att se energifrågorna i ett systemperspektiv, d.v.s. att ha en klar bild över samspelet mellan energi och övriga samhällsfunktioner och att förstå helheten och kopplingar mellan olika energimarknader. Att söka bättre kunskap inom den sociala dimensionen blir ett allt viktigare inslag i forsknings- och utvecklingsverksamheten. Ett systemperspektiv är avgörande för val av styrmedel för att nå såväl de energipolitiska som de miljöpolitiska målen.

---

<sup>4</sup> Samordning av olika miljöuppdrag - Energimyndighetens redovisning samt förslag till förändringar, 2003



## 2 Verktyg för utvärdering av energisektorns påverkan på miljömålen

**För att underlätta uppföljningen av de energipolitiska målen tar Energimyndigheten årligen fram ett antal indikatorer som baseras på den officiella energistatistiken. Energimyndigheten har två årligen återkommande publikationer vilka syftar till att presentera det aktuella läget inom energisektorn, ”energiindikatorer” och ”energiläget”. En annan del är den stora mängd analyser som genomförs av Energimyndigheten och andra aktörer, bland annat grundade på de olika indikatorerna.**

### 2.1 Indikatorer

Hur ett mål följs upp är beroende av hur målet är formulerat. Ofta används olika typer av indikatorer som mått på måluppfyllelse. Indikatorn utgörs av en eller flera kvantifierbara och mätbara storheter som förkommer i orsakskedjan. Graden av försurning skulle till exempel kunna indikeras inte bara direkt i andel sura sjöar eller pH-värden på utvalda platser, utan också av halter av försurande ämnen i luft eller kanske biltrafik (som bidrar med försurande ämnen). Inom miljömålsarbetet används ofta den av Europeiska miljöbyrån framtagna DPSIR-modellen<sup>5</sup> för att sortera indikatorer efter deras plats i orsakskedjan.

En indikator eller en grupp av indikatorer är ett mått på tillståndet i ett större system. Genom att följa indikatorns utveckling får man en uppfattning om hur systemet utvecklas. Detta underlättar uppföljningen. Indikatorerna är värdefulla för att visa i vilken riktning utvecklingen går och för att antyda orsakssamband, men de kan aldrig ge hela sanningen.

Att hitta rätt indikator är många gånger en svår uppgift, inte minst då många av målen är brett och allmänt formulerade. Följande principer har varit vägledande vid valet av de indikatorer Energimyndigheten använder

- svara mot ett eller flera mål, det räcker inte att de visar något som är ”allmänt intressant”
- vara lätta att förstå
- mäta det som avses
- bygga på tillförlitligt dataunderlag, helst officiell statistik
- kunna uttryckas i tidsserier
- inte vara för många, högst 25 stycken

---

<sup>5</sup> <http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/mo/hbmo/del1/grund/dpsir.htm>

Den som vill läsa mer om indikatorer inom energiområdet kan ta del av Energimyndighetens rapport ”Guide till indikatordjungeln – indikatorer inom energiområdet”<sup>6</sup>. I denna rapport presenteras en vägledning för utveckling och bedömning av indikatorer samt en grundlig genomgång av användningen av energiindikatorer i Sverige och inom EU.

### *Indikatorrapport*

I regeringens proposition 2001/02:143, ”Samverkan för en trygg, effektiv och miljövänlig energiförsörjning” konstateras att det finns ett behov av en systematisk uppföljning av de energipolitiska målen med hjälp av indikatorer. Energimyndigheten fick i uppdrag att ta fram dessa indikatorer. Dessa presenteras i en årligen återkommande rapport, ”*energiindikatorer*”.

Syftet med rapporten är att presentera indikatorer för uppföljning av de energipolitiska målen. Publikationen inleds med en kortfattad genomgång av de energipolitiska målen, följt av temaindikatorer för energianvändning. Därefter redovisas de 19 grundindikatorerna. Varje indikator beskrivs med en kommenterande text. Tidigare års temaindikatorer ingår inte i rapporten men finns tillgängliga på Energimyndighetens webbplats ([www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)).

En första redovisning av indikatorer gjordes 2002, ”Energiindikatorer 2002 för uppföljning av Sveriges energipolitiska mål”, rapport ET 24:2002. Temat för 2003 års indikatorpublikation, ET 19:2003, var elmarknaden och temat för 2004 års publikation, ET 28:2004, var fjärrvärme- och naturgasmarknaden. I 2005 års publikation, ET 20:2005, var temat energianvändning.

Energimyndigheten har i samarbete med Statistiska centralbyrån tagit fram temaindikatorerna och uppdaterat grundindikatorerna för uppföljning av de energipolitiska målen. De ursprungliga grundindikatorerna har tagits fram av Profu i Göteborg AB och Statistiska centralbyrån på uppdrag av Energimyndigheten.

### *Energiläget*

Information om energisystemet och dess utveckling ingår därför som en central del i myndighetens uppdrag. Med Energiläget som ges ut årligen, vill Energimyndigheten ge beslutsfattare, journalister, företag, lärare och allmänhet en samlad och lättillgänglig information om utvecklingen på energiområdet.

---

<sup>6</sup> ER 1:2002



## 2.2 Energistatistik

Statistikansvarig myndighet

Energimyndigheten har ansvar för den officiella svenska statistiken för området energi. Det innebär bl.a. ansvar för utformning och publicering av den officiella statistikens produkter inom områdena tillförsel och användning av energi, energibalanser och prisutvecklingen inom energiområdet. Utsläppsstatistik ingår inte i Energimyndighetens uppdrag.

Officiell energistatistik

Statistiska centralbyrån (SCB) producerar, på uppdrag av Energimyndigheten, den officiella statistiken för tillförsel och användning av energi, energibalanser och prisutvecklingen inom energiområdet. Statistiken publiceras bl.a. på SCB:s webbplats. Energimyndigheten har ett användarråd för den officiella statistiken. Användarrådet ger förslag till förbättringar av den officiella energistatistiken. I Energimyndighetens föreskrifter för den officiella statistiken bestäms vilka produkter som ingår i den officiella energistatistiken.

För att kunna följa upp energiarbetet regionalt och lokalt behöver energistatistik och uppföljningsindikatorer fortsätta att utvecklas. Detta underlättar inte minst kommunernas energiarbete. Målet bör vara att det ska finnas ett antal indikatorer på energiområdet som går att följa från den nationella via den regionala till den lokala nivån. Dessa bör i hög grad ingå i miljömålsuppföljningen.

Energimyndigheten behöver tillsammans med andra berörda centrala myndigheter och länsstyrelserna samarbeta för att få fram dessa indikatorer och en långsiktig försörjning krävs också för tillhandahållandet av statistiken.

## 2.3 Analysarbete

Som statlig myndighet syftar arbetet med analyser och utredningar till att ge en så god faktagrund som möjligt för politiska beslut. Huvuddelen av uppdragen kommer till myndigheten från regeringen, men möjligheten finns också att initiera egna projekt.

Utvärderingsarbetet bedrivs längs två huvudlinjer: uppföljning och konsekvensanalys. Uppföljningen är som det låter en utvärdering av hur något har fungerat, tex om ett styrmedel fått avsedd effekt. Konsekvensanalysen är samma sak fast i framtid, ett försök att svara på frågan hur något kommer att fungera. Konsekvensanalysen omfattar ofta en bredare analys (konsekvenser för fler samhällssektorer och mål) jämfört med en uppföljande utvärderingsrapport där oftare det enskilda styrmedlet utvärderas mot dess huvudmål och hur det fungerat. Det är mycket vanligt att dessa båda kombineras i samma projekt – Hur har det fungerat och vad skall göras för att det skall fungera bättre? Två exempel på sådana rapporter är ”*Kontrollstation 2004*”, som är en utvärdering med inslag av konsekvensanalys och ”*Konsekvenserna av en utvidgad elcertifikatmarknad*” som

är en mer regelrätt konsekvensanalys om vad som kan hända vid en utökad elcertifikatsmarknad.

Till detta kommer att Energimyndigheten sedan 1998 har regeringens uppdrag att utveckla prognosmetodik avseende kapacitets- och efterfrågeutveckling på energiområdet. Syftet är att följa upp den långsiktiga energiförsörjningstryggheten inom detta område.

I regeringsuppdraget ingår att utifrån de krav som ställs på rapportering i Klimatkonventionen följa upp tidigare projektioner för energianvändning, energitillförsel samt koldioxidutsläpp. I uppdraget ingår även att utvärdera de metoder som använts

### 3 Energisektorns påverkan på de 16 miljökvalitetsmålen

Energimyndigheten har gjort tolkningen att ansvaret för att verka för ekologiskt hållbar utveckling gäller energisektorn inom områdena tillförsel, distribution, omvandling och användning av energi. Sektorn är alltså i detta sammanhang väldigt bred och i sig sektorsövergripande då näringsgrenarna industri, transporter, bostäder och servicesektorer ingår. I myndighetens rapportering inom fördjupad utvärdering 2008, är dock transportsektorn exkluderad ur sammanställning och kommer i stället att hanteras inom klimatmålet (samt Kontrollstation 2008<sup>7</sup>) och inom strategin för effektivare energianvändning och transporter (EET).

Miljöeffekter från tillförsel, distribution, omvandling och användning av energi kan kopplas till samtliga miljömål i större eller mindre utsträckning, se tabell 3.1 för exempel. De mest betydande miljöeffekterna är relaterade till utsläpp från förbränning av bränslen. Dit hör ökningen av växthusgaser i atmosfären, nedfallet av försurande ämnen och utsläppen av hälsovådliga eller miljöstörande föreningar i rökgaser och avgaser. Det är detta som är bakgrunden till att regeringen har pekat ut fyra miljömål som är mest förknippade med sådana miljöeffekter och som är särskilt prioriterade för Energimyndigheten. De fyra utpekade miljömålen är Begränsad klimatpåverkan, Frisk luft, Bara naturlig försurning och God bebyggd miljö men energisektorn har beröring med flertalet av de 16 miljökvalitetsmålen.

Tabell 3.1 Exempel på att energisektorn har påverkan på samtliga miljömål, även om allvaret i påverkan skiljer sig markant. (Modifierad efter "Energien och Framtiden i Norrbotten Ett län Tolv alternativ Många möjligheter")

Mål	Exempel på beröring
1. Begränsad klimatpåverkan	Förbränning av fossila bränslen
2. Frisk luft	Småskalig vedeldning med fel teknik
3. Bara naturlig försurning	Förbränning av fossila bränslen, felaktigt hanterade biobränslen
4. Giftfri miljö	Askor från förbränningsanläggningar
5. Skyddande ozonskikt	Användning av köldmedel
6. Säker strålmiljö	Kärnkraft
7. Ingen övergödning	Förbränning för el och värmegenerering
8. Levande sjöar och vattendrag	Utbyggnad av vattenkraft
9. Grundvatten av god kvalitet	Tungmetaller i förbränningsaskor, pH-effekter

<sup>7</sup> Kontrollstation 2008 utgör underlag för Arbetet med det svenska klimatmålet och utförs av Energimyndigheten och Naturvårdsverket gemensamt.

10. Hav i balans samt levande kust och skärgård	Vindkraft
11. Myllrande våtmarker	Torvbrytning
12. Levande skogar	Uttag av träbränslen
13. Ett rikt odlingslandskap	Odling av energigrödor
14. Storslagen fjällmiljö	Vindkraft
15. God bebyggd miljö	Utformning och lokalisering av energianläggningar
16. Ett rikt växt- och djurliv	Biobränsleodling

## 1. Begränsad klimatpåverkan

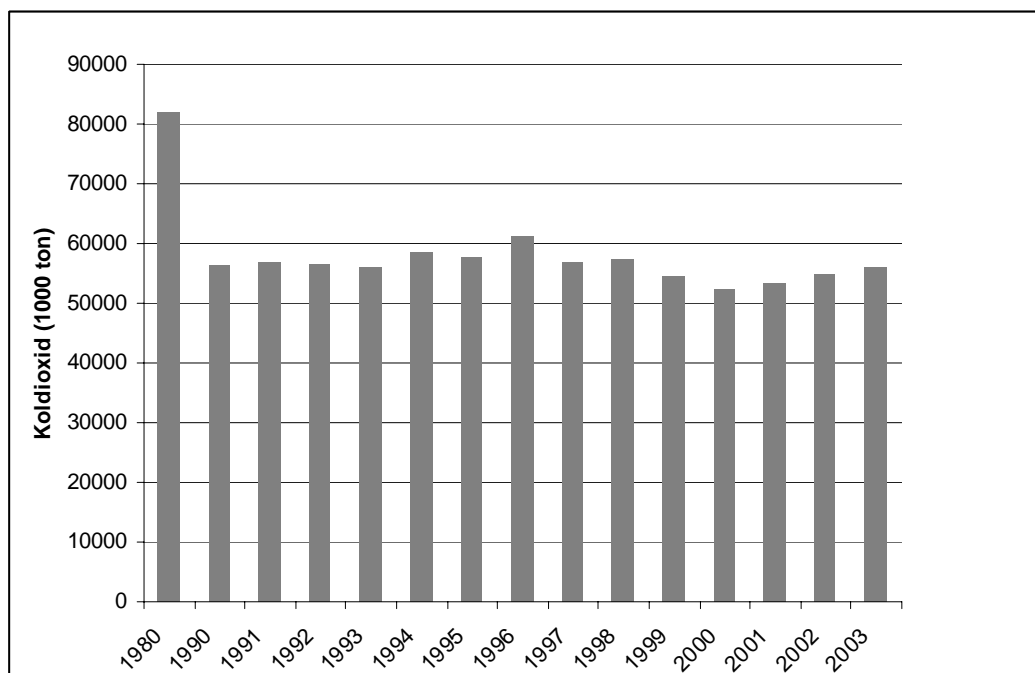
Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.

Delmål enligt Klimatpropositionen

1. De svenska utsläppen av växthusgaser skall, som ett medelvärde för perioden 2008-2012 vara minst 4 % lägre än utsläppen år 1990. Utsläppen ska räknas som koldioxidekvivalenter och omfatta de sex växthusgaserna enligt Kyotoprotokollet och IPCC:s definitioner. Delmålet ska uppnås utan kompensation för upptag i kolsänkor eller med flexibla mekanismer

### Energisektorns påverkan

Den viktigaste antropogena växthusgasen är koldioxid. Andra gaser som bidrar till växthuseffekten är till exempel metan, dikväveoxid, marknära ozon samt de s.k. industrigaserna. Dessa gaser ger per kg utsläpp ett större bidrag till växthuseffekten men på grund av de låga halterna av dem i atmosfären utgör de inte ett lika stort problem som koldioxid. Utsläppen av koldioxid härstammar främst från förbränning av fossila bränslen inom olika sektorer (figur 3.1).



Figur 3.1. Utsläpp av koldioxid i Sverige 1980 samt 1990-2003

Källa 1980: SCB, Statistiska meddelanden Na 18. Källa 1990-2003: Sveriges rapportering till FN:s Klimatkonvention, Naturvårdsverket år 2005

Sverige har ett åtagande att inte öka sina utsläpp av växthusgaser med mer än 4 % enligt EU:s interna bördefördelning i Kyotoprotokollet. Sverige har dock antagit ett nationellt mål som innebär en minskning av utsläppen med 4 % från 1990 års nivå som ett medelvärde under 2008-2012.

## 2. Frisk luft

Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Inriktningen är att miljökvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Halten 5 mikrogram/m<sup>3</sup> för svaveldioxid som årsmedelvärde skall vara uppnådd i samtliga kommuner år 2005.
2. Halterna 60 mikrogram/m<sup>3</sup> som timmedelvärde och 20 mikrogram/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010. Timmedelvärdet får överskridas högst 175 timmar per år.
3. Halten marknära ozon skall inte överskrida 120 mikrogram/m<sup>3</sup> som åtta timmars medelvärde år 2010.
4. År 2010 skall utsläppen av flyktiga organiska ämnen (VOC) i Sverige, exklusive metan, ha minskat till 241 000 ton.
5. Halterna 35 mikrogram/m<sup>3</sup> som dygnsmedelvärde och 20 mikrogram/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för partiklar (PM<sub>10</sub>) skall underskridas år 2010. Dygnsmedelvärdet får överskridas högst 37 dygn per år. Halterna 20 mikrogram/m<sup>3</sup> som dygnsmedelvärde och 12 mikrogram/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för partiklar (PM<sub>2,5</sub>) skall underskridas år 2010. Dygnsmedelvärdet får överskridas högst 37 dygn per år.
6. Halten 0,3 nanogram/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för benso(a)pyren skall i huvudsak underskridas år 2015.

### Energisektorns påverkan

Det finns en rad luftföroreningar som har negativa effekter på människors hälsa. Särskilt i tätorter kan höga halter av luftföroreningar leda till luftrörsbesvär och allergier samt på längre sikt även cancer. Bland luftföroreningar som orsakar sådana effekter kan nämnas kväveoxider, svaveldioxid och marknära ozon. Även en del flyktiga organiska ämnen samt inte minst partiklar som är mindre än 10 mikrometer (PM<sub>10</sub>) kan ge dessa effekter. Partiklar utgör ett omfattande hälsoproblem, framförallt i städer. Problemen orsakas främst av vägtrafiken, men också vedeldning. Luftföroreningar som är försurande påverkar också bland annat byggnader genom att nedbrytningen av materialet påskyndas. Dessutom bidrar föroreningar som kväve- och svaveldioxider till övergödning och försurning.

I tätorter orsakas höjda halter av kväveoxider, partiklar och flyktiga organiska ämnen i luften av utsläpp från trafik, industri och uppvärmning av bostäder. Eldning av ved och andra biobränslen ger utsläpp av flyktiga organiska ämnen och partiklar och i områden med ett stort inslag av småskalig vedeldning kan luftproblemen vara stora. Energisektorns (utom transporter) påverkan är således kopplad till förbränning, framför allt småskalig förbränning.

### **3. Bara naturlig försurning**

De försurande effekterna av nedfall och markanvändning ska underskrida gränsen för vad mark och vatten tål. Nedfallet av försurande ämnen ska heller inte öka korrosionshastigheten i tekniska material eller kulturföremål och byggnader. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. År 2010 skall högst 5 % av antalet sjöar och högst 15 % av sträckan rinnande vatten i landet vara drabbade av försurning som orsakats av människan.
2. Före år 2010 skall trenden mot ökad försurning av skogsmarken vara bruten i områden som försurats av människan och en återhämtning skall ha påbörjats.
3. År 2010 skall utsläppen i Sverige av svaveldioxid till luft ha minskat till 50 000 ton.
4. År 2010 skall utsläppen i Sverige av kväveoxider till luft ha minskat till 148 000 ton.

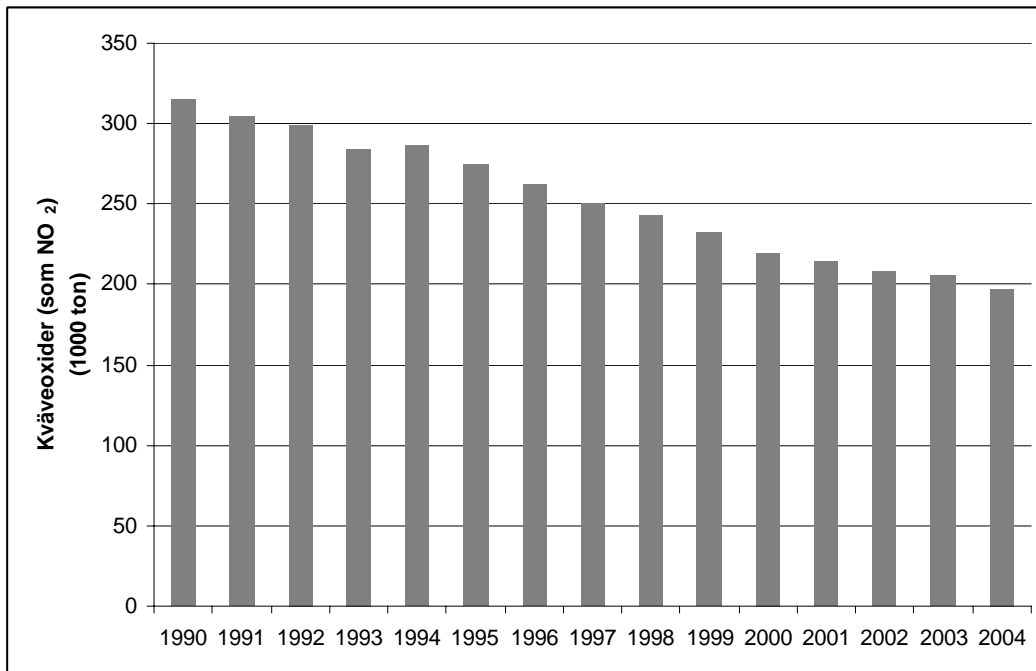
#### **Energisektorns påverkan**

Sedan början av 1970-talet har försurningen varit ett av de mest uppmärksammade miljöproblemen i Skandinavien. Den främsta orsaken till försurningsproblemen är utsläpp av svavel i form av svaveldioxid som kommer från industriprocesser, transporter och förbränning av olja. Utsläppen har minskat kraftigt under senare år beroende på minskad olje användning och minskad svavelhalt i olja.

Utöver svaveldioxid bidrar även kväveoxidutsläpp till försurning. Kväveoxiderna bidrar också i hög grad till ett annat stort problem, övergödning.

Den största delen av kväveutsläppen härstammar från jordbruket, bland annat i form av ammoniak från djurhållning och läckage av kväve från gödselmedel, men tillskottet från energisektorn i form av kväveoxider är tillräckligt stort för att ge ett markant bidrag (figur 3.2).





Figur 3.2. Utsläpp av kväveoxider (räknat som NO<sub>2</sub>) i Sverige 1990–2003, 1000 ton

Utsläppen av kväveoxider har inte minskat i samma utsträckning som utsläppen av svavel men under de senaste åren har trenden gått åt rätt håll, framför allt beroende på införandet av katalytisk avgasrening på bilar. Den överlägset största andelen av kväveoxidutsläppen kommer fortfarande från fordonstrafik.

Ytterligare problematik kan föreligga vid höga uttag av biomassa från framför allt skogsmark, då kretsloppet med produktion och nedbrytning av biomassa bryts. Vilka nivåer av uttag som är långsiktigt hållbara är omtvistat.

## 4. Giffri miljö

Miljön ska vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden.

Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Senast år 2010 skall det finnas uppgifter om egenskaperna hos alla avsiktligt framställda eller utvunna kemiska ämnen som hanteras på marknaden. För ämnen som hanteras i högre volymer och för övriga ämnen som t.ex. efter inledande översiktliga tester bedöms som särskilt farliga skall uppgifter om egenskaperna finnas tillgängliga tidigare än år 2010. Samma krav på uppgifter skall då gälla för såväl nya som existerande ämnen. Senast år 2020 skall det även finnas uppgifter om egenskaperna hos de mest betydande oavsiktligt bildade och utvunna kemiska ämnena.
2. Senast år 2010 skall varor vara försedda med hälso- och miljöinformation om de farliga ämnen som ingår.
3. I fråga om utfasning av farliga ämnen skall följande gälla.  
Nyproducerade varor skall så långt det är möjligt vara fria från:
  - Nya organiska ämnen som är långlivade (persistenta) och bioackumulerande, nya ämnen som är cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande samt kvicksilver så snart som möjligt, dock senast 2007,
  - övriga cancerframkallande, arvsmassepåverkande och fortplantningsstörande ämnen, samt sådana ämnen som är hormonstörande eller kraftigt allergiframkallande, senast år 2010 om varorna är avsedda att användas på ett sådant sätt att de kommer ut i kretsloppet,
  - övriga organiska ämnen som är långlivade och bioackumulerande, samt kadmium och bly, senast år 2010.Dessa ämnen skall inte heller användas i produktionsprocesser om inte företaget kan visa att hälsa och miljö inte kan komma till skada. Redan befintliga varor, som innehåller ämnen med ovanstående egenskaper eller kvicksilver, kadmium samt bly, skall hanteras på ett sådant sätt att ämnena inte läcker ut i miljön. Spridning via luft och vatten till Sverige av ämnen som omfattas av delmålet skall minska fortlöpande.  
Delmålet omfattar ämnen som människan framställt eller utvunnit från naturen. Delmålet omfattar även ämnen som ger upphov till ämnen med ovanstående egenskaper, inklusive dem som bildats oavsiktligt.
4. Hälso- och miljöriskerna vid framställning och användning av kemiska ämnen skall minska fortlöpande fram till år 2010 enligt indikatorer och nyckeltal som skall fastställas av berörda myndigheter. Under samma tid skall förekomsten och användningen av kemiska ämnen som försvårar återvinning av material minska.  
Delmålet avser ämnen som inte omfattas av delmål 3.
5. För minst 100 utvalda kemiska ämnen, som inte omfattas av delmål 3, skall det senast år 2010 finnas riktvärden fastlagda av berörda myndigheter.

6. Samtliga förorenade områden som innebär akuta risker vid direktexponering och sådana förorenade områden som idag, eller inom en nära framtid, hotar betydelsefulla vattentäkter eller värdefulla naturområden skall vara utredda och vid behov åtgärdade vid utgången av år 2010.
7. Åtgärder skall under åren 2005-2010 ha genomförts vid så stor andel av de prioriterade förorenade områdena att miljöproblemet i sin helhet i huvudsak kan vara löst allra senast år 2050.
8. År 2010 skall tydliga åtgärdsprogram som medför en kontinuerlig minskning av halterna av för människan skadliga dioxiner i livsmedel ha etablerats.
9. År 2015 skall exponeringen av kadmium till befolkningen via föda och arbete vara på en sådan nivå att den är säker ur ett långsiktigt folkhälsoperspektiv.

### **Energisektorns påverkan**

Sektorns påverkan på de fastställda delmålen är mindre, den huvudsakliga påverkan på miljömålet torde komma från förbränning. Dels förbränning av orent material, tex avfall som då i sig innehåller miljöfarliga ämnen, dels från ofullständig förbränning som kan medföra att även rena bränslen kan bidra till att miljöfarliga ämnen sprids. Förbränning av avfall för energiändamål sker i storskaliga anläggningar med omfattande rening varför riskerna för föroreningar bedöms som liten. Olika typer av katastrofer, tex oljespill, kan ha stor lokal påverkan.

En potentiell positiv påverkan finns då försök visar på en potential hos energigrödor, framförallt *Salix sp*, att extrahera tungmetaller ur mark, så kallad fytoremediering. Metoden är mest lovande för att extrahera enstaka tungmetaller.

## 5. Skyddande ozonskikt

Ozonskiktet ska utvecklas så att det långsiktigt ger skydd mot skadlig UV-strålning

1. År 2010 skall utsläpp av ozonnedbrytande ämnen till största delen ha upphört

### **Energisektorns påverkan**

I äldre värmepumpar förekom nästan uteslutande freoner som köldmedium<sup>8</sup>. Flera miljöproblem är associerade med freoner, varav nedbrytningen av ozonskiktet är det mest framträdande. I Sverige är det idag förbjudet att sälja, installera och fylla på anläggningar med freoner. I nyare värmepumpar används vanligen köldmedier med förkortningen HFC. De orsakar inga skador på ozonskiktet, men är mycket potenta växthusgaser. Därför ställs krav på aktsamhet vid tillverkning, hantering, skrotning, service och vid risker för läckage. Vissa mindre värmepumpar använder sig av andra köldmedier än HFC, vanligast är R290 (propan). Miljövinster med propan får ställas mot explosionsrisken.

---

<sup>8</sup> ET 2006:25

## 6. Säker strålmiljö

Människors hälsa och den biologiska mångfalden ska skyddas mot skadliga effekter av strålning i den yttre miljön

1. År 2010 skall halterna i miljön av radioaktiva ämnen som släpps ut från alla verksamheter vara så låga att människors hälsa och den biologiska mångfalden skyddas. Det individuella dostillskottet till allmänheten skall understiga 0,01 mSv per person och år från varje enskild verksamhet.

2. År 2020 skall antalet årliga fall av hudcancer orsakade av ultraviolett strålning inte vara fler än år 2000.

3. Riskerna med elektromagnetiska fält skall kontinuerligt kartläggas och nödvändiga åtgärder skall vidtas i takt med att sådana eventuella risker identifieras.

### Energisektorns påverkan

Elektromagnetisk strålning från kraftledningar och effekter på människors hälsa kan inte heller uteslutas. Svenska Kraftnät har antagit en magnetfältspolicy som innebär en högsta magnetfältsnivå på 0,4 mikrottesla som årsmedelvärde för boende invid nya kraftledningar. Nivån gäller all nyprojektering av 400 och 220 kV kraftledningar i det svenska stamnätet och är styrande för utformningen av kraftledningen.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att om elektriska och magnetiska fält bidrar till uppkomst av cancer är riskerna små i förhållande till andra riskfaktorer. Vad gäller denna och andra eventuella hälsoeffekter av elektromagnetiska fält behövs mera forskning. Den oro som kraftledningar, transformatorstationer, mobiltelefonimaster etc. kan framkalla utgör en hälsorisk i sig, vilket motiverar försiktighet och bör beaktas vid tillståndsgivning. Informationen ställer höga krav på riskkommunikation.

## 7. Ingen övergödning

Halterna av gödande ämnen i mark och vatten ska inte ha någon negativ inverkan på människors hälsa, förutsättningarna för biologisk mångfald eller möjligheterna till allsidig användning av mark och vatten. Inriktningen är att miljökvalitetsmålet ska nås inom en generation

1. Fram till år 2010 skall de svenska vattenburna utsläppen av fosforföreningar från mänsklig verksamhet till sjöar, vattendrag och kustvatten ha minskat med minst 20 % från 1995 års nivå. De största minskningarna skall ske i de känsligaste områdena.
2. Senast år 2010 skall de svenska vattenburna utsläppen av kväveföreningar från mänsklig verksamhet till haven söder om Ålands hav ha minskat med minst 30 % från 1995 års nivå.
3. Senast år 2010 skall utsläppen av ammoniak i Sverige ha minskat med minst 15 % från 1995 års nivå.
4. Senast år 2010 skall utsläppen i Sverige av kväveoxider till luft ha minskat till 148 000 ton.

### **Energisektorns påverkan**

Påverkan på målet om övergödning är till största delen kopplat till de NO<sub>x</sub>-utsläpp som härrör från energisektorn. Dessa har beskrivits under miljömålet bara naturlig försurning då även försurningseffekterna är omfattande.

Energigrödor, och då främst *Salix* eller andra fleråriga, kan bidra till en minskad övergödning av vattendrag genom att fungera som fånggrödor. Det vill säga som en barriär mellan gödslad åkermark och recipient i form av vattendrag eller liknande. Bortförsel av biomassa från marker med hög kvävebelastning kan också bidra till att få ned markens nivåer så att en omfattande utlakning kan undvikas.

## 8. Levande sjöar och vattendrag

Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara, och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljövärden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Senast år 2005 skall berörda myndigheter ha identifierat och tagit fram åtgärdsprogram för särskilt värdefulla natur- och kulturmiljöer som behöver ett långsiktigt skydd i eller i anslutning till sjöar och vattendrag. Senast år 2010 skall minst hälften av de skyddsvärda miljöerna ha ett långsiktigt skydd och fördelas jämnt mellan de fem vattendistrikten. Minst 15 fiskefria områden skall finnas i varje vattendistrikt.
2. Senast år 2005 skall berörda myndigheter ha identifierat och tagit fram åtgärdsprogram för restaurering av Sveriges skyddsvärda vattendrag eller sådana vattendrag som efter åtgärder har förutsättningar att bli skyddsvärda. Senast till år 2010 skall minst 25 % av de värdefulla och potentiellt skyddsvärda vattendragen ha restaurerats.
3. Senast år 2009 skall vattenförsörjningsplaner med vattenskyddsområden och skyddsbestämmelser ha upprättats för alla allmänna och större enskilda ytvattentäkter. Med större ytvattentäkter avses ytvatten som nyttjas för vattenförsörjning till fler än 50 personer eller distribuerar mer än 10 m<sup>3</sup> per dygn i genomsnitt.
4. Senast år 2005 skall utsättning av djur och växter som lever i vatten ske på sådant sätt att biologisk mångfald inte påverkas negativt.
5. Senast år 2005 skall åtgärdsprogram finnas och ha inletts för de hotade arter och fiskstammar som har behov av riktade åtgärder.

### Energisektorns påverkan

Den påverkan som finns är mer eller mindre direkt kopplad till vattenkraften. Dammar och kraftstationer kan utgöra vandringshinder för såväl fisk som deras bytesdjur, insekter. Vattenmagasin kan också på ett påtagligt sätt förändra ekosystemen i såväl vattnet som strandzonen. Riskerna är framför allt erosion och förlusten av kantzoner i reglerade vattenmagasin med stora nivåförändringar. Kvalitativt skiljer sig inte påverkan väsentligt mellan storskalig och småskalig vattenkraft, omfattningen och vilka organismer som drabbas är dock beroende av storleken, förutom faktorer som utformning och läge i landskapet.

Utsättning av fisk för att kompensera för sämre förhållanden kan påverka den genetiska diversitet om det sker med oaksamhet.



## 9. Grundvatten av god kvalitet

Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation

1. Grundvattenförande geologiska formationer av vikt för nuvarande och framtida vattenförsörjning skall senast år 2010 ha ett långsiktigt skydd mot exploatering som begränsar användningen av vattnet.

2. Senast år 2010 skall användningen av mark och vatten inte medföra sådana ändringar av grundvattennivåer som ger negativa konsekvenser för vattenförsörjningen, markstabiliteten eller djur- och växtliv i angränsande ekosystem.

3. Senast år 2010 skall alla vattenförekomster som används för uttag av vatten som är avsett att användas som dricksvatten och som ger mer än 10 m<sup>3</sup> per dygn i genomsnitt eller betjänar mer än 50 personer per år uppfylla gällande svenska normer för dricksvatten av god kvalitet med avseende på föroreningar orsakade av mänsklig verksamhet.

### Energisektorns påverkan

Energisektorns påverkan är minimal, de kopplingar som kan göras är indirekta. Ett sådant exempel är hur odlingen av energigrödor påverkar hydrologin i ett område, dvs påverkar såväl mängden markvatten som blir grundvatten som dess kemi. En påverkan som kan vara både negativ och positiv, allt beroende på förutsättningarna.

Eventuell förekomst av tungmetaller i förbränningsaskor som sprids för näringsåterföring, kan också utgöra en risk för grundvattenkvalitén.

## **10. Hav i balans samt levande kust och skärgård**

Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras. Kust och skärgård ska ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Näringar, rekreation och annat nyttjande av hav, kust och skärgård bedrivs så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Senast år 2010 skall minst 50 procent av skyddsvärda marina miljöer och minst 70 procent av kust- och skärgårdsområden med höga natur- och kulturvärden ha ett långsiktigt skydd. Senast år 2005 skall ytterligare fem, och senast år 2010 därutöver ytterligare fjorton, marina områden vara skyddade som naturreservat och tillsammans utgöra ett representativt nätverk av marina naturtyper. Därutöver skall ett område med permanent fiskeförbud inrättas till 2006, för utvärdering till 2010 samt ytterligare tre områden med permanent fiskeförbud (kustnära och utsjöområden) inrättas till 2010 i vardera Östersjön och Västerhavet för utvärdering till 2015.
2. Senast år 2005 skall en strategi finnas för hur kustens och skärgårdens kulturarv och odlingslandskap kan bevaras och brukas.
3. Senast år 2005 skall åtgärdsprogram finnas och ha inletts för de hotade marina arter och fiskstammar som har behov av riktade åtgärder.
4. Senast år 2010 skall de årliga bifångsterna av marina däggdjur understiga 1 procent av respektive bestånd. Bifångsterna av sjöfåglar och icke-målarter skall inte ha mer än försumbara negativa effekter på populationerna eller ekosystemet.
5. Uttaget av fisk, inklusive bifångster av ungfisk, skall senast år 2008 inte vara större än att det möjliggör en storlek och sammansättning på fiskbestånden som ger förutsättningar för att ekosystemets grundläggande sammansättning och funktion bibehålls. Bestånden skall ha återuppbyggt till nivåer betydligt över biologiskt säkra gränser.
6. Buller och andra störningar från båttrafik skall vara försumbara inom särskilt känsliga och utpekade skärgårds- och kustområden senast år 2010.
7. Genom skärpt lagstiftning och ökad övervakning skall utsläppen av olja och kemikalier från fartyg minimeras och vara försumbara senast år 2010.

### **Energisektorns påverkan**

Anläggningar för elproduktion, vind- och vågkraft, som finns i kustområdena kan påverka natur och kulturmiljön. Vindkraftverk utgör en påtaglig visuell påverkan i

landskapet, vilket bör beaktas vid val av placering. Övrig miljöpåverkan tycks framförallt vara begränsad till etableringsfasen, med transporter och muddringsarbeten, för både vind och vågkraft. Olika typer av katastrofer, tex oljespill, kan ha stor lokal påverkan.

Kraftverkens fundament kan fungera som konstgjorda rev och utgöra substrat för en mängd olika organismer.

## **11. Myllrande våtmarker**

Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden

1. En nationell strategi för skydd och skötsel av våtmarker och sumpskogar skall tas fram senast till år 2005.
2. Samtliga våtmarksområden i Myrskyddsplan för Sverige skall ha ett långsiktigt skydd senast år 2010.
3. Senast år 2006 skall skogsbilvägar inte byggas över våtmarker med höga natur- eller kulturvärden eller på annat sätt byggas så att dessa våtmarker påverkas negativt.
4. I odlingslandskapet skall minst 12 000 ha våtmarker och småvatten anläggas eller återställas fram till år 2010.
5. Åtgärdsprogram skall senast till år 2005 finnas och ha inletts för de hotade arter som har behov av riktade åtgärder.

### **Energisektorns påverkan**

Torvbrytning för energiändamål skulle om den ökar i omfattning kunna leda till utarmning av de svenska våtmarkerna. Torvens mellanställning av att varken vara förnybart eller fossilt kan skapa gränsdragningsproblem. Då torven idag är inkluderad i EU:s handelssystem för CO<sub>2</sub>, förväntas den svenska energitorvanvändningen förbli en marginell företeelse.

## 12. Levande skogar

Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Ytterligare 900 000 ha skyddsvärd skogsmark skall undantas från skogsproduktion till år 2010.
2. Mängden död ved, arealen äldre lövrik skog och gammal skog skall bevaras och förstärkas till år 2010 på följande sätt:
  - mängden hård död ved skall öka med minst 40 procent i hela landet och med avsevärt mer i områden där den biologiska mångfalden är särskilt hotad,
  - arealen äldre lövrik skog skall öka med minst 10 procent,
  - arealen gammal skog skall öka med minst 5 procent,
  - arealen mark föryngrad med lövskog skall öka.
3. Skogsmarken skall brukas på sådant sätt att fornlämningar inte skadas och så att skador på övriga kända värdefulla kulturlämningar är försumbara senast år 2010.
4. Senast år 2005 skall åtgärdsprogram finnas och ha inletts för hotade arter som har behov av riktade åtgärder.

### Energisektorns påverkan

I Sverige finns det möjligheter att öka uttaget av avverkningsrester från skogsbruket, i gallringar men framförallt vid slutavverkning. För att dämpa eller eliminera vissa effekter av bränsleuttag är det viktigt att återföra växtnäring till skogen, till exempel aska. Skogsbränslen är förnybara och har förutsättningar att vara långsiktigt hållbara. Systemet måste då anpassas till några av de andra miljömålen.

Här finns också en allokeringproblematik, dvs är det det konventionella skogsbruket eller energiuttaget som skall belastas med miljöpåverkan.

### 13. Ett rikt odlingslandskap

Odlingslandskapets och jordbruksmarkens värde för biologisk produktion och livsmedelsproduktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden och kulturmiljövärdena bevaras och stärks. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Senast år 2010 skall samtliga ängs- och betesmarker bevaras och skötas på ett sätt som bevarar deras värden. Arealen hävdad ängsmark skall utökas med minst 5 000 ha och arealen hävdad betesmark av de mest hotade typerna skall utökas med minst 13 000 ha till år 2010.
2. Mängden småbiotoper i odlingslandskapet skall bevaras i minst dagens omfattning i hela landet. Senast till år 2005 skall en strategi finnas för hur mängden småbiotoper i slättbygden skall kunna öka.
3. Mängden kulturbärande landskapselement som vårdas skall öka till år 2010 med ca 70 %.
4. Senast år 2010 skall det nationella programmet för växtgenetiska resurser vara utbyggt och det skall finnas ett tillräckligt antal individer för att långsiktigt säkerställa bevarandet av inhemska husdjursraser i Sverige.
5. Senast år 2006 skall åtgärdsprogram finnas och ha inletts för de hotade arter som har behov av riktade åtgärder.
6. Senast år 2005 skall ett program finnas för hur lantbrukets kulturhistoriskt värdefulla ekonomibygnader kan tas till vara.

#### Energisektorns påverkan

Störst skörd av biomassa (ton per hektar och år) bland bioenergigrödorna har *Salix*, medan spannmål och oljeväxter ger de lägsta skördarna. Mitt emellan dessa grödor ligger bl.a. sockerbetor, potatis och olika vallar. Men mängden biomassa i term av energiskörd måste ställas i relation till energiåtgången för odling och skörd.

Till och med en kraftig ökning av *Salix*-arealerna i landet står inte i konflikt med en ökad måluppfyllelse för framför allt generationsmålet. *Salix* bidrar till mångfalden i landskapet dels genom att ha en annan struktur än ettåriga monokulturer, dels genom att odlingarna normalt har tämligen omfattande kantzoner. Dessa kantzoner kan på många sätt bidra till skyddet av biologisk mångfald.

Energiogrödor av olika slag kan också bidra genom att hindra utlakning av näringsämnen till sjöar och vattendrag. En möjlig konflikt finns gentemot kulturmiljöaspekten av målet då *Salix*-odlingar tillför landskapet ett nytt element.

## 14. Storslagen fjällmiljö

Fjällen ska ha en hög grad av ursprunglighet vad gäller biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Verksamheter i fjällen ska bedrivas med hänsyn till dessa värden och så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Skador på mark och vegetation orsakade av mänsklig verksamhet skall vara försumbara senast år 2010.
2. Buller i fjällen från motordrivna fordon i terräng och luftfartyg skall minska och uppfylla följande specifikation, nämligen att
  - minst 60 % av terrängskotrar i trafik senast år 2015 skall uppfylla högt ställda bullerkrav (lägre än 73 dBA),
  - buller från luftfartyg senast år 2010 skall vara försumbart både inom regleringsområde klass A enligt terrängkörningsförordningen (1978:594) och inom minst 90 % av nationalparksarealen.
3. Senast år 2010 skall merparten av områden med representativa höga natur- och kulturvärden i fjällområdet ha ett långsiktigt skydd som vid behov omfattar skötsel och restaurering.
4. Senast år 2005 skall åtgärdsprogram finnas och ha inletts för de hotade arter som har behov av riktade åtgärder.

### **Energisektorns påverkan**

Påverkan på miljömålet är svag. Vindkraftsetablering är ett exempel på sådan påverkan. I likhet med vindkraftsetableringar till havs är det etableringen i sig som ger störst påverkan, under driftfasen är det primärt en visuell påverkan. Ett likartat resonemang kan föras kring kraftledning. Risker för ytterligare storskalig vattenkraft i fjällmiljö bedöms som liten.



## 15. God bebyggd miljö

Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en lokalt och globalt god miljö. Natur- och kulturvärden ska tas tillvara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.

1. Senast år 2010 skall fysisk planering och samhällsbyggande grundas på program och strategier för:

- hur ett varierat utbud av bostäder, arbetsplatser, service och kultur kan åstadkommas så att transportbehovet minskar och förutsättningarna för miljöanpassade och resurssnåla transporter förbättras,
- hur kulturhistoriska och estetiska värden skall tas till vara och utvecklas,
- hur gröns- och vattenområden i tätorter och tätortsnära områden skall bevaras, vårdas och utvecklas för såväl natur- och kulturmiljö- som friluftssändamål, samt hur andelen hårdgjord yta i dessa miljöer fortsatt begränsas.
- hur energianvändningen skall effektiviseras, för att på sikt minskas, hur förnybara energiresurser skall tas till vara och hur utbyggnad av produktionsanläggningar för fjärrvärme, solenergi, biobränsle och vindkraft skall främjas.

### *Kulturhistoriskt värdefull bebyggelse*

2. Bebyggelsens kulturhistoriska värden skall senast år 2010 vara identifierade och ha en långsiktigt hållbar förvaltning.

### *Buller*

3. Antalet människor som utsätts för trafikbullerstörningar överstigande de riktvärden som riksdagen ställt sig bakom för buller i bostäder skall ha minskat med 5 % till år 2010 jämfört med år 1998.

### *Uttag av naturgrus*

4. År 2010 skall uttaget av naturgrus i landet vara högst 12 miljoner ton per år.

### *Avfall*

5. Den totala mängden genererat avfall skall inte öka och den resurs som avfall utgör skall tas till vara i så hög grad som möjligt samtidigt som påverkan på och risker för hälsa och miljö minimeras. Särskilt gäller att:

- Mängden deponerat avfall exklusive gruvavfall skall minska med minst 50 procent till år 2005 räknat från 1994 års nivå.
- Senast år 2010 skall minst 50 procent av hushållsavfallet återvinnas genom materialåtervinning, inklusive biologisk behandling.
- Senast år 2010 skall minst 35 procent av matavfallet från hushåll, restauranger, storkök och butiker återvinnas genom biologisk behandling. Målet avser källsorterat matavfall till såväl hemkompostering som central behandling.

- Senast år 2010 skall matavfall och därmed jämförbart avfall från livsmedelsindustrier m.m. återvinnas genom biologisk behandling. Målet avser sådant avfall som förekommer utan att vara blandat med annat avfall och är av en sådan kvalitet att det är lämpligt att efter behandling återföra till växtodling.
- Senast år 2015 skall minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark.

#### *Energianvändning m.m. i byggnader*

##### 6. Energianvändning m m i byggnader

Den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler minskar. Minskningen bör vara 20 % till år 2020 och 50 % till år 2050 i förhållande till användningen 1995. Till år 2020 skall beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.

(Delmålet har fått ny lydelse under 2006. Den tidigare lydelsen var:

6. Miljöbelastningen från energianvändningen i bostäder och lokaler minskar och är lägre år 2010 än år 1995. Detta skall bl.a. ske genom att den totala energianvändningen effektiviseras för att på sikt minska samt att andelen energi från förnybara energikällor ökar.)

#### *Inomhusmiljön*

7. År 2020 skall byggnader och deras egenskaper inte påverka hälsan negativt.

Därför skall det säkerställas att

- samtliga byggnader där människor vistas ofta eller under längre tid senast år 2015 har en dokumenterat fungerande ventilation,
- radonhalten i alla skolor och förskolor år 2010 är lägre än 200 Bq/m<sup>3</sup> luft och att
- radonhalten i alla bostäder år 2020 är lägre än 200 Bq/m<sup>3</sup> luft.

### **Energisektorns påverkan**

Under miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö finns främst ett delmål som berör energisektorn. Delmål 6 handlar om att miljöbelastningen från energianvändningen i bostäder och lokaler ska minska per uppvärmd areaenhet. Detta skall bl.a. ske genom att den totala energianvändningen effektiviseras för att på sikt minska.

Bostäder och lokaler värms i regel med olja, el (allt oftare via värmepump), ved eller fjärrvärme. Användningen av fjärrvärme ökar på oljans bekostnad. Fjärrvärme produceras i ökande utsträckning med biobränslen. Därmed minskar sektorns bidrag till utsläppen av växthusgaser. El används i ökande utsträckning för drift av belysning, apparater m.m. i bostäder och lokaler.

Den i särklass största miljöpåverkan i övrigt kommer från småskaliga vedpannor trots att de står för en liten andel av uppvärmningen. Äldre vedpannor ger betydande utsläpp av kolväten, dock inte lika höga som transportsektorn.

Energianvändningen per kvadratmeter, ett mått på energieffektiviteten, har de senaste åren varit någorlunda konstant. Detta antyder en stor potential för energieffektivisering. Analysen grundar sig på att energikraven i byggreglerna inte längre kontinuerligt skärps och att det är fullt möjligt att bygga hus utan behov av tillförd energi för uppvärmning, sk passivhus. Värt att notera är dock att potentialen är störst i samband med nybyggnation, då frihetsgraderna i vad som är såväl möjligt som ekonomiskt minskar till ombyggnad och renovering.

## **16. Ett rikt växt- och djurliv**

Den biologiska mångfalden skall bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystem samt deras funktioner och processer skall värnas. Arter skall kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor skall ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.

1. Senast år 2010 skall förlusten av biologisk mångfald inom Sverige vara hejdad.
2. År 2015 skall bevarandestatusen för hotade arter i landet ha förbättrats så att andelen bedömda arter som klassificeras som hotade har minskat med minst 30 procent jämfört med år 2000, och utan att andelen försvunna arter har ökat.
3. Senast år 2007 skall det finnas metoder för att följa upp att biologisk mångfald och biologiska resurser såväl på land som i vatten nyttjas på ett hållbart sätt. Senast år 2010 skall biologisk mångfald och biologiska resurser såväl på land som i vatten nyttjas på ett hållbart sätt så att biologisk mångfald upprätthålls på landskapsnivå.

### **Energisektorns påverkan**

Energisektorns påverkan är minimal, de kopplingar som kan göras är indirekta. Ett sådant exempel är hur odlingen av energigrödor påverkar habitat- och nischmångfalden i ett område. En påverkan som kan vara både negativ och positiv, allt beroende på vilken naturtyp som ersätts.

## 4 Energisektorn och de övergripande miljömålen

De övergripande miljömålen är övergripande så till vida att de påverkar alla de sexton miljömålen. Alla aktiviteter, oavsett om det är direkta åtgärder eller implementeringen av styrmedel, som syftar till att uppnå ett eller flera av de sexton miljömålen skall således utvärderas i ljuset av dessa övergripande mål. En uttolkning är att de 16 miljökvalitetsmålen inte får nås på bekostnad av dessa övergripande mål.

### 4.1 Kulturmiljön

Arbetet med kulturmiljövärdena i Sverige vilar i det här sammanhanget på i huvudsak tre ben: landskapet och dess utformning, Bebyggelse samt luft och försurning. Landskapet och dess element har under tusentals år formats av människan och hennes aktiviteter. Stora strukturomvandlingar i modern tid medför en risk att landskap växer igen alternativt brukas storskaligt och med skarpa gränser mellan olika användningsområden.

Byggnader och bebyggda miljöer är en del av samhällsutvecklingen och ett mycket konkret exempel på vår historia. Den påverkan på landskapet som är energirelaterad utgörs framför allt av att nya landskapselement tillförs, tex energiskog i form av *Salix* eller vindkraftverk. Konflikten är inte ohanterlig, men kräver att hänsyn tas. I sammanhanget bebyggelse gäller det att effektivisera energianvändningen utan att göra alltför stort avkall på vare sig den bebyggda miljön eller enskilda byggnaders utseende och funktion.

### 4.2 Hälsifrågor

Miljön påverkar på många sätt vår hälsa. Arbetet inom ramen för det övergripande miljömålet om hälsa bedrivs med tre olika perspektiv:

- förhindra uppkomst av miljörelaterad ohälsa
- förhindra att sjukdomssymptom förvärras av föroreningar i miljön
- förbättra förutsättningarna för god hälsa i samhällsplaneringen.

Det är viktigt att klarlägga och minska människors exponering för hälsoskadliga miljöfaktorer. I detta ingår också att bevara eller öka antalet grönområden och kulturområden för rekreation och friskvård i tätbebyggda områden.

Energisektorns hälsopåverkan är i förhållande till dess omfattning ringa. Den egentliga påverkan som finns om man exkluderar transportsektorn och då framför allt vägtrafiken, är den småskaliga förbränningen. Gamla vedpannor eller ett felaktigt handhavande kan utgöra en källa till utsläpp av polycykliska aromatiska

kolväten (PAH), flyktiga organiska ämnen (VOC) och partiklar. I tätorter dominerar småskalig vedeldning, tillsammans med trafiken, utsläppen av dessa ämnen. Storskalig förbränning eller pelletsanvändning har inte denna typ av påverkan då förbränningen är bättre optimerad.

Många gånger sammanfaller samhällsplanering för god hälsa och samhällsplanering för god energihushållning. Det kanske mest uppenbara exemplet är att optimerade transporter och ett minskat behov av transportarbete gynnar såväl hälsa som energihushållning. Energisektorn berörs också av upplevda risker. Det gäller inte bara kärnkraften och dess avfall, utan kan likaväl handla om andra typer av produktionsanläggningar eller metoder för energieffektivisering.

### **4.3 Fysisk planering och hushållning med mark och vatten samt byggnader**

Boverket ansvarar för den övergripande miljömålsfrågan Fysisk planering och hushållning med mark och vatten samt byggnader. Arbetet bedrivs med utgångspunkt i den fysiska planeringen: Hushållning med mark och vatten samt byggnader genom fysisk planering. Fysisk planering handlar om hur mark och vatten ska användas och den byggda miljön utformas, liksom till de ekologiska och samhälleliga aspekterna på detta. En god planering är en förutsättning för ett optimalt resursutnyttjande och för att kunna undvika målkonflikter. Fysisk planering kan bidra till att nå de flesta miljö kvalitetsmålen.

Direkta kopplingar till energisektorn kan ses i markanvändning för framför allt bioenergi. Det behöver inte finnas en konflikt mellan markanvändning för bioenergiändamål och naturmiljön, men det är något att beakta. En ytterligare koppling till den fysiska planeringen som förutom att kunna fungera som ett styrmedel för markanvändning också kan påverka behovet av transporter

## 5 Miljöpåverkan från olika delar av energisektorn

**Bränslen ska vara miljömässigt acceptabla. De ska produceras och användas utan betydande miljöpåverkan. Sådan påverkan skulle kunna vara tillförsel av tungmetaller och andra miljögifter, försurning, övergödning, negativ påverkan på naturvärden och biologisk mångfald, hållbart markutnyttjande, samt emissioner av hälsostörande ämnen. Dessa egenskaper sammanfaller ofta, men inte alltid. Den samlade effekten av bränslets egenskaper och användningens miljöpåverkan bör bedömas i ett systemperspektiv.**

**Även sammansättningen på tillförselsidan av energisystemet som systemets totala storlek, vilken påverkas av bland annat energieffektiviseringar, är också faktorer som är helt avgörande för den totala miljöpåverkan. Användarsidan ger också återverkningar på miljön, i nedanstående kapitel exemplifierat av uppvärmning av småhus.**

### 5.1 Energieffektivisering

Energieffektivisering är inte ett energilag i egentlig mening, men kan på många sätt betraktas som ett sådant. En effektivisering ökar till exempel mängden tillgänglig energi på marknaden, den kan kostnadsberäknas och går att hänföra till miljöpåverkan. Värt att poängtera är att energieffektiviseringen uteslutande bidrar till minskad miljöbelastning av energisystemet. Energieffektiviseringen kan också bidra till minskade kostnader för energianvändarna.

Energieffektivisering används för att söka komma tillrätta med en rad identifierade problem. Några ofta omnämnda syften med energieffektivisering är att<sup>9</sup>;

- bidra till försörjningstryggheten,
- bevara konkurrenskraften för industrin,
- underlätta kärnkraftavvecklingen,
- internalisera miljökostnaderna i priset på energi,
- minska koldioxidutsläpp och andra luftföroreningar,
- bidra till den sociala utvecklingen, och
- begränsa intrånget i natur- och kulturmiljön

---

<sup>9</sup> Metoder för att utvärdera styrmedel för effektivare energianvändning - ER 2006:24

### *Primärenergi*

Det behövs en möjlighet att jämföra olika effektiviseringsåtgärder, då det finns många typer av energi, som alla har olika ursprung, kostnader och miljöbelastningar. Jämför tilläggsisolering av en villa inom ett fjärrvärmenät med kraftvärme och en villa med direktverkande el, även om antalet sparade kWh skulle vara likartat så är det stora skillnader i hur t.ex. miljön påverkas. En metod att komma tillrätta med problemet är att använda primärenergibegreppet.

En primärenergifaktor omfattar den totala energiåtgången från utvinningen av bränslet till dess det finns en producerad kWh nyttighet i form av värme, kyla eller el som kan användas i byggnaden eller en liter fordonsbränsle som kan användas i ett fordon.

Energimyndigheten har enligt uppdrag<sup>10</sup> tagit fram primärenergifaktorer som ger möjlighet att jämföra olika energibärare och energislag ur ett livscykelperspektiv. Det innebär att hänsyn har tagits till den energi som åtgår för att producera ett visst energislag vid så väl utvinning som distribution och slutanvändning. På så sätt kan effektiviseringsåtgärder bättre studeras ur ett systemperspektiv. Naturligtvis löser inte primärenergibegreppet alla avgränsningsproblem, som exempel ingår inte bildandet av fossilbränslen.

Om förluster i samband med t.ex. utvinning och distribution inte inkluderas finns risken att många effektiviseringsmöjligheter inte synliggörs. Det riskerar att styra mot ur systemperspektiv och ur energianvändningssynpunkt mindre effektiva lösningar. Till exempel kan det bli så att mikrokraftvärme gynnas relativt högeffektiv kraftvärme i storskaliga anläggningar, trots att det totalt sett kan åtgå mindre energi för samma nytta. På samma sätt riskeras att individuell uppvärmning gynnas före fjärrvärme. Genom att räkna i primärenergi kan slutanvändaren ges incitament att välja likväl storskaliga som småskaliga lösningar på ur primärenergisynpunkt likvärdiga villkor.

Värt att notera är att det finns andra sätt att värdera energins kvalité och konsekvenser av energieffektivisering. Det mest kända är exergi-begreppet som kort kan sägas utgöra ett kvalitetsmått, dvs att värme har ett lägre exergivärde än el som är högkvalitativ energi.

### *Utbytbart*

Det finns ytterligare kvalitetsaspekter på energi förutom den redan nämnda, insatt energi för levererad nytta. En sådan är utbytbart. Alla energibärare är inte lika lämpliga för alla ändamål, som exempel kan nämnas att det är lättare att ersätta olja med biobränsle i fjärrvärmesektorn än som drivmedel för transporter.

---

<sup>10</sup> Effektivare primärenergi-användning - ER 2006:32



### 5.1.1 Inte riktigt så enkelt

#### *Retureffekt*

Det finns en inneboende problematik kopplad till energieffektiviseringarna, den så kallade retureffekten. Det innebär i korthet att konsumenten som effektiviserar frigör medel för en ökad/annan konsumtion. Det finns studier som har beräknat denna effekt till över 100 %, dvs. att användningen av energi ökar mer än vad som sparats genom effektivisering på grund av det ökade konsumtionsutrymmet. I två studier finansierade av Energimyndigheten har retureffekten studerats<sup>11</sup>. Resultatet tyder på en retureffekt på 0-30%, dvs. varje sparad kWh ger en netto-besparing på minst 0,7 kWh.

#### *Otydlig styrning*

De marknadsbaserade styrmedel som finns: PFE, handel med utsläppsrätter och el-certifikat, är frikopplade från primärenergibegreppet. Det medför att de kan motverka en minskad primärenergi-användning. Ett exempel är en gynnad användning av bioenergi.

Staten är heller inte alltid intresserad av att spara primärenergi. Ett exempel på det är främjande av biodrivmedel. Där primärenergifaktorn för etanol är betydligt högre än motsvarande för bensin och diesel oavsett val av teknik (Däremot skiljer CO<sub>2</sub>-prestanda mellan teknikerna)

### 5.1.2 Men det går ändå

Hur skall då samhället komma till rätta med den beskrivna problematiken? Grovt förenklat kan man dra två slutsatser. Dels bör energieffektivisering betraktas som ett mål i sig och åtgärder utvärderas gentemot hur mycket energi som sparas. Dels får man en situation där det behövs flera styrmedel för att ställa om energisystemet, då både energieffektivisering och val av energislag behöver beaktas.

### 5.1.3 EU-direktiv

Den 17 maj 2006 trädde Europaparlamentets och rådets direktiv om effektivare slutanvändning av energi och om energitjänster (KOM 2006/32/EG) ikraft. Direktivet ska därmed vara infört i nationell lagstiftning per den 1 januari 2008.

Syftet med direktivet anges vara att främja en kostnadseffektiv förbättring av slutanvändningen av energi i EUs medlemsstater genom att:

---

<sup>11</sup> Samband mellan energieffektivisering och övergripande mål, Chalmers tekniska högskola, ER 2006:25

Samband mellan energieffektivisering och andra övergripande mål ur ett samhällsekonomiskt perspektiv, Umeå Universitet, ER 2006:26

- upprätta vägledande mål,
- upprätta de system, incitament och institutionella, ekonomiska och rättsliga ramar som är nödvändiga för att undanröja befintliga marknadshinder och brister som står i vägen för en effektiv slutanvändning av energi,
- skapa förutsättningar för utvecklingen och främjandet av en marknad för energitjänster samt
- ge konsumenterna tillgång till andra åtgärder för förbättrad energieffektivitet.

Medlemsstaterna ska enligt direktivet anta ett övergripande nationellt vägledande energibesparingsmål om 9% som ska vara uppfyllt nio år efter direktivets ikraftträdande. Detta ska genomföras med hjälp av energitjänster och andra åtgärder för förbättrad energieffektivitet.

I samband med direktivets ikraftträdande ska medlemsländerna ta fram en aktionsplan för effektivare slutanvändning av energi. Planen ska innehålla ett mellanliggande mål som ska vara realistiskt att uppnå efter 3 år av direktivets ikraftträdande och stämma överrens med det övergripande målet. Var tredje år under direktivets verkan ska medlemsländerna återrapportera måluppfyllelsen till kommissionen. Mer om detta finns i en annan underlagsrapport (ER2007:17 Styrmedel för minskad miljöpåverkan).

## 5.2 Vattenkraft

Den ändrade vattenregim, som är följden av en älvs reglering, påverkar en rad faktorer som är väsentliga för djur- och växtlivet – temperaturen, näringstillförseln samt den högsta förekommande vattenföringen. Denna minskar och uppträder i regel senare än vårfloden i en oreglerad älv.

En regelrätt vårflod, som har en avgörande betydelse för bl.a. transporten av minerogent material, saknas i reglerade älvar. Regnrika somrar kan höga vattenföringar uppträda sommar och höst, men är ofta mindre än de ursprungliga vårflödena. Genom att högvattenföringen minskar, ändras transport- och sedimentationsförhållandena och därmed älvens botten och dess biologiska betydelse. Särskilt är detta fallet om även tillflödena är reglerade.

Ytterligare en följd av ändrad vattenföring är att näringstillförseln (fosfor, kväve, organiskt material) och flera vattenkvalitetsparametrar kan ändras. En minskad vattenföring kan öka sedimentationen och därmed näringstillförseln och på så sätt vara en etableringsmöjlighet för växter. Vanligare är dock att näringstillgången minskar genom att transporten av organiskt och minerogent material minskar.

### 5.2.1 Förändrade ekosystem

Strandzonerna är viktiga såväl för växt- som för djurlivet i och omkring ett magasin. Flera växt- och djurarter tål att strandzonerna torrläggs liksom att de fryser och beläggs med is, givet att vattenståndsändringarna får gå långsamt och att de inte bryter den naturliga rytmen. I regleringsmagasin är dock förhållandena ofta sådana att dessa villkor inte uppfylls. Till bilden hör också att strandzonerna i reglerade sjöar och magasin ofta är så instabila att endast ett fåtal växter och djur kan anpassa sig. Allt detta försämrar strandzonens möjligheter att leverera näring till det akvatiska ekosystemet (vattenekosystemet) och därmed påverkas också dess struktur.

Genom regleringen påskyndas erosionen av stränderna. Därmed minskar strandzonernas betydelse som livsmiljö ytterligare - särskilt om resultatet blir steniga stränder. Det är inte givet att den kemiska vattenkvaliteten ändras till följd av detta. Det eroderade materialet förs dock ut i sjön eller magasinet och täcker där över det naturliga bottensedimentet, vilket kan försvåra möjligheterna att upprätthålla en naturlig bottenfauna. Vissa vattenmiljöer har på grund av erosion närmast tömts på näringsämnen.

Vattentemperaturen är betydelsefull för förekomsten av olika bottendjur, men påverkar även växtsamhället. Det sätt på vilket magasinen avtappas spelar därmed en väsentlig roll. En ökad vattentemperatur på våren får exempelvis till följd att mygglarver förpuppar sig tidigare och att de därmed snabbare kommer i drift och förloras som föda för fisken.

En förändrad temperatur påverkar också fiskarnas fortplantning och fiskynglens överlevnadsmöjligheter. När det gäller lax är temperaturen troligen den utlösande faktorn för smoltens utvandring. Uppströmsvandringen hos den könsmogna laxen beror troligen både av temperaturen och vattenföringen. Låg vattenföring minskar dessutom starkt möjligheterna för fisk att genomföra uppströmsvandringar.

### 5.2.2 Ändrad ämnestransport

Dammarna och regleringssjöarna ökar volymen i vattensystemen. Detta förlänger olika ämnens uppehållstider och ändrar deras omsättning. Transporten ut till havet ändras därför genom regleringen. Effekten varierar mellan olika ämnen, vilket till stor del hör samman med ämnets omsättning i biologiska system. Uttransporten av kväve till Östersjön är enligt svenska studier relativt sett mindre i reglerade än i oreglerade vattendrag. För fosfor anses effekten vara mindre. Effekter till största delen beroende av den förändrade uppehållstiden, dvs tiden det tar för vattnet att nå Östersjön.

Vanligen innebär dämningar av vattendrag, åtminstone till en början, att tillförseln av organiskt material från strandzonen ökar. Detta medför i sin tur risk för syrebrist i områden med goda förutsättningar för sedimentation. Exempel på

sådana är lugnvatten. Frigjorda näringsämnen innebär också att produktionen av alger ökar, vilket ytterligare kan öka syrebristen.

Partikulärt organiskt material har stor betydelse för fiskens energiupptag, medan den lösta andelen i detta hänseende anses som i det närmaste inert. Merparten av partikulärt organiskt material utgörs av växtrester som håller på att brytas ner. I denna process spelar bakterier, svampar och bottenlevande djur en viktig roll. Kantvegetationen längs älven har i sammanhanget en stor betydelse dels då den tillför dött organiskt material till vattnet, dels då den ger fisken ett ökat skydd.

### **5.2.3 Miljön utefter älven**

Regleringen kan också påverka miljön vid sidan av vattendraget. Särskilt är detta fallet där forsar försvunnit och därmed den spridning av små vattendroppar till omgivningen, som är väsentlig för att vissa växter, bl a olika moss- och lavararter, skall kunna leva. Denna droppspridning bidrog inte bara till att fukta och kyla miljön sommartid utan bildade vintertid ett tjockt istäcke som skyddade mot låga temperaturer. Miljön kom därför att hålla en relativt låg temperatur året runt vilket gynnade bl.a. oceaniska mossor och lavar.

Det lokala klimatet utmed älven påverkas också av att vattnet vintertid är öppet nedanför dammar och kraftstationer. Detta förändrar villkoren bl.a. för dimbildning och frostpåslag.

För viltets och renskötselns del påverkas vandringsvägar och födosök, om vattenvägar ändras och strandvegetation påverkas. Vägdragningar genom tidigare ostörda områden kan innebära en sönderbrytning av landskapet.

Dämda sjöar liksom älvmagasin är också dåliga livsmiljöer exempelvis för bäver och för många and- och vadarfåglar genom ändrad tillgång på föda, vattenståndsvariationer samt ändrad strandvegetation.

Grundvattenkvaliteten och grundvattennivåerna kan påverkas av ändrade vattenstånd och föroreningssituationer kan förvärras genom att en minskad vattenföring har en sämre förmåga att späda ut föroreningar.

Landskapsbilden förfulas om en vattenkraftsanläggning tillåts generera massupplag och täkter.

### **5.2.4 Regleringens effekter på...**

#### *Plankton*

Vattenståndsförändringar som sådana har troligen liten betydelse för plankton, men genom att vattnets genomströmning, temperatur och grumlighet ändras finns

en indirekt påverkan. Betydligt större inverkan på planktonbeståndet kan förändringen av strandzonen och dess påverkan på näringsstatusen ha.

### *Växter*

Den kvantitativt viktigaste växtgruppen för vattendraget är kärlväxter (örter, ormbunkar, gräs m.m.). Dessa förekommer framförallt på stränderna, men även i vattnet. I reglerade älvar liksom vid magasinerna är deras artrikedomen men framförallt reduceras mängden producerad biomassa och därmed också födobasen för de vatten- och landlevande djuren. Dessutom bidrar dammarna och den minskade strömhastigheten till att kärlväxternas spridning längs vattendragen försvåras.

Ett lateralt näringsutbyte mellan älven och dess stränder anses vara särskilt betydelsefullt i näringsfattiga älvar med breda stränder. Till sådana hör de fritt strömmande norrländska älvarna. I reglerade norrländska älvmagasin har dock strandytan krympt till en bråkdel av den ursprungliga. I regleringsmagasinen har strandytan ofta flerdubblats, men miljöförhållandena är för dåliga för att kärlväxter ska kunna växa på andra nivåer än längs dämningens gränser. Vattenregleringen påverkar också djuplevande växter negativt. Den högsta regleramplitud sådana anses tåla är 4-5 m, men vanligen ligger gränsen på 2-3 meter. På samma sätt som en torrläggning kan vara ödesdigert kan också ett för stort djup slå ut växterna då ljuset blir otillräckligt.

### *Insekter*

Många insekter och andra djurarter avslutar sin aktiva fas under hösten genom att utveckla vilostadier exempelvis i form av ägg. Om detta sker i uppfyllda magasin kommer en stor del av djuren att till våren hamna på torrlagda strandzoner och därmed att under lång tid exponeras för torka och solljus. Därmed är den ändrade vattenregimen som sådan en fara för faunan. Den ändrade vattenregimen påverkar också de bottenlevande djuren, vattenflödet är till exempel centralt för driftande insekters livscykel och utbredningsförmåga. Vid starkt reducerad vattenföring påvisar många studier att andelen av små djurarter ökar, men också att antalet djur som kommer i drift minskar. Förklaringen till det förra antas vara att hålrummen i botten sedimentet och i vattenlevande mossor minskar och att de större djuren av den anledningen missgynnas, vilket ger en förändrad (art-)sammansättning i ekosystemet.

### *Fisk*

Dammar stänger av vattenvägar. Om det inte byggs speciella passager stoppas möjligheten till uppströmsvandring för organismer - speciellt fisk. Nerströmsvandringar kan också bli problematiska, om det huvudsakligen vattenflödet går genom turbinerna. I sådana situationer skadas fisken. Vid sidan av mekaniska skador kan fisken också drabbas av tryckförändringar. I dessa fall yttrar sig dessa som så kallad gasblåsesjuka.

När det gäller dammar och kraftstationer är kunskapen god om hur olika fiskar påverkas. Det finns effektiva metoder att upprätthålla bestånd av vandringsfisk när lekplatserna blivit svårtillgängliga. I Norden är det främst lax, öring, harr och ibland sik, som påverkas av att deras naturliga vandringsvägar blockeras. Fisktrappor är en typ av konstruktion, som kan underlätta passagen förbi olika hinder. Strategiskt belägna anläggningar för fångst av fisk som sedan kan transporteras vidare uppströms eller utnyttjas för avel är ett alternativ.

Ett problem är att många reglerade vattendrag saknar lämpliga lekområden ovanför dammarna. Dessutom tvingas utvandrade fisk att gå genom turbinerna vilket leder till hög mortalitet.

De förändringar av vattenvägar och de hinder för vandringsfisk som finns i dessa har gjort det nödvändigt att på artificiell väg sköta befruktning, kläckning, uppväxt och utsättning av framför allt laxartad fisk. Östersjöns laxbestånd och det yrkesmässiga havsfisket efter lax är helt beroende av utsättningarna av odlad fisk. För att behålla ett fritidsfiske i reglerade strömvatten utnyttjas ofta fisk, som har drivits upp till fångstfärdig storlek, så kallad put-and-take fiske.

Det typiska mönstret för laxfiskar är att en förhållandevis stor andel av den genetiska variationen utgörs av variationen mellan lokala populationer. Exempelvis har 25 års utsättning av en laxstam i ett område, som är stationärt besatt med en annan laxstam, inte medfört något genflöde mellan de båda stammarna trots att de härstammar från samma älv. Inte heller har öring, som introducerats från odlade bestånd lyckats att hybridisera sig med ursprungliga stammar eller med att bilda egna vilda bestånd.

De flesta studier som gjorts med avsikt att jämföra genetisk variation i odlad och vild fisk visar att den odlade fisken har förlorat åtskilligt av den genetiska variationen. Grundorsaken torde vara att antalet föräldrafiskar varit för litet. Ett faktum som förstärker effekten av det begränsade genflödet mellan olika populationer.

Ett särskilt problem med fiskavel är att det är svårt att hålla avelsfisk levande i bassänger under lång tid. Detta innebär att tidigt uppvandrande fisk har lägre sannolikhet att bli föräldrar i avelssammanhang. Det förhållandet att stora honor ger mer rom innebär att de favoriseras i aveln, men också att antalet föräldrar decimeras. Utsättning av sådan avkomma ökar risken för inavel.

Sannolikt regleras många restbestånd av laxfisk i reglerade vatten av mängden tillgängliga uppväxtområden för ungfisk. Kraven på miljön varierar mellan populationer av samma art till följd av långtgående anpassning till en lokal miljö. Antagligen bör värderingen av biotoper diskuteras ur enskilda populationers kravperspektiv. För laxfiskar varierar miljökraven allt efter de olika stammarnas särskilda krav.

Ingen laxart hotas till sin existens i Sverige, men den genetiska variationen minskar som en konsekvens av att lokala bestånd får försämrade överlevnadsförhållanden. Arbetet för att bevara öring och harr måste inriktas mot att bevara ett så stort antal populationer som möjligt. Vissa bestånd av röding företar vandringar i strömvatten. Vandrande bestånd är idag sällsynta till följd av regleringar. Man bör ha i åtanke att regleringarna och vattenmagasinen inte bara utgör vandringshinder utan också minskar den totala sträckan av tillgängligt vattendrag.

Vilken betydelse magasineringen har för stationär fisk har varit föremål för många undersökningar. Det är känt att en ökad regleringsamplitud på sikt resulterar i minskad individvikt och minskat fiskeutbyte för de flesta fiskarter. Öringen påverkas ofta mer än andra fiskarter eftersom den söker sin föda nära stranden. I unga magasin leder erosionen av strandzonen till att näringshalterna i vattnet ökar tillfälligt, vilket gynnar såväl planktonutvecklingen som näringsvävarna i stort inklusive fiskbestånden. Detta brukar benämnas som en positiv dämningseffekt. Detta näringsläckage medför dock på sikt att vattnet blir alltmer näringsfattigt och att de naturliga bestånden av exempelvis röding inte längre finns. I vissa fall har förändringarna blivit så påtagliga att rödingbeståndet endast utgörs av fiskar på upp till 100 à 200 grams vikt.

### **5.2.5 Miljögifter**

Överdämning av mark innebär att kvicksilver, som tidigare deponerats i den terrestra miljön (landmiljön), lättare urlakas till vattenmiljön. Ju större andelen torvmark är desto större är risken för att kvicksilver frigörs. Varierande vattenstånd innebär dessutom att sådana situationer kan uppkomma då olika kvicksilverformer omvandlas till metylkvicksilver, som är den kvicksilverform som ackumuleras i näringskedjorna bland annat i fisk. Halterna kan härigenom bli så höga att de begränsar den lämpliga konsumtionen av fisk.

Generellt kan sägas att en överdämning av en mark och den förändrade syretillgången i marken påverkar de biogeokemiska kretsloppen. Det kan skilja sig kraftigt åt beroende på utgångsläge, men också mellan olika ämnen/metaller. Hypotetiskt kan det finnas områden vars vittring av metaller skulle begränsas kraftigt av en överdämning.

### **5.2.6 Klimatpåverkan**

Den ökade nedbrytningen av organiskt material innebär också att mer koldioxid avgår efter det att ett vattendrag reglerats än före. Vissa bedömningar, som gjorts i anknytning till en av de studier som görs kring vattenkraftens miljöanpassning, antyder att storleksordningen på denna extra koldioxidavgång kan vara 0,3-0,5 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år. Det övre värdet är strax under 1 % av Sveriges samlade antropogena utsläpp av CO<sub>2</sub>.

### **5.2.7 Vindkraft, vattenkraft och miljö**

Om det nordiska elsystemet får ett stort innehåll av intermittent elproduktion, som vindkraft, kommer dess behov av momentan effektreserv att öka, alternativt att teknik utvecklas som medger en snabb effektbortkoppling hos vissa kunder. En ökning av den momentana effektreserven förutsätter en effektutbyggnad hos vattenkraften.

De effekter som kan drabba naturmiljön om älvarna regleras hårdare hänger främst samman med att flödesvariationerna kan bli stora, även inom korta tidsintervall. Erosionen kan härmed komma att öka och växter och djur kan ryckas loss från sina substrat och driva nedströms.

Fiskar som står mot strömmen kan bli desorienterade om strömhastigheten sjunker drastiskt. Detta kan i sin tur göra dem mer utsatta för rovdjur, t.ex. gädda.

Om flödesvariationerna också påverkar vattennivåerna kommer strandvegetationen att drabbas av både erosion och tillväxtminskning. Få växter klarar nämligen att ständigt variera mellan att vara torrlagda och översvämmade. Samma störning gäller det lägre djurlivet i strandzonen. Sammantaget tyder allt på att en hårdare dygns- och veckoreglering kommer att öka utarmningen av växt- och djurlivet i älvarna.

### **5.2.8 Övriga miljöeffekter**

Utöver de effekter som beskrivits ovan kan vattenkraften även ha en lokal inverkan på:

- stränderna, genom ökad erosion, varvid behovet av erosionsskydd ökar, exempelvis i form av strandskoningar.
- båttrafiken, som kan försvåras.
- möjligheten att driva renar.
- isen i regleringsmagasin, som ofta spricker upp när magasinerna börjar tömmas. Till likartade problem hör att råkar kan uppstå vid tunnelintag och tunnelutlopp.

## **5.3 Kärnkraft**

Uppkomsten av radioaktiva ämnen är en ofrånkomlig följd av de kärnklyvningar som är grunden för ett kärnkraftverks elproduktion. Människor och miljö måste skyddas mot skadliga effekter av den strålning de radioaktiva ämnena sänder ut ända tills de sönderfallit till stabila, ofarliga ämnen.

Vid diskussioner av kärnkraftens effekter på hälsa och miljö fokuseras intresset oftast på den joniserande strålning som de radioaktiva ämnena utsänder. En fullständig miljöanalys måste ta med alla led i kärnbränslecykeln, från urangruvan till slutförvaret..



### 5.3.1 Joniserande strålning

Kärnbränslet i reaktorhärden sänder ut en mycket intensiv joniserande strålning. Även de komponenter, som befinner sig i eller nära reaktorhärden, utsätts för en så intensiv neutronbestrålning att radioaktiva ämnen alstras även i dem. För att skydda människor och miljö från strålningen måste således de radioaktiva ämnen som bildas i reaktorn hållas inneslutna i så stor utsträckning som rimligen är möjligt ända tills de sönderfallit och den joniserande strålningen upphört. De radioaktiva ämnen som bildas har olika livslängd (halveringstid), från bråkdelar av sekunder till miljontals år. Uran- och plutoniumkärnor har mycket långa halveringstider. Olika radioaktiva ämnen utsänder olika typer av strålning – alfa, beta eller gamma. Detta är, tillsammans med stråldosens storlek, avgörande för den påverkan som uppstår på levande organismer. Därtill har olika slags celler, vävnader och organ olika känslighet för strålningen.

Skador på DNA-molekylerna kan i vissa fall, dock långtifrån alla, leda till att en cancercell bildas och så småningom utvecklas till en tumör. En liten ökning av frekvensen DNA-skador ger därför i princip en liten ökning av risken för cancer.

### 5.3.2 Effekter av driftutsläpp

De radiologiska effekterna i olika led i kärnbränslecykeln kan variera starkt, bl a beroende på de olika anläggningarnas tekniska standard och hur de är belägna i förhållande till tätbefolkade områden. Som referensfall används en studie som nyligen genomförts av OECD/NEA:s strålskyddskommitté. Den avser effekter av ett års elproduktion i en 1 GWe tryckvattenreaktor med respektive utan en omgång upparbetning av det använda kärnbränslet.

Svenska kärnkraftverk ger indrivdoser till de närboende som är jämförbara med referensfallet i tabellen, dvs av storleksordningen en miljondels Sv ( $\mu\text{Sv}$ ).

Sammanfattningsvis kan konstateras att de radioaktiva utsläppen från ett kärnkraftverk under normal drift ger ett mycket litet bidrag till den individuella risken för cancer med den modell som i dag allmänt används för sambandet mellan stråldos och skaderisk. Även för individer i den mest utsatta gruppen bland allmänheten är risktillskottet mindre än en hundrausendels procent per år, vilket är mycket lågt jämfört med många andra kända källor till ökad cancerisk. Exempelvis ger ett kärnkraftverk ett årligt individuellt risktillskott från strålning långt under vad dosen från kosmisk strålning under en flygresa till något av de vanliga semestermålen ger.

Andra anläggningar som ingår i kärnbränslecykeln, men som inte finns i Sverige, kan ge högre men fortfarande små risktillskott (under en hundrausendels procent) till individer i omgivningen. Det är då främst anläggningar för uranutvinning och för upparbetning av använt kärnbränsle. För urangruvorna beror dosbelastningen i hög grad på hur väl lakrester och annat gruvavfall tas om hand.

Vidare kan konstateras att för huvuddelen av dem som arbetar i kärnkraftverken är doserna låga och hälsoriskerna skiljer sig inte från annan industriell verksamhet

med god arbetsmiljö. Mindre grupper har arbetsuppgifter som gör att de utsätts för mer strålning, vilket gör att hälsoriskerna blir jämförbara med arbete i processindustri med mer besvärlig arbetsmiljö.

### **5.3.3 Strålningspåverkan på miljön**

Skyddet av människan har dominerat strålskyddsarbetet ända fram till de allra senaste åren. Bedömningen har varit att ett gott strålskydd för människor också ger ett tillräckligt gott skydd för andra levande arter i så motto att enstaka individer skulle kunna skadas, men inte arten som sådan och inte heller balansen mellan arter. Dessa bedömningar har även legat som grund för ICPRs rekommendationer. Under senare år har ökade insatser gjorts för att kartlägga joniserande strålnings miljöpåverkan och på att utveckla system för miljöskydd som säkerställer att olika arter, populationer och biotoper kan ges ett fullgott skydd. Mycket arbete återstår dock innan man har utvecklat skyddskriterier som är internationellt erkända och tillämpade på samma sätt som skyddet för människor.

### **5.3.4 Klimatpåverkan**

Även elproduktion med kärnkraftreaktorer ger upphov till vissa utsläpp av växthusgaser, främst koldioxid, samt försurande gaser som svaveldioxid och kväveoxider. Utsläppen av växthusgaser och försurande gaser kommer till övervägande del från gruvdriften och anrikningen av uran-235 och är starkt beroende av i vilken utsträckning fossila bränslen används för att producera den el som behövs i de processerna.

### **5.3.5 Annan miljöpåverkan**

En urangruva med tillhörande lakningsanläggning kan ta i anspråk stora markytor – flera tusentals hektar om det rör sig om dagbrott. En gruva försörjer dock många kärnkraftreaktorer. För en reaktor med effekten 1 GWe som drivs i 40 år blir andelen av ytan som tas i anspråk ett par hektar. Med höga miljökrav på gruvbrytningen kan kemisk och annan miljöpåverkan från lakrester och annat gruvavfall hållas liten jämfört med utvinning av flera andra energiråvaror. Det finns dock gruvor av varierande standard i drift i olika delar av världen. Anläggningar för anrikning av uranet med avseende på uran-235 är också relativt utrymmeskrävande – typiskt flera hundra hektar. Liksom för urangruvan blir dock den andel av ytan som tas i anspråk för den enskilda reaktorn liten. Miljöpåverkan i övrigt domineras av de stora mängder elenergi som går åt vid anrikningen, särskilt om denna el produceras med fossila bränslen och i synnerhet då kol. Själva kärnkraftverket tar, om flera reaktorer samlokaliseras, ett tiotal hektar mark i anspråk per reaktor. Vid kustförlagda verk som de svenska påverkas något tusentals hektar havsyta av kylvattenutsläppet i form av förhöjd vattentemperatur. Effekterna på det lokala växt- och djurlivet har, bland annat vid provningar av tillstånd om effekthöjning, bedömts som godtagbara.

En upparbetningsanläggning för använt kärnbränsle kan ta något hundratal hektar mark i anspråk, inkluderande mellanförvar för använt kärnbränsle och olika typer av kärnavfall. Utslaget per reaktor som betjänas blir ytan liten. Miljöpåverkan är väsentligen begränsad till radioaktiva processutsläpp från upparbetningen (se tabellen ovan). Upparbetning av använt bränsle från svenska kärnkraftverk förekommer inte längre, men har tidigare skett i liten omfattning. Det svenska mellanlagret för använt kärnbränsle (CLAB) tar en markyta på något tiotal hektar i anspråk, liksom det gemensamma slutförvaret för låg- och medelaktivt avfall (SFR). Ett kommande slutförvar för använt kärnbränsle beräknas också behöva en markyta på något tiotal hektar för ovanjordsanläggningarna medan förvaringsutrymmena på stort djup i berget kan uppta en yta av något hundratal hektar.

## **5.4 Fossila bränslen och torv**

Användningen av fossila bränslen (olja, kol och naturgas) är den dominerande källan till utsläpp av koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider i Sverige. Knappt 40% av Sveriges energitillförsel är idag baserad på fossila bränslen vilket kan jämföras med situationen år 1970 då motsvarande andel var cirka 90%.

### **5.4.1 Användning av fossila bränslen**

Användningen av alla energibärare, förutom oljeprodukter, har ökat. Tillförseln av fossila bränslen i Sverige uppgick år 2006 till 235 TWh. Oljeprodukter uppgick till 84 % av den totala fossilbränsleanvändningen medan motsvarande andel för kol var 12 % och för naturgas ungefär 4 %. Oljeanvändningen i Sverige har minskat från 243 TWh till 134 TWh mellan 1973 och 2004. Efter oljekriserna på 1970-talet har den svenska energipolitiken inriktats på att minska användningen av eldningsolja. 1973 stod användningen av olja för 64 % av total slutlig användning och år 2004 var andelen 33 %.

Till en del beror minskningen på att energianvändningen effektiviserats men även på en omställning av energisystemet. Framförallt har värmeproduktionen övergått till biobränsle, och i viss mån avfall, dessutom har olja ersatts med el i många applikationer.

I transportsektorn är fortfarande oljeprodukter helt dominerande. Även om marknaden för alternativa drivmedel, såsom etanol och biogas, så är oljan helt dominerande inom vägtransporter, inkluderas flyg och sjöfart blir dominansen än större.

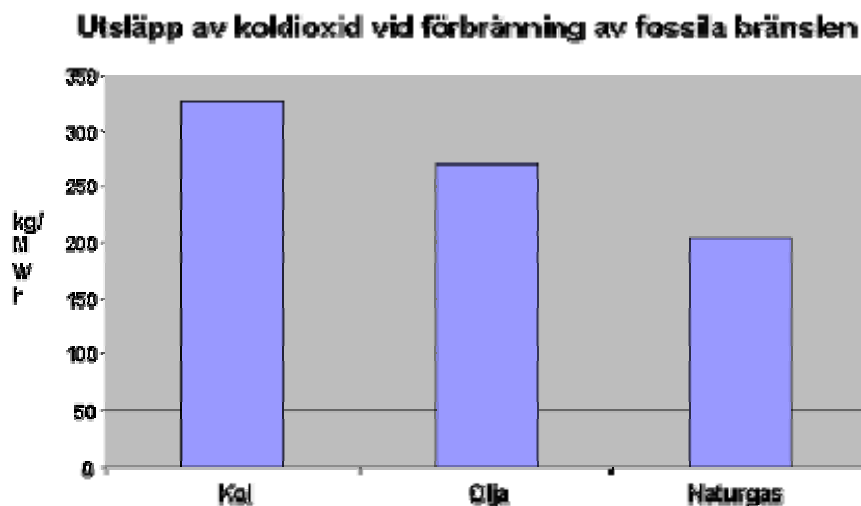
### **5.4.2 Miljöeffekter av fossila bränslen**

#### *Klimatpåverkan*

Miljöeffekterna av de olika fossila bränslena skiljer sig kraftigt åt. Emissionerna av koldioxid är direkt proportionellt till förbränningen av kol (C) och därför ger användning av kol upphov till avsevärt högre emissioner av koldioxid per

energienhet än användning av naturgas, se figur 5.1. Utsläppen av koldioxid vid förbränning av olja hamnar mittemellan utsläppen från naturgas och kol. Tar man hänsyn till att verkningsgraderna för elproduktion är betydligt högre för naturgas än för kol blir skillnaden i koldioxidutsläpp mellan naturgasbaserad elproduktion och kolbaserad elproduktion ännu större än vad figuren visar. I många länder i Europa har ersättning av kolbaserad elproduktion med naturgasbaserad elproduktion varit en av de mest utnyttjade strategierna för att minska utsläppen av växthusgaser från energisystemet.

Teknik för avskiljning och deponering av den koldioxid som bildas vid förbränning är under utveckling. Det finns för närvarande inga sådana anläggningar i kommersiell drift och miljöeffekterna är ännu inte fullständigt utredda. En hel del intresse ägnas dock denna teknik som skulle kunna möjliggöra kraftigt minskade koldioxidemissioner från användningen av fossila bränslen.



Figur 5.1 Utsläpp av koldioxid vid förbränning av fossila bränslen

### *Naturgas*

Naturgas har även andra miljöfördelar framför andra fossila bränslen. Svavelhalten är försumbar vilket minskar utsläppen av försurande ämnen och utsläppen av skadliga flyktiga organiska ämnen (VOC) samt partiklar är mycket små. Även utsläppet av kväveoxider är lågt jämfört med förbränning av andra bränslen.

### *Kol och olja*

Miljöeffekterna av förbränning av kol och olja beror till stor del på vilken förbränningsteknik och reningsteknik som används. I Sverige har svavelhalten i oljeprodukter minskat under en längre tid, något som tillsammans med installation av reningsanläggningar i större förbränningsanläggningar lett till kraftigt minskade svaveldioxidemissioner från källor i Sverige.

## Torv

Både brytning och förbränning av torv medför miljöpåverkan. Vid torvbrytning skalas det översta marklagret bort och området torrläggts. Det medför givetvis en drastisk förändring av livsbetingelserna för de växter och djur som lever i området. Anläggning av vägar och dikning omkring torvtäkten kan också påverka omkringliggande områden. Ur ett livscykelperspektiv finns väldigt olika uppskattningar om vilken klimatpåverkan torvanvändning har.

Förbränningen ger upphov till CO<sub>2</sub>-utsläpp och därmed en klimatpåverkan. Detta kan i viss mån balanseras av att brytningen minskar det naturliga läckaget av metan från torvmossor. Det finns ingen entydig bild av torvanvändningens klimatpåverkan i ett livscykel perspektiv, då den är beroende av många faktorer. Vilken torvmark samt vilken efterbehandling som sker är viktiga faktorer för den totala klimatpåverkan.

## 5.5 Vindkraft

Sedan de första kommersiella vindturbinerna började tillverkas för 20 år sedan, har effekten på vindkraftverken ökat 100 gånger. Samtidigt har kostnaderna för att generera strömmen minskat med 80 procent. En nyckel till framgång för vindkraften är att lyckas uppgradera och anpassa elnätet i Europa så att det passar den nya tekniken. De kommersiella vindkraftverken har vuxit från 15 meters rotordiameter i början av 1980-talet till över 100 meter i rotordiameter i dag.

### 5.5.1 Lokaliseringsfrågor för landbaserad vindkraft

Vindkraften har liksom annan energiproduktion arealkrav och kan därmed komma att konkurrera med bland annat naturvärden, rekreationsområden, arkeologiska och militära intressen.

Vindkraftanläggningar måste lokaliseras med hänsyn till bebyggelse och landskap. En stor fördel är att områdena i direkt anslutning till vindkraftverken kan utnyttjas som åkermark. Tillhörande anläggningar med vägar och elanslutning kan komma att bryta sönder naturen på ett sätt som i sitt lokala sammanhang inte är önskvärt. En lösning kan vara att samla vindkraftanläggningar, så kallade vindkraftparker, till områden med stort vindenergiinnehåll. Dessa lokaliseras i första hand till områden vilka inte har riksintressen som är väsentliga att bevara. Om detta inte kan undvikas säger Miljöbalken (1998:808, 3 kap., 1 §) att företräde då skall ges sådan användning som medför en från allmän synpunkt god hushållning. Naturskyddslagen föreskriver i princip byggnadsförbud, upp till 100 m från stränder. Dispens kan lämnas om det finns särskilda skäl, som kan vara att anläggningen inte inskränker nyttjandet. Vidare framgår av Miljöbalken (1998:808) att vindkraftanläggningar inte bör förläggas till vissa kustområden eller till nationalparker.

### **5.5.2 Lokaliseringsfrågor för havsbaserad vindkraft**

Under 1990-talets senare del har möjligheterna att lokalisera vindkraft till havs blivit allt mer intressanta. De fördelar som havsområdena anses erbjuda jämfört med landbaserade anläggningar är bland annat längre utnyttjandetid och högre medelvind, betydligt mindre bullerproblem och visuella störningar, lägre påverkan på naturmiljön och färre konkurrerande intressen.

De viktigaste frågorna för havsbaserad vindkraft är hur havsströmmar, biotoper, växt- och djurlivet påverkas av vindkraftverk i kustområdena respektive längre ut till havs. Direkta problem är intressekonflikter med försvaret, fiskerinäringen, sjöfarten, rekreativsmöjligheter och industrin. Fritidsfisket kommer däremot inte att påverkas i lika hög utsträckning. Kostnadmässigt är det en stor fördel att placera vindkraftverken på grunda områden nära kusten samt på havsbankar. Dessa är biologiskt mycket viktiga så hänsyn måste tas.

### **5.5.3 Visuell påverkan**

Förändringar i landskapsbilden bedöms ofta av allmänheten som en mycket allvarlig aspekt mot utbyggnad av vindkraften. De visuella frågorna är numera en väsentlig utgångspunkt för bedömning av vindkraftens miljöpåverkan. Utvecklingen av vindkraftverken har gått mot allt större och högre verk. Vindkraftsanläggningar blir därmed ett ännu mer påtagligt inslag i den miljö de etableras i. Samtidigt har de blivit relativt tystare och möjliga att styra tekniskt. Man kan till exempel stänga av verken utifrån situationer som de programmerats för. Upplevelsen av vindkraftverk är individuell, men påverkas förutom av avståndet, av aktuell landskapstyp, kupering, vegetation, skala, anläggningens utformning, betraktelsesituation, rotationshastighet, ljusförhållanden och väderstreck. Hur stor del av synfältet som upptas av vindkraftverk har även betydelse. Om grupper av vindkraftverk syns i tre eller flera riktningar kan man känna sig omringad.

För vindkraftverk med stor rotordiameter ser bladen ut att röra sig långsammare, vilket ger ett harmoniskt intryck. Skillnader i rotorhastighet upplevs oftast som störande. Stor visuell påverkan orsakas delvis av människans nedärvda förmåga att mycket snabbt uppfatta rörelser i sin omgivning.

### **5.5.4 Periodiska skuggor och reflexer**

Vid soligt väder uppstår periodiska skuggor från vindkraftverk om rotorn snurrar. Dessa periodiska skuggor kan vara störande för människor som stadigvarande uppehåller sig, lever eller arbetar på platsen. Hur byggnader och utemiljöer är utformade liksom dess kvaliteter har betydelse för hur skuggorna upplevs. Denna faktor har ökat i betydelse när verken blivit högre. Skuggstörningar måste uppmärksammas i förhållande till både bostäder med utemiljöer och arbetsplatser. Skuggorna är som längst när solen står lågt och varierar alltså med tiden på dygnet och året. Lösningen är att kraftverken stängs av. Det rör sig om ytterst korta stunder så bortfallet blir försumbart. Svensk vindkraftförening (SVIF) anser att 10

timmars faktisk skuggtid/år skall tillämpas som regel för periodisk avstängning av vindkraftverk

Solljus som ger reflexer mot främst rotorbladen kan vara störande och synas vida omkring. Dessa problem förebyggs dock alltid genom ytbehandling på de moderna verken och förekommer inte längre.

### **5.5.5 Ljud, elektromagnetiska och vibrationseffekter**

Tore Wizelius (2003) redogör i sin bok ”Vindkraft i teori och praktik” att vindkraftverk kan alstra två olika typer av ljud, dels mekaniskt ljud från maskinhuset (växellåda, generator och andra rörliga mekaniska delar) vilket för moderna vindkraftverk nästan helt är eliminerat, dels ett aerodynamiskt svischande ljud från rotorbladen. Ljudnivån beror främst på vingpetsens hastighet. De större vindkraftverken upplevs som tystare än de små, vilket beror på ett lägre varvtal. Ljudet kan beskrivas som ett bredbandigt brus där det mest framträdande frekvensområdet är 63 - 4000 Hz. Fysikaliskt har detta svischande ljud samma karaktär som prasslande löv. Vindkraftverk hörs dessutom bara under vissa förutsättningar.

När vindens hastighet överstiger 8 m/s maskeras svischet från rotorbladen av bakgrundsljudet; vindbrus, lövprassel och annat. Det är alltså vid vindstyrkor från startvind 3-4 m/s och upp till 8 m/s som vindkraftverket hörs inom ljudutbredningszonen (Wizelius (2003)).

De riktvärden som tillämpats i dagsläget för bedömning av buller utomhus från vindkraftverk är de som anges för industriverksamhet. Vid bedömningen har i de flesta fall nattvärdet 40 dBA angetts som villkor av tillståndsmyndigheten. Hur bedömningen ska gå till samt vilken metod som ska användas i framtiden utreds för närvarande.

Hur störande bullret är hänger samman med vilka ljud som hörs i bakgrunden. En intressant fråga är om ljudet från ett vindkraftverk kan maskeras med annat som låter i bakgrunden. Inom Vindforsk pågår det just nu ett sådant projekt där maskering av ljud från vindkraftverk via vindinducerat bakgrundsbuller undersöks.

Eja Pedersen och Kerstin Persson Waye vid Göteborgs universitet har undersökt perception och störning orsakad av ljud från vindkraftverk i olika boendemiljöer (Pedersen E. *et al.*(2006)). Deras resultat visar att antalet människor som upplevde ljudet som störande från vindkraftverken var högre för gruppen som även kunde se vindkraftverket jämfört med dem som inte kunde det. Vid en jämförelse mellan lant- och förortsmiljöer visades en tendens för högre grad av störning och perception från människorna som bodde i lantmiljön.

Ljud kan även upplevas som ett intrång i den privata boendemiljön. Graden av störning påverkas av visuella faktorer som attityden till vindkraftverkens påverkan

på landskapsbilden. Det visuella intrycket av vindkraftverken kan därför vara den dominerande källan till störning. Störningsgraden är högre för lägre ljudnivåer från vindkraftverk jämfört med exempelvis trafikbuller (Pedersen E. (2003)). Pedersen *et al.* (2004) har även redovisat resultat att det i dagsläget inte finns några bevis att ljud med nivåer ekvivalenta med de från vindkraftverk kan orsaka andra hälsoproblem än just en faktisk störning.

Ljud fortplantas mycket bra i vatten och både fiskar och däggdjur använder sig av ljud. Av den anledningen är det viktigt att studera buller och vibrationseffekter från vindkraftverk. En studie av Koschinski *et al.* (2003) visar att vibrationer som ger upphov till lågfrekventa ljud kan uppfattas av däggdjuren i haven, så det kommer att vara viktigt att studera dess påverka på däggdjuren.

Hur vindkraftsljud vid havsetablering påverkar fiskar beror på många faktorer, inte minst på grund av att hörseln varierar stort mellan olika arter. Rent kvantitativt indikerar den stora fiskförekomsten att ljud är sekundärt i förhållande till reveffekten (se nedan under rubriken fiskar och växter) för de arter som påträffas (Wahlberg *et al.* (2005)).

Den elektromagnetiska strålningen från elkablarna på havsbotten mellan vindkraftgeneratoren och nätet på land har ett mycket begränsat utbredningsområde av endast några få decimeter, därefter är det den naturligt förekommande jordstrålningen som är den mest dominanta ( Sundberg, *et al.* (2005)). Fiskeriverket (Westerberg *et al.* (2006)) har utfört undersökningar som visar att ålens storskaliga vandring inte påverkas av den elektromagnetiska strålningen från dessa kablar. Analysen gav heller inga belägg för att simbeteendet hos lax och havsöring ändrades av magnetfältet.

### **5.5.6 Emission**

Allmänt ger inte vindkraft några utsläpp av exempelvis CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>. Den använder inte heller något bränsle som ska utvinnas och förbrännas. De enda utsläppen som förekommer är under själva tillverkningsprocessen, transporten och utplaceringen av vindkraftverken, vilka är försumbara och uppvägs helt av den sparade emissionen under elproduktionen. Vindkraftverken innehåller inte miljöfarliga oljor, gaser eller vätskor som kan läcka ut i omgivningen och förorsaka allvarliga olyckor.

Ett modernt vindkraftverk har redan efter ca 8 månaders drift i ett bra vindläge producerat lika mycket energi som det går åt för dess tillverkning.

### **5.5.7 Vindkraftens effekter på...**

Vindkraftverksbyggen är lokala och när det gäller djur och växter sker deras påverkan i stort sett lokalt. Frågan är under vilka förutsättningar som forskningsresultaten kan överföras till andra bo- och växtplatser (Rapport 5570(2006)).



Om man från naturvårdens sida ska kunna uttala sig säkrare än för närvarande om de marina kust- och havsområdenas naturvärden, är det nödvändigt att kunskapsnivån om marina livsmiljöer och deras invånare höjs. Precis som på land behöver en systematisk kartering tillgodoses av främst våra grunda utsjöområden; deras kvalitet och naturvärden. Referensområden saknas ofta, vilket gör att det är svårt att få en helhetsbild av de effekter som många aggregat i en vindkraftsanläggning orsakar på den marina miljön och dess organismer.

Med de kunskaper som finns om effekter av liknande anläggningsarbeten i marina miljöer kan man ändå göra vissa bedömningar. Sannolikt är effekterna i förhållande till annan exploatering inte allvarliga. De kan till viss del begränsas beroende på vilken byggteknik som används när torn och kablar sätts på plats och på turbinernas och rotorbladens konstruktion. Störst påverkan sker under byggnadsfasen då tornfundament och kablar ska sättas på plats. Under denna fas kan muddringsarbetet orsaka grumling av vattenmassan, vilket negativt påverkar flera organismer. Denna kan begränsas av den muddringsteknik som används. Påverkan är kortvarig. De skador som uppstår är som regel av begränsade och av övergående natur. En studie utförd av Fiskeriverket (Westerberg *et al.* (2006)) av havsbotten före och efter kabeldragning visade att grumlingsplymen hade en mycket liten geografisk spridning.

Under drifts- och underhållsfasen blir den eventuella påverkan av mer långsiktig slag. De möjliga effekterna är sannolikt små, men fler studier behövs. Kunskapsprogrammet Vindval (Rapport 5569 (2006)) har även utfört en studie före etablering av vindkraftparken Utgrunden II som ska användas som referensmaterial. Studien visade även att ett antal ålar passerade i närområdet kring den befintliga vindkraftparken Utgrunden I.

### *Fåglar*

Jan Pettersson (2005) har under åren 1999-2003 utfört studien "Havsbaseerade vindkraftverks inverkan på fågellivet i södra Kalmarsund" vid vindkraftsparkerna Utgrunden och Yttre Stengrund. Slutsatserna som kunde dras var följande: ca 30 % av de flyttande sjöfåglarna berörs av de uppförda vindkraftverken. Fåglarna gör undanmanövrer 1-2 km före mötet med vindkraftsparkerna både i sid- och höjddled. Vindkraftverken upptäcks även vid dålig sikt och på natten. Beräkningar av de värsta utfallen visar att ca 14 flyttande sjöfåglar av ca 1,5 miljoner kommer att kollidera med ett vindkraftverk varje år. Faktum är att luftledning är en större risk för fåglar än rotorn på ett vindkraftverk. Servicebåtar som far till och från verken är en störningskälla.

I Altamont Pass i Kalifornien i USA, har flera hundra kungsörnar dödats till följd av kollisioner med vindkraftverk i ett område som är naturligt rikt på lämpliga bytesdjur för kungsörn (Erickson *et al.* (2001)). Att rovfåglar visat sig vara särskilt sårbara för vindkraftverk har också visat sig vid Smøla vindkraftanläggning på Norges nordvästkust, där ett flertal havsörnar hittats efter kollision med vindkraftverk 2005-2006 (Follestad (2006)). För vissa rovfåglar kan det finnas en förhöjd risk för kollision i samband med bytesjakt. Det har

spekulerats i att de största rovfågarna, såsom örnarna, är mer utsatta än små rovfåglar, då manövreringsförmågan avtar med ökad storlek och vikt.

Land- och havsbaserad vindkraft kan ha en skrämseffekt för häckande, rastande och födosökande fåglar men effekten varierar för olika arter.

Falkdalen *et al.* (2006) har utfört en kartläggning av fågellivet i Oldfjällen i Jämtland. De hittills utförda undersökningarna av fågelfaunan är utförda före vindkraftetablering. Fortsatta studier efter det att vindkraftverken uppförts och tagits i bruk ger underlag för beräkning av kollisionsrisker och påverkan på artrikedomen. Byggstart för den planerade vindkraftanläggningen, som kommer att omfatta 12 vindkraftverk beräknas till hösten 2007.

För de havsbaserade vindkraftverken fungerar betongfundamenten som artificiella rev med en ökad förekomst av fisk och musslor vilket ger en positiv effekt på tillgången av föda för fåglar.

#### *Fiskar och växter*

En tidsbegränsad störning på växt- och djurlivet kommer att ske under utplacering av vindkraftverk speciellt vid placering på mjukbotten, vilket inte bör utföras under särskilt känsliga perioder. När hela vågparker planeras bör känsliga områden utelämnas som exempelvis parnings- och yngelplatser.

En betydande påväxt kommer att ske på fundamenten eftersom de placeras på grunt vatten. Musslor, havstulpaner och alger renar havsvattnet, så en ökad förekomst gynnar vattenkvaliteten och orsakar därmed en positiv sidoeffekt. Fundamenten kan fungera som artificiella rev för fiskar vilket kan ge en positiv effekt med ökad fiskförekomst. Detta kan leda till att nya växt- och djurarter söker sig till området, vilket kan leda till problem framför allt där utrotningshotade och mycket känsliga arter förekommer (Sundberg, *et al.* (2005)). Speciellt som grundbankar drar till sig många fiskarter, bland annat som lekplats.

I en studie av reveffekter för svenska havsbaserade vindkraftparker Utgrunden I och Yttre Stengrund, utförd av Öhman *et al.* (2005), visar resultaten att vindkraftverk till havs påverkar den marina miljön lokalt. Forskningen visade att mängden fisk på och i anslutning till vindkraftverket var högre än i omgivande vatten. Vid en jämförelse med öppna vattenmassor var det uppenbart fler arter på verken. I direkt anslutning till botten var dock mängden fiskarter likartat oavsett närheten till verket. Inför byggnationen av Utgrunden II har det genomfört en förstudie (Rapport 5580 (2006)), där mängden fisk och dess fördelning i området kartlagts.

En vindkraftpark kommer troligtvis att sätta stopp för allt kommersiellt utövat fiske i parkområdet. I dagsläget när vissa hav riskerar att bli utfiskade är detta inte en helt negativ effekt. I områden med fiskeförbud har studier visat en ökad fiskförekomst, både i det aktuella förbudsområdet samt i omkringliggande områden. Det kan på sikt leda till en positiv effekt för den kommersiella fiskerinäringen (Christie (2005)).

### *Däggdjur*

Varken tama eller vilda däggdjur verkar störas av vindkraftverken. Renar störs sannolikt inte av enstaka verk. Många kraftverk inom ett begränsat område skulle kunna medföra att renar undviker området. Man befarar att den mänskliga aktivitet som förekommer runt ett vindkraftverk kan vara mer störande för däggdjuren än själva anläggningen.

Ett fåtal vindkraftverk finns i den svenska fjällvärlden men stora vindparker har nu börjat planeras. Iakttagelser i Finland tyder på att renar inte störs av vindkraftverk, samma bedömning har gjorts i Härjedalen (SOU 1999:75). Allmänt bör känsliga platser undvikas som flyttleder och anläggningar för renskötsel. Övriga vilda djur verkar inte heller störas av vindkraftverken.

Hur de havslevande däggdjuren som sälar, valar och delfiner kommer att påverkas av vindkraften är svårt att förutse, eventuellt kan en vindpark upplevas som en barriär. Resultatet av en studie för havsbaserad vindkraft visar att sälar är mycket mobila och rör sig över stora områden, så störningen förväntas bli övergående (SEAS (2000a)). En eventuellt ökande förekomst av föda vid fundamenten kommer emellertid att ha en positiv påverkan på däggdjuren.

Ahlén (2003) har i sin slutrapport ”Vindkraftverk och fladdermöss-en pilotundersökning” studerat orsaken till olyckor med fladdermöss och betydelsen av vindkraftverkens läge i landskapet. Fladdermöss har långsam reproduktionstakt och är i detta avseende känsliga.

Hypotesen att rotorbladen genom ljudproduktion attraherar fladdermöss testades men experimentet gav inte stöd för hypotesen. Det visades att jagande fladdermöss var tydligt attraherade av ansamlingar av insekter vid vindkraftverken. Observationer med värmekamera uppenbarade att fladdermöss även flög mycket nära rotorbladen. Vindkraftverkens läge i landskapet visades ha samband med olycksrisken. Rekommendationer om vilka undersökningar som bör utföras innan beslut om lokalisering fastställs ges i rapporten. Förslag ges även på praktiska försök med modifikationer av vindkraftverken för att minska attraktionen av insekter.

Risker för fladdermöss med havsbaserad vindkraft, är ett projekt inom Vindvals program utfört av Ahlén *et al.* (2006). Där visade undersökningar att vindkraftverk till havs även kan attrahera insekter och därigenom jagande fladdermöss. Det visade sig även att fladdermöss utnyttjade vindkraftverken som viloplatser eller till och med tidvis som fast tillhåll. Forskarna ger även i denna i rapporten exempel på förslag hur kollisioner kan undvikas.

### 5.5.8 Vindkraften och försvaret

Under 1995-2003 bedrevs studier avseende vindkraftens påverkan på Försvarmaktens system för signalspaning, radar, undervattenssensorer och kommunikation (radio och radiolänk). I projektet studerades såväl enskilda landbaserade vindkraftverk som en storskalig utbyggnad i fjällen. Även en förstudie av radarkonflikter med havsbaserad vindkraft utfördes, vilken resulterade i ett yttrande till regeringen om potentiella problem.

Studierna genomfördes huvudsakligen inom ramen för ett projekt kallat Sg Vind, Samverkansgrupp Vindkraft. I samverkansgruppen fanns representanter från bl.a. departement, myndigheter och vindkraftsprojektörer. Utförare var bland annat Högkvarteret, Försvarets Materielverk och Totalförsvarets forskningsinstitut. Energimyndigheten finansierade projektet. Denna grupp och tillhörande projekt skapades för att genom forskning, utveckling och samverkan skapa möjligheter för en fortsatt vindkraftetablering som inte stör eller hindrar försvarets intressen och verksamhet.

Studien resulterade i en omfattande kunskapsuppbyggnad, generella beskrivningar av problemen, underlag för bedömning av påverkan mot aktuella system samt modeller för datorbaserade verktyg som stöd för bedömningsarbetet.

Sg Vind projektet medförde bland annat att det blev lättare för Försvarmakten att godkänna etablering av vindkraftverk på land efter det att en simuleringsmodell med bättre specifikationer skapats. Samtidigt åstadkom denna modell att det blev svårare för Försvarmakten att ge sitt godkännande för havsetablering av vindkraftverk jämfört med före projektet. Kompletterade undersökningar rekommenderades för att bestämma hur mycket och på vilket sätt som vindkraftverk stör radarutrustning i den marina miljön.

Radarkonflikter med havsbaserad vindkraft undersöks under tidsperioden 2006-12-04 till 2007-12-31. Detta projekt (Flygprov radar) står som grund för fortsatt etablering av havsbaserad vindkraft. I projektet planeras flyg- och båtprov, vilka kommer att genomföras under våren eller sommaren 2007. Försvarmakten ska aktivt delta i projektet samt ansvara för resultatet. Problemen mellan radar och havsbaserad vindkraft jämfört med land är bland annat att radarsignalerna oftast infaller i stort sett vinkelrätt mot vindkraftverken. Någon höjdskillnad existerar oftast inte heller och det finns ingen skyddande terräng.

Målet med projektet är att verifiera nya modeller för vindkraftverkens radarpåverkan så att fler lokaliseringar än idag kan ges tillstånd av försvarmakten. Målet är även att risken för radarkonflikter inte ska vara orsaken till att Försvarmakten ger avslag till en utökad etablering till havs. En referensgrupp är knuten till projektet med representanter från branschföreningar, vindkraftsprojektörer, myndigheter, vindkraftssamordnare och försvarmakten. Även detta projekt finansieras helt av Energimyndigheten.

### 5.5.9 Trend och potential

#### *Planeringsmål*

I Regeringens proposition 2005/06:143, ”Miljövänlig el med vindkraft – åtgärder för ett livskraftigt vindbruk”, står det att 6 juli 2000 fick Energimyndigheten i uppdrag att ta fram områden på land och till havs med särskilt goda förutsättningar för vindkraftverk samt lämna förslag till planeringsmål för vindkraften (dnr N2000/5331/ESB).

I maj 2001 redovisade Energimyndigheten rapporten ”Vindkraften i Sverige”. I rapporten föreslås bl.a. ett planeringsmål för vindkraft på 10 TWh till år 2015. Mot bakgrund av Vindkraftsutredningens och Energimyndighetens rapporter föreslog regeringen i mars 2002 att ett nationellt planeringsmål för vindkraft fastställs till en årlig produktionskapacitet på 10 TWh år 2015 (prop. 2001/02:143, bet. 2001/02:NU17, rskr. 2001/02:317). Riksdagen ställde sig bakom regeringens förslag.

Målet anger ramen för de nationella anspråk som vindintresset har på tillgång till mark- och vattenområden och är alltså inte ett utbyggnadsmål till år 2015.

Energimyndigheten har gjort en övergripande fördelning av det nationella planeringsmålet mellan stora grundområden utanför Sveriges territorialgräns samt på land och till havs innanför territorialgränsen. Fördelningen innebär att 6 TWh planeras på grundområden utanför territorialgränsen och 4 TWh på land och innanför territorialgränsen.

För att det nationella målet skall bli hanterbart hos länsstyrelserna och i kommunerna har Energimyndigheten även tagit fram ett regionalt planeringsmål för varje län. Energimyndigheten har nyligen startat en översyn av områden av riksintresse för vindbruk (tidigare vindkraft). En anledning till att myndigheten så snart efter första utpekandet av områden år 2004 vill genomföra en översyn, är den nya vindkarteringen (se under rubriken total potential) medger helt nya möjligheter jämfört med tidigare. Översynen beräknas vara genomförd under våren 2007 och förväntas omfatta betydligt fler och större områden än i dag ([www.energimyndigheten.se/vindkraft](http://www.energimyndigheten.se/vindkraft)).

#### *Total potential*

I dagsläget producerar Sverige ca 1 TWh el från vindkraft per år, men förutsättningarna för att öka tillförseln är goda. Potentialen för vindkraft är betydligt högre än 10 TWh som är angivet i dagens planeringsmål. Redan 10 TWh förutsätter dock en kraftig utbyggnad av vindkraft på land och till havs. Tillgången på vind påverkar starkt hur mycket energi som kan produceras och därmed vindkraftens ekonomi. Små förändringar i vindstyrka ger stora skillnader i hur mycket energi man får ut, blåser det dubbelt så mycket ökar energiinnehållet i vinden åtta gånger. Vindens effekt beror inte bara på vindens hastighet utan också på luftens täthet. Den varierar både med lufttryck samt temperatur. Vid samma

vindhastighet och tryck innehåller vinden på vintern när det är 10 grader kallt betydligt mer energi än på sommaren när det är 20 grader varmt (Wizelius (2003)).

Därför är det nödvändigt att utveckla metoder för att uppskatta var de bästa vindresurserna finns. Kartläggning av vindpotentialen, så kallad vindkartering skapar förutsättningar för en kostnadseffektiv utbyggnad av vindkraften. Vindkarteringen ska användas som planeringsunderlag för länsstyrelser, kommuner, projektörer och kraftbolag som undersöker förutsättningarna för anläggningar på olika platser. Konsekvenserna av vindkarteringen visar att det på åtskilliga ställen i inlandet finns bättre förutsättningar för vindkraft än man förut trott. Stora områden i Norrlands inland och det sydsvenska höglandet har identifierats som bra områden för vindkraft.

En riktlinje är att vindens energiinnehåll på 50 m höjd skall minst vara 2400 kWh/m<sup>2</sup> per år (minst 4000 kWh/ per år på 100 m höjd), för att det ekonomiskt skall vara motiverat att bygga en vindkraftanläggning.

#### **5.5.10    Forskning och utveckling**

Den tekniska utvecklingen inom vindkraftområdet har varit explosionsartad. För tjugo år sedan tillverkades vindkraftverk med en effekt på några hundra kilowatt medan man i dag bygger verk på 5 MW. Hittills har utbyggnaden skett mest på land eller kustnära. Nu planeras för havsbaserade anläggningar i allt högre utsträckning.

Forskningsprogram inom vindkraftområdet har funnits i flera decennier. Från början inriktade sig forskningen på teknisk utveckling. Numera är lika viktiga forskningsteman sådana som rör människors attityder, ljudnivåer, miljöpåverkan och finansieringstekniker. Men fortfarande kan själva vindkrafttekniken utvecklas. Den marknadsdrivande uppskalningen och havstillämpningarna skapar också forskningsbehov.

I takt med att mer väderberoende elproduktionsmetoder står för en allt högre andel av elförsörjningen, stiger behovet av att kunna handla el med omvärlden. Överföringskapaciteten mellan de nordiska länderna och Polen samt Tyskland är idag väl utbyggd. Utveckling av nya överföringstekniker, som likströmskablar och andra styrbara överföringar, gör att kraftsystemet kan utvecklas kostnadseffektivt, energieffektivt och uppfylla samhällets krav på att elen ska finnas tillgänglig med stor säkerhet.

#### *Problem och frågor*

Även om vinden är mer pålitlig än nederbörden sett över ett helt år kan vattenkraften lagras, medan det inte finns något system för att lagra vindkraft.

Därmed är vindkraften inte reglerbar och elbehovet kan alltså inte enbart tillgodoses med vindkraftproducerad el.

Bäst för samverkan med vindkraft är vattenkraft. Men på en fri elmarknad, där olika kraftslag har olika ägare, innebär samkörning en svårighet. Dels är det kostnaden för de vattenkraftverk som ska stå beredda att köras i gång ifall vinden mojar. Dels måste de vattenkraftverk som jämnar ut vindkraften ibland köras med sämre verkningsgrad vilket höjer priset på elen (därtill även sliter extra på turbinen). Det är inte heller alltid som vattenkraften kan sparas, ibland måste även den spillas bort vilket också ger dyrare el.

Med mer vindkraft ökar behovet av reglerkraft i systemet. Men hur stort behovet av utjämningsreserven egentligen är beror på nätet. Med större geografisk spridning av vindkraften kan ojämnheter i vindproduktionen jämnas ut. Vindkraften kan, beroende på var den ansluts till nätet i förhållande till andra elproducenter, både öka och minska förlusterna.

Systemfrågor kring anslutning av vindkraft i stor skala är ett område som ägnas omfattande forskning. Frågan är ytterst angelägen för Sverige för att dimensionera kraftnätet och för att förse kraftsystemet med tillräcklig överföringskapacitet och kraftreserver regionalt, nationellt och i det nordeuropeiska nätet. Ytterligare forskning och utveckling behövs kring hur de havsbaserade vindkraftverken ska kopplas in för att billigt och säkert överföra elen till land.

## **5.6 Bioenergi**

Miljömässigt uthållig bioenergi är klimatneutral, förnybar och resurssnål. Bioenergin berör flera av de nationella miljömålen. Dels innebär miljömålen ramar och restriktioner för hur biobränslen kan produceras och användas, dels kan biobränslesystemen utformas så att de bidrar till att flera av miljömålen nås.

Användningen av biobränslen är ofta bra ur ett klimatperspektiv ur. Undantaget är sådana biobränslen där produktion och förädling kräver för höga insatser av fossil hjälpenergi. En förutsättning för den goda klimatprestandan är att bränslen från skogs- och jordbruk har en uthållig återväxt.

Ett bioenergiutnyttjande är positivt för klimatmålet. Utmaningen blir att identifiera brytpunkter mellan klimatnytta och risken för negativa miljöeffekter.

### **5.6.1 Trend och potential**

För ett resonemang kring potentialen för förnybar energi, däribland bioenergi, i Sverige se ”Tillgången på förnybar energi – en litteraturstudie över utförda potentialbedömningar” (ER2007:20)

### 5.6.2 Skogsbränslen

I Sverige finns det möjligheter att nyttja avverkningsrester från skogsbruket, i gallringar men framförallt vid slutavverkning. För att dämpa eller eliminera vissa effekter av bränsleuttag är det viktigt att återföra växtnäring till skogen, till exempel aska. Skogsbränslen är förnybara och har goda förutsättningar att vara långsiktigt hållbara.

De miljöaspekter som har uppmärksammats i samband med uttag av grenar och toppar (GROT) efter skogsavverkning, och efter näringskompensation med till exempel aska, har gällt påverkan på:

- markens förråd av växtnäringsämnen och organiskt material, på kort och lång sikt,
- framtida träd tillväxt,
- försurningstillståndet i mark och vatten, inklusive utlakning av försurande ämnen,
- utlakning av näringsämnen,
- florans och faunas ovan marken, på kort och lång sikt,
- markens biologiska liv och ekologiska funktioner, rötter och mykorrhiza,
- förekomst och rörlighet av miljöstörande ämnen i skogsekosystemet,
- skadeinsekter och risk för ökad uppkomst av skogsskador,
- skogens kolbalans och flöden av växthusgaser.

#### *Miljökonsekvensbeskrivning*

1997-98 genomfördes i Skogsstyrelsens regi en miljökonsekvensbeskrivning, MKB, av skogsbränsleuttag och näringskompensation, till stor del med underlag från statligt finansierad forskning på detta område. MKB:n har bland annat legat till grund för Skogsstyrelsens rekommendationer om bränsleuttag och askåterföring (se längre ned). En viktig slutsats är att en stor del av den teoretiska potentialen för skogsbränslen kan utnyttjas om förlusterna av näring och kalkverkan kompenseras. Barren och en del GROT bör lämnas kvar för att minska risken för oönskade effekter.

I MKB:n var förutsättningarna strikta: uttag av GROT samt kompensationsåtgärder fick inte – jämfört med att GROT lämnas – ha en väsentligt negativ påverkan på de miljöaspekter som räknades upp ovan. Därför föreslog MKB:n att en viss andel av skogsmarken tills vidare undantas från GROT-uttag och näringskompensation, som en försiktighetsåtgärd på grund av kunskapsluckor.

Skogsbränslets miljöeffekter ska bedömas i relation till andra energislag. Konsekvenserna av och osäkerheterna runt skogsbränsle är inte större än vid andra skogsbruksåtgärder, och små i förhållande till klimatproblemet. Med den som underlag, och andra avvägningar, har Skogsstyrelsen utformat rekommendationer om bränsleuttag och askåterföring.



Dagens metoder för att ta ut bränsle lämnar en betydande del av avverkningsresterna kvar som spill. Om skördemetoderna blir effektivare bör behovet av att lämna kvar en del GROT av miljöskäl uppmärksammas.

#### *Mark och växtnäringsämnen*

Den svenska skogsmarken är idag i huvudsak kvävebegränsad. Markens kväve kommer ursprungligen från luftens kväve som är en obegränsad resurs. Markens förråd av mineralnäringsämnen utgör däremot en begränsad resurs. Naturliga processer tär långsamt på förrådet av tillgänglig mineralnäring, och det förstärks av skogsproduktion och utlakning. Ökat uttag av näringsrik biomassa påskyndar förlusterna. Det finns en oro för att förlusterna kan påverka skogstillväxten i framtiden. Därför bör skörd av GROT därför kombineras med näringskompensation i relation till uttagens storlek. Om kompensation sker kan GROT tas ut på större delen av den areal där skogsbruk bedrivs.

Näringskompensation med aska syftar till att upprätthålla markens förråd av mineralnäring på lång sikt. Med hänsyn till återstående kunskapsluckor kan det vara rimligt att en tid avstå från bränsleuttag på en andel av skogsmarken, fördelad över olika skogstyper och över landet. Detsamma motiverar också en del begränsningar för uttag av skogsbränslen på fuktiga och blöta fastmarker, samt på mycket bördiga marker.

#### *Effekter på framtida skogstillväxt*

Uttag av GROT kan tillfälligt dämpa trädutväxten, både efter gallring och i nästa generation efter slutavverkning, jämfört med om avverkningsresterna skulle lämnas. Sannolikt beror det främst på att kväve tas ut med bränslet. De här effekterna minskar ju mer näringsrika barr och kvistar som lämnas kvar och sprids på hygget. Tillväxtförluster motverkas helt eller delvis genom att man kan vinna tid: riståkt gör det lättare att markbereda och plantera tidigare än efter konventionell avverkning. Dessutom etableras plantorna bättre, speciellt tallen, efter bränsleuttag. Bränsleuttag i gallring ger tydligare nedsättning av tillväxten än vad uttag i slutavverkning gör, och det kan bara motverkas genom att större delen av barren lämnas kvar eller genom kompensation med kvävegödsel. Uttag i gallring ökar också risken för markkompaktering och rotskador, framförallt på finjordsrika och fuktiga marker.

#### *Försurning och effekter på ytvatten*

Marken förlorar näringsämnen och neutraliserande ämnen när GROTen tas ut. På sikt kan den få sämre förmåga att stå emot försurning, vilket också kan påverka grund- och ytvattenkvaliteten. Det är ett skäl till att kompensera med basisk aska redan nu, trots att träden ännu inte uppvisar brist på de näringsämnen som träaska innehåller.

Kväve är ett viktigt växtnäringsämne, men för mycket kväve kan vara negativt för miljön. Uttag av bränsle motverkar att överskott av kväve från det atmosfäriska nedfallet ackumuleras i skogen. I områden i södra Sverige med stort nedfall av kväve kan uttag av GROT efter slutavverkning ge den positiva effekten att utlakningen av kväve och baskatjoner, främst kalium, minskar jämfört med om riset sparas. På mycket kväverika marker i södra Sverige finns en risk för att nitratutlakningen ökar efter spridning av aska, i synnerhet om askan löses upp snabbt. Det kan gälla även färska hyggen i hela landet.

Skogsbruk med uttag av GROT, men även stamved, är i sig försurande och kan motverka markens återhämtning från försurning när det sura nedfallet minskar. Kompensationsgödning kan minska denna påverkan och sannolikt ytterligare motverka försurning om dosen ökas så att den också motsvarar uttaget av stamved.

#### *Ekosystemeffekter och biologisk mångfald*

Skogsbrukets avverkningar och täta planteringar av barrskog innebär en betydande påverkan på den biologiska mångfalden, jämfört med mångfalden i naturskog. Jämfört med detta är effekterna av bränsleuttag och näringskompensation små. Effekterna på djur, växter, svampar och mikroorganismer av ett engångsuttag av GROT från barrträd bedöms vara marginella eller reversibla. De aktuella nivåerna på bränsleuttag står inte i konflikt med ambitionen att värna skogens biologiska mångfald. Men det saknas ännu kunskap om effekterna vid upprepade uttag, exempelvis när det gäller markens olika organismsamhällen, och hur viktiga processer som nedbrytning och mykorrhiza påverkas. GROT-uttagens effekter på markens flora och fauna kan minska om barren lämnas på hygget, helst jämnt utspridda.

Många av skogens sällsynta arter är beroende av död ved, särskilt grov död ved och ved av sparsamt förekommande trädslag. Bränsleuttag bör därför inte strida mot ambitionen i dagens skogsbruk att öka andelen död ved i skogslandskapet. För vedlevande insekter och svampar bör en del grövre delar av avverkade barrträd lämnas. Avverkningsrester från ovanliga trädslag bör lämnas helt, och lövved bör lämnas före barrved. Om bränsle tas vid röjning och gallring bör inte lövträd tas ut selektivt. Biotoper som inte utnyttjas i skogsbruket bör inte heller nyttjas för uttag av skogsbränslen. När aska återförs bör den vara långsamverkande och stabiliserad till hårda korn för att minimera risken för att markens flora, framförallt mossor, och fauna påverkas negativt.

#### *Klimatpåverkan*

Systemet med uttag av GROT och med näringskompensation är sannolikt nästan koldioxidneutralt. Nettoemissionerna av växthusgaser är mycket små jämfört med fossila bränslen. Uttag av GROT innebär att runt 10 procent av den totala trädförnan tas ut, och tycks inte ha långsiktig påverkan på markens förråd av kol (organiskt material) och skogens tillväxt, i synnerhet inte om barren lämnas kvar.

Vid spridning av lös aska kan mer koldioxid avges från marken, men tillskottet bedöms som litet i ett nationellt perspektiv. Med stabiliserad aska blir avgången liten. Hur aska påverkar den nationella skogstillväxten, och därmed upptaget av koldioxid i ved, är svårbedömt. Varken bränsleuttag eller asktillförsel bedöms ha någon betydande effekt på omsättningen av metan och lustgas, men studier saknas. Näringskompensation med kväve, fosfor och kalium, som komplement till aska, bedöms minska nettoemissionen av växthusgaser.

#### *Askåterföring*

Av kretslopps- och resurshushållningsskäl är det lämpligt att utnyttja trädaskan som näringskompensation efter uttag av skogsbränslen, eftersom den innehåller nästan alla bränslets mineraler och näringsämnen utom kväve. Askan är basisk och motverkar markförsurningen. Övriga egenskaper varierar med bränslet, förbränningsanläggning och behandlingssätt.

Med hänsyn till att askåterföring ännu inte blivit praktisk rutin medger dagens riktlinjer tills vidare vissa bränsleuttag utan näringskompensation. Om en större del av skogsbränslepotentialen ska kunna utnyttjas långsiktigt krävs dock näringskompensation. Om askåterföring genomförs enligt gällande rekommendationer bedöms effekterna av miljögifter i askan vara marginella. Statens strålskyddsinstitut har givit ut föreskrifter om radioaktiva ämnen i aska.

### **5.6.3 Energigrödor**

Störst skörd av biomassa (ton per hektar och år) bland bioenergigrödorna har salix, medan spannmål och oljeväxter ger de lägsta skördarna. Mitt emellan dessa grödor ligger bl.a. sockerbetor, potatis och olika vallar. Men mängden biomassa i term av energiskörd måste ställas i relation till energiåtgången för odling och skörd. Det kan finnas stora variationer i behovet av insatser, till exempel kräver potatis högst energiinsats medan salix och vall kräver relativt låga mängder insatsenergi för odling och skörd (FAKTA/Jordbruk, 7-2001).

Av tabell 5.1 framgår i sammandrag hur mycket areal som utnyttjas för produktion energiframställning i nuläget

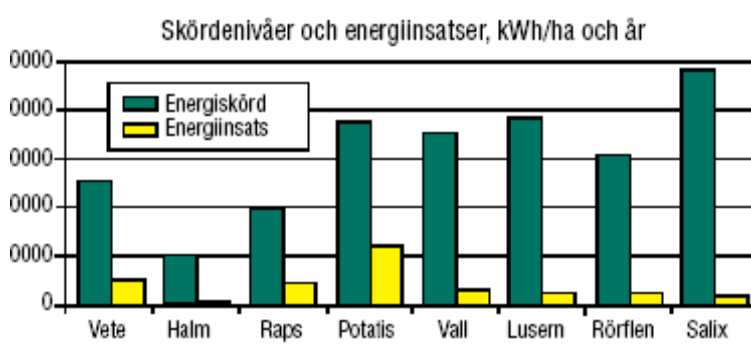
**Tabell 5.1 Biobränsle från jordbrukssektorn**

Råvara	Areal, ha
Spannmål, etanol	25 000
Spannmål, eldning	5-10 000
Halm, eldning	(30 000)*
Oljevaxter, RME	2 000
Salix, eldning	14 000
Rörflen, eldning	600
Vall, biogas	300

\* Biprodukter från spannmålsodling

Källa: Jordbruksverket rapport 2006:1

Förhållandet, mellan skörd (energiskörd) och energiinsats kallas energi(balans)kvot och kan användas som ett mått på odlingseffektiviteten, figur 5.2 (FAKTA/Jordbruk, 7-2001). Det är viktigt att den tillförda energin utnyttjas så effektivt som möjligt så att odlingen har en god energikvot. Energiinnehållet i de produkter som lämnar produktionsplatsen ska vara stort i förhållande till den hjälpen energi som tillförts. Detta blir speciellt viktigt för bioenergi grödor där syftet är att producera energi.



Figur 5.2 Energiskörd och -insats för några vanliga grödor Källa: Bioenergi, Vattenfall 1999

Högst effektivitet bland jordbruksgrödor har salix, som ligger i nivå med den ur energisynpunkt ”bästa biomassan” avverkningsrester från skogsbruket. Brukandet av jordbruksmark medför stora energi-insatser i form av drivmedel, gödsel och transporter, men energi kan även tillföras på ett mer indirekt sätt. Eftersom tillverkning av plast kräver energi måste t.ex. användning av ensilageplast, i den mån man plastar in grönmassan, belasta vallodlingens energikvot.

Höga skördar ger bättre (högre) kvoter, medan stora insatser för torkning medför sämre värden. ”Normala” energikvoter är; vid odling av spannmål 6–7, oljevaxter

4–5, potatis 4–6 samt för sockerbeter och vall 8–12. För dessa beräknade kvoter har energiåtgången som redovisas beräknats fram till dess att grödan lämnar gården eller används som foder.

### *Spannmål/Etanol*

Spannmålsproduktionen i Sverige uppgår till ca 5,0-5,5 miljoner ton vid normal avkastning. Av den totala kvantiteten förbrukas ca 0,15 miljoner ton för framställning av etanol för drivmedelsändamål. I produktionen av etanol används till största delen vete som råvara. Omkring 100 000 ton utgörs av vete och resterande del består av korn och rågvete. Spannmålsanvändningen i etanolindustrin motsvarar en areal på ca 25-30 tusen hektar. P.g.a. transportkostnaderna finns merparten av odlingen i närområdet till fabriken, d.v.s. i Östergötland och Södermanland. Vetet som används har lägre proteinhalt än brödvete men har för övrigt samma kvalitetsegenskaper. Skötseln av spannmålsgrödan är i stort sett densamma oavsett om slutprodukten ska användas för mjölfremställning eller för etanol. P.g.a. att lägre proteinhalt efterfrågas vid etanolproduktionen är behovet av kväve något mindre.

Den etanol som inte produceras i Sverige importeras främst från Brasilien, Frankrike, Spanien och Italien. De största importföretagen är Talloil AB och SEKAB. Den största mängden bränsleetanol går till låginblandning (5 procent i bensin).

### *Spannmål/Eldning*

Eldning av spannmål i större skala startade i början på 1980-talet. Då importerades bl.a. rågvete från Polen utan tull för eldning i storskaliga värmeverk. Stigande oljepriser under de senaste åren har lett till att intresset ökat. Under senare år har det främst varit bland enskilda jordbrukare som det förekommit eldning av spannmål. Det är främst havre som eldas. Detta beror dels på att havre har bäst värmevärde bland spannmålsgrödorna, dels att det inte finns något interventionspris för havre. I odlingstekniken finns det inte någon skillnad mellan havre som ska användas för eldning eller för andra ändamål. Spannmål av låg kvalitet som inte uppfyller kraven för livsmedel och foder kan också användas för eldning.

Eldning av spannmål bedöms vara intressant för producenterna själv för att täcka den egna gårdens energibehov. Spannmål kan också vara intressanta alternativ för villor och fastigheter med mindre panncentraler, men har också visat sig vara ett alternativ i större kraftvärmeanläggningar som alternativ till olja, kol och träpellets. De främsta tveksamheterna runt spannmålseldning är följande:

- Hanteringskedjan från gård till panna
- Sintring
- Korrosion
- Emissioner till luft

### *Miljöeffekter vid spannmålsodling*

Om spannmål ska gå till produktion av etanol förutsätter detta att odlingen anpassas vad det gäller sorter och kvalitet. Det handlar då om att odla mer rågvetete och höstvetete med mer stärkelse och mindre protein jämfört med de traditionella sorterna. Havrens egenskaper och låga marknadspris har gjort spannmålsodling till ett lönsamt alternativ på gårdsnivå eller i små panncentraler. Samma sorter av havre som används vid foderproduktion kan också användas till bioenergiändamål. Rågvetete som skördas med halm kan också vara en framtida alternativ energiråvara.

Jämfört med odling av vårspannmål (vårkorn) ger en odling av höstspannmål små skillnader i näringsläckage. Användningen av kemiska bekämpningsmedel kan öka marginellt jämfört med vårkorn. En utökad odling av havre kan dock medföra lägre användning av kemiska bekämpningsmedel jämfört med en fortsatt odling av vårkorn. För den biologiska mångfalden blir det sannolikt negativa effekter om vårspannmål byts mot höstspannmål. Detta skulle accentuera en långsiktig pågående likriktning och minska den strukturella variationen (se t.ex. Benton m.fl. 2003). Ökar den totala andelen spannmålsgrödor på vallens bekostnad kan följderna också bli negativa. Förutsättningen för en gynnsam inverkan på den biologiska mångfalden är att man lyckas åstadkomma mångsidiga och varierade växtföljder.

### *Oljevaxter/RME*

Det har förekommit viss tillverkning av tekniska produkter baserad på inhemskt odlade oljevaxter sedan början på 1990-talet i samband med att omställningsprogrammet introducerades. Odlingen har varit ganska blygsam, några tusen hektar. Det är främst skäroljor som framställts. Den planerade produktionskapaciteten hos RME-fabriken i Karlshamn skulle kräva en odling av ca 30 000 hektar. Jämfört med nuvarande odling skulle det innebära en ökning med nästan 50 procent. Om all odling skulle läggas i Sverige skulle det leda till den största oljevæxtodlingen (inkl livsmedelanvändning) på mer än 10 år. Sverige är dock långt ifrån självförsörjande med oljevaxter. Redan i nuläget importeras omkring hälften av det rapsfrö som används för framställning av vegetabilisk olja. Merparten av importen kommer från Tyskland och Danmark.

Försäljningen av dispensgiven (med skattenedsättning) RME har 1998-2003 rört sig runt 8 000 m<sup>3</sup> enligt Energimyndighetens sammanställning. Under 2004 ökade försäljningen till 10 160 m<sup>3</sup> och troligen kommer försäljningen att öka ytterligare framöver p.g.a. EU:s, Sveriges och enskilda företag och personers satsningar på biodrivmedel och RME. Den RME-produktion som används direkt av producenten kommer dock inte med i statistiken och är okänd.

### *Miljöeffekter vid oljevæxtodling*

Av växtföljdsskäl bedöms odlingspotentialen ligga på mellan 150 000 och 200 000 hektar. Höstrapsen kan p.g.a. nya framtagna sorter odlas allt längre norrut,

vilket ökat den totala medelavkastningen för landets oljeväxter. För RME-framställning finns specifika krav på sammansättningen av fettsyror vilket kan komma att styra sortvalet. En stor fördel med odling av oljeväxter är deras erkänt höga ekonomiska värde i växtföljden genom ett högt förfruktsvärde och som avbrottsgröda i växtföljder utan vall.

Jämfört med odling av vårspannmål ger en odling av vår- och höstoljeväxter en ökad användning av kemiska bekämpningsmedel. Höstoljeväxter har dock mindre behov av bekämpningsmedel än våroljeväxter. Växtnäringsläckaget är större från oljeväxter än från vårspannmål. För den biologiska mångfalden blir det sannolikt mest positiva följder av en utökad odling av oljeväxter. Förutsättningen är att man lyckas åstadkomma en ökad variation genom balanserade växtföljder och att inte herbicidtoleranta sorter används.

#### *Salix och andra trädslag som odlas på åker*

Till energiskog används oftast arter av släktet salix. *Salix*-produktionen blir bäst på fukthållande marker med god näringstillgång. Före planteringen måste rotagräs vara bekämpade och under etableringsåret måste ogräsen hindras från att ta över. När odlingen är etablerad konkurrerar den själv bra mot ogräsen. Frost och då speciellt sommarfroster då grödan är i växande fas kan vara ett problem. Genom växtförädlingsarbetet har det tagits fram sorter som klarar av frostangrepp bättre.

*Salix* planteras med sticklingar där sticklingarna kapas till i samband med planteringen. *Salix* skördas efter 3-5 år. Efter skörden växer det ut nya skott från stubbarna och det går därefter att återupprepa skörden under en period upp mot trettio år. Näringstillförsel sker lämpligen efter skörd då vanlig teknik kan användas. Skulle näringstillförsel behöva ske i uppvuxen gröda måste speciell högspridande teknik utnyttjas. Skörden sker under perioden november – april och ger flis med en fukthalt på ca 50 procent. *Salix*-flisens egenskaper är i allmänhet något mer homogena än skogsflis. De befintliga odlingarna ger en årlig avkastning på 4-5 ton ts/ha medan nyanlagda odlingar med förbättrat sortmaterial ger en avkastning på 7-11 ton ts/ha.

När en väl etablerad salixodling ska avslutas bryts marken upp med en nyodlingsplog. Efter salixodling kan eventuell täckdikning komma att behöva göras om. *Salix* började odlas i Sverige omkring 1990 i samband med beslutet om omställningen av det svenska jordbruket. Jordbrukare som valde att ansluta sig till omsättningsprogrammet fick både omställningsstöd och anläggningsstöd om man planterade salix eller annan energiskog på åkermark. Grundersättningen uppgick i genomsnitt till 9 000 kr/ha för en femårsperiod (anslutning 1991) och därutöver gavs 10 000 kr/ha i anläggningsstöd som en klumpsumma. I början på 1990-talet etablerades drygt 15 000 hektar energiskog med hjälp av stödprogrammet. De största arealerna planterades i Mälardalen samt i Skåne. Även efter EU-inträdet har stöd lämnats till plantering av salix men med lägre belopp, 5 000 kr/ha. Stöd har under de senaste åren betalats ut för några hundra hektar per år. Sett över tiden

har arealen med salix minskat och de senaste åren har odlingen uppgått till drygt 13 000 hektar. Därutöver har det odlats några hundra hektar med hybridasp och poppel

Helt dominerande på marknaden för salixproduktion är det Lantmännen-ägda företaget Agrobränsle. Företaget arbetar med plantering och försäljning av sortmaterial, skörd och försäljning av *Salix*-flis. Agrobränsle köper salix på rot av kontrakterade odlare, och organiserar skörd, transport samt försäljning till värmeverk i närheten av odlingen.

#### *Miljöeffekter vid salixodling*

*Salix* har visat sig vara bra på att ta upp kadmium från marken (Eriksson, 1995). Det är därför möjligt att använda *Salix* som vegetationsfilter och för att rengöra kontaminerade marker. Omloppstiden för en *Salix*-odling är ca 20 år. Det skulle vara möjligt att sprida kadmiumhaltigt slam de första 15-16 åren utan att omöjliggöra en senare livsmedelsproduktion på åkermarken. *Salix* påverkar landskapsbilden och ändrar landskapets utseende. Detta kan vara både positivt och negativt. *Salix* kan bli 5-6 m hög innan den skördas. Eftersom *Salix* bara skördas vart fjärde år nås inte denna höjd varje odlingssäsong.

Åke Berg (2002) har undersökt salixodlingens effekt på fågelfaunan. Han kommer fram till att i intensivt skötta slättbygder har salixodlingen en positiv effekt på den biologiska mångfalden. Å andra sidan menar han samtidigt att salixodlingar i skogsdominerade områden har negativ effekt eftersom mosaikstrukturen mellan öppna och beskogade habitat, som gynnar många arter, försvinner. Slutsatserna är i linje med de generella resonemang som förs av Benton m.fl. (2003).

Jämfört med odling av vårspannmål ger en *Salix*-odling lägre näringsläckage, mindre användning av kemiska bekämpningsmedel samt en bättre markstruktur. Användning av kemiska bekämpningsmedel förekommer nästan bara under etableringsfasen, som är två år av tjugo. Genom odling av energiskog (*Salix*) skapas nya biotoper. Dessa kan gynna vissa arter och utgöra ett komplement till det traditionella jordbrukslandskapet. Ett ca 8 meter brett körutrymme lämnas ofta runt odlingarna. En sådan obrukad miljö är sällsynt och värdefull i det moderna jordbruket. Förutom Berg (2002) påpekar flera andra författare att salixodling kan ha en positiv effekt på olika delar av den biologiska mångfalden (se t.ex. Sage 1998, Börjesson 1999, Perttu 1999, Reddersen 2001, Liesebach & Mecke 2003).

#### *Multifunktionell odling*

I analyser och förutsägelser av multifunktionella odlingar skiljer man på riktade miljötjänster (vegetationsfilter, slamrecipient, skyddszoner) och generella miljötjänster (ökad kolinbindning och kadmiumavlastning). Störst ekonomiskt värde anses de riktade miljötjänsterna ha. Sammantaget bedöms att uppemot 100 000 hektar kan utnyttjas där de sammanlagda miljötjänsterna överskrider produktionskostnaden i en konventionell *Salix*-odling. Därutöver anses att på 250



000 hektar med *Salix* kan odlingen ske till en drygt halverad odlingskostnad, tack vare intäkterna från miljötjänsterna

Möjligheten att kombinera *Salix*-odling med andra nyttiga ändamål fick stort genomslag i forskningen under 90-talet som presenteras i en sammanställning av Energimyndigheten.<sup>12</sup> Flera storskaliga projekt har framgångsrikt genomförts, i de flesta fall i samarbete med kommuner och VA-företag. Verksamheten kan indelas i fyra huvudområden, nämligen 1) avloppsbevattning, 2) avloppsslam, 3) lakvatten, och 4) kadmiumupptag.

Avloppsbevattnade *Salix*-odlingar finns för närvarande på ett tiotal platser. Bevattning sker med näringsrikt vatten via slang till odlingen som ligger i anslutning till kommunala reningsverk. Ett första storskaligt projekt från Kågeröds reningsverk i Svalövs kommun visade lovande resultat<sup>13</sup>. Många forskningsfrågor gällande tillämpningar återstår dock att lösa. Om till exempel näringstillförseln överstiger vad som tas upp och läggs fast i *Salix*-beståndet ökar självfallet risken för utlakning. Det är vidare inte känt i vilken omfattning denitrifikation kan vara ett problem. Kontinuerligt hög tillförsel av näring under en stor del av vegetationsperioden kan påverka invintringsprocessen.

Dessa och andra tänkbara följder studeras för närvarande i en avloppsbevattnad odling i anslutning till reningsverket i Enköping<sup>14</sup>. Experimentella studier av bakterier tyder inte på att avloppsbevattningen bidrar till ökad risk för smitta<sup>15</sup>. *Salix*-odlingar är intressanta för deponering av slam från kommunala reningsverk. Slammet ger ett värdefullt näringstillskott i odlingar efter skörd, även om kväveinnehållet är lågt och handelsgödsel därför också måste tillföras<sup>16</sup>. En nyckelfråga som berörts tidigare är vilka näringsgivor som behöver tillföras växande bestånd.

Den frågan har bäring också på slamspridning. Slammets innehåll av tungmetaller kan vara ett problem, speciellt kadmium. En mycket speciell form av *Salix*-odling utgör de ofta mycket små bestånd som anlagts i eller i nära anslutning till soptippar med avsikt att rena lakvattnet. Dessa bestånd har speciella växtbetingelser med ofta mycket höga salthalter i markvattnet. Här kan det finnas behov av att välja kloner med hög salttolerans<sup>17</sup>.

En mera speciell form av restprodukthantering är upptag och fastläggning av kadmium från åkermark. Den höga koncentrationen kadmium i många svenska jordar är ett växande miljöproblem. Vissa *Salix*-kloner har visat sig effektiva på att ta upp kadmium från marken. Förutsatt att kadmiumhaltig aska kan tas tillvara

---

<sup>12</sup> Syntes av forskning rörande *Salix* inom programmet Fasta biobränslen från jordbruksmark ER 30:2004

<sup>13</sup> Hasselgren 1998

<sup>14</sup> Pär Aronsson, muntlig information

<sup>15</sup> Carlander et al. 2000

<sup>16</sup> Hasselgren 1999

<sup>17</sup> Pär Aronsson, muntlig information

på ett tillfredsställande sätt vid förbränning skulle alltså *Salix*-odlingar kunna fungera som kadmium-sänka, i tillägg till biomassa-produktionen<sup>18</sup>. Flera intressanta fakta har framkommit i samband med detta. Vissa kloner är mera effektiva än andra att ta upp kadmium, men det tycks inte finnas samband med tillväxthastighet. Det tycks också som om det finns variation i känslighet för kadmium.

### *Rörflen*

Rörflen är ett flerårigt gräs som förekommer i vilt tillstånd i stora delar av landet. Det växer mest på fuktiga platser och tål översvämning utan några bestående skador. Detta kombinerat med att rörflen är mycket vinterhärdigt gör att grödan passar till långliggande och permanenta vallar. Odling och skörd av rörflen för energiändamål sker i regel med samma typ av maskiner som används till konventionell vallodling.

Rörflen kan antingen skördas under juli-augusti som traditionellt grovfoder, eller också sker skörden på våren så snart som marken bär. Vårskörd måste dock ske innan de gröna årsskotten växt upp över stubbhöjden. Under vintern drar plantan ner en del växtnäringsämnen till rotdelarna för återanvändning nästa år. Andelen blad i förhållande till strå i det skördade materialet är också lägre i vårskördat rörflen än i sommarskördat. Detta är positivt eftersom halten av oönskade ämnen är högre i blad än i strå vilket leder till att det blir mindre av dessa ämnen i askan efter förbränning. När bladen fälls på hösten följer en del växtnäringsämnen med. Dessa ämnen kan efter förmultning åter tas upp av plantan. En del av näringsämnena går dock förlorade. Det är ännu inte riktigt klarlagt hur man ska gödsla för att minimera dessa förluster, men en halvering till 40-50 kg N/ha för år tre och framåt vid vårskörd rekommenderas. Den stora fördelen med vårskörd jämfört med vinterskörd är att om man som i norra Sverige har kalla och torra vintrar så blir vattenhalten i det skördade materialet betydligt lägre, ofta bara 15 procent, vilket gör att skördarna kan läggas direkt i lager utan ytterligare torkning. Eftersom bladen fällts blir skördarna dock mindre. Det torra materialet kan också medföra att förlusterna vid bärgning kan vara större.

Omkring 3 500 hektar rörflen odlas i nuläget men endast några hundra hektar skördas som biobränsle. De största arealerna finns i norra Sverige. En orsak till rörflen är mer intressant som flerårig bioenergigröda i Norrland är att den där inte behöver konkurrera med salix. Marknaden för rörflen har hittills varit trög. Det har bl.a. berott på tekniska problem i samband med förbränningen. Askhalten blir hög och det är risk för sintring i pannorna. Det finns inte någon storskalig industri för förädling och användning av rörflen för eldnings. I sameldning med torv har emellertid rörflen visat sig ha den goda egenskapen att den kunnat binda askans svavelinnehåll. I Jakobstad i Finland utnyttjas denna egenskap i världens största biobränslepanna.

---

<sup>18</sup> Klang-Westin & Eriksson 2003

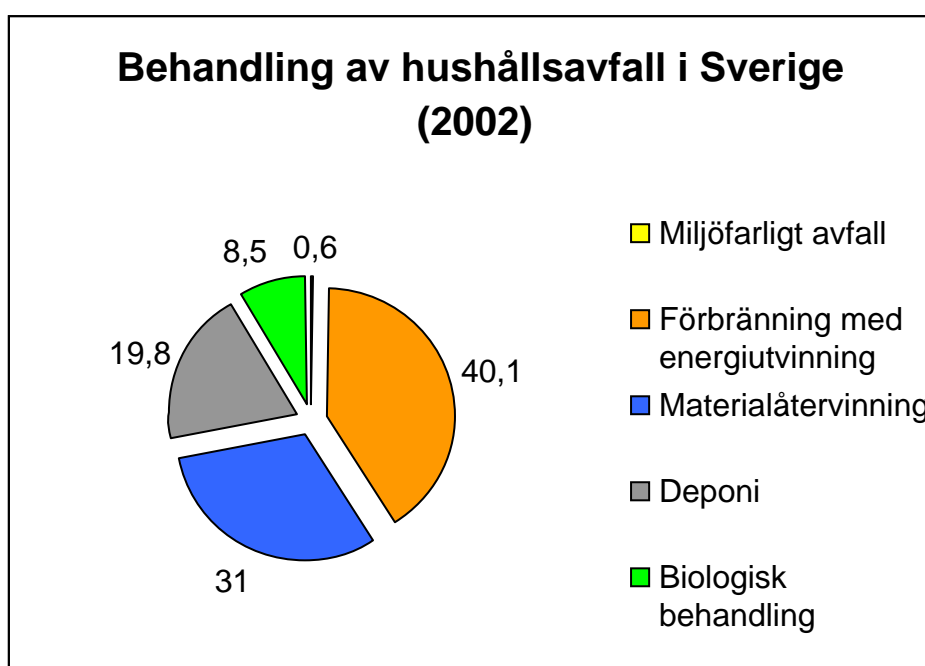
## Halm

Halm från spannmålsodlingen utnyttjas för eldning. Det är främst jordbrukarna själva som eldar halmen i egna anläggningar på gårdarna. I större anläggningar (över 0,5 MW) används riven halm medan hela balar används i mindre pannor. Nackdelen med halmeldning är främst att det är relativt arbetsintensivt, att det blir mycket aska, att det krävs stora lagringsutrymmen och risken för emissioner till luft. Totalt sett utnyttjas endast en mindre del av den halm som finns tillgänglig. I Danmark är däremot användningen betydligt större. Det finns där ca 60 anläggningar som producerar 1-15 MW och ett stort antal i storlekar upp till 1 MW. I Skåne finns det ca 25 anläggningar med en kapacitet över 1 MW. Det finns två fjärrvärmeanläggningar som eldas med halm. Nyligen har Lantmännen köpt upp en kommunal anläggning för eldning av halm i Skåne. Totalt bedömer Lantmännen att ca 100 000 ton halm utnyttjas för eldning i nuläget, det motsvarar halmen från ca 30 000 hektar, d.v.s. endast några procent av den totala spannmålsarealen.

## 5.7 Avfall

### 5.7.1 Energi från avfall

I dagsläget (2000) kommer ungefär 5 TWh av den svenska energitillförseln från hushållsavfall (figur 5.3). Till detta kan läggas ungefär 1,4 TWh biogas från rötning av avloppsslam (1 TWh) och deponigas (0,4 TWh). Till skillnad från flertalet andra energikällor är avfall något som uppkommer i samhället utan en aktiv insats i form av odling eller dylikt. Frågan är därför inte hur produktionen skall maximeras utan hur det avfall som uppkommer skall hanteras.



Figur 5.3 Behandling av hushållsavfall i Sverige

### 5.7.2 Avfallsförbränning och miljö

Avfallshandling i allmänhet och kanske förbränningen i synnerhet uppfattas som ett miljöproblem. Men sedan dioxindebatten i mitten på 80-talet har stora förändringar skett i det tysta. Myndigheterna har ställt hårda krav. Samtidigt har tekniken förbättrats kraftigt. Detta har resulterat i väsentligt förbättrade förbränningsverkningsgrader och kraftigt minskade utsläpp.

I första hand sorteras sådant avfall bort som inte är lämpligt för förbränning. Insamling av batterier har haft stor betydelse för att minimera utsläppen av kvicksilver, kadmium och bly. En utvecklad processstyrning i kombination med en förbättrad rökgasrening har radikalt minskat utsläppen (se tabell 5.2). Trots ökningen av förbrända avfallsmängder har utsläppen av tungmetaller och dioxiner försvunnit så gott som helt.

Tabell 5.2  
Utsläpp till luft från avfallsförbränning i Sverige 1985-2002

Utsläpp/år	1985	1996	1998	2000	2002	Förändring 1985-2002
Bly (kg)	25 500	214	410	38	139	-99%
Kvicksilver (kg)	3 300	77	71	31	21	-99%
Dioxiner (g)	90	2	3,0	1,7	1,1	-99%
Väteklorid (ton)	8 400	412	284	177	143	-98%
Kadmium (kg)	400	8	10	7	15	-96%
Stoft (ton)	420	33	31	38	35	-92%
Svaveloxider (ton)	3 400	1 121	1 217	627	790	-77%
Kväveoxider (ton)	3 400	1 463	1 780	1 631	1 815	-47%

*Svenska Renhållningsverksföreningen (2003).*

### 5.7.3 Ur ett livscykelperspektiv

Sedan 2002 är det förbjudet att deponera utsorterat brännbart avfall och sedan 2005 även förbjudet att deponera organiskt avfall. Dessa förbud visar tydligt på energiåtervinning som strategi för dessa fraktioner. Alternativen rötning och kompostering finns för det organiska avfallet, men ställer höga krav på fraktionernas homogenitet. För rötningen utgör ett homogent, dvs likartad sammansättning över tiden, en förutsättning för god processoptimering. I fallet kompostering så är det snarare föroreningar av icke-organiskt avfall som stör kvalitén på den färdiga produkten. Plastpåsar och kapsyler i jordförbättringen kan vara ett miljöproblem och gör den mer svårsåld.

I rapporten ” Robusta och flexibla strategier för utnyttjande av energi ur avfall” (Finnveden mfl 2005) görs en genomgång av ett antal olika studier där man har jämfört återvinning med förbränning, biologisk behandling och deponering. Jämförelserna görs med avseende på miljöegenskaper samt ekonomi. Vidare redovisas en genomgång av beteendevetenskapliga studier. Bland slutsatserna finns att en robust avfallsstrategi bör innehålla dessa komponenter:

- en ökning av materialåtervinning exempelvis av plaster, papper, metaller och glas
- förbränning av sådant som kan klassas som biobränslen
- förbränningsanläggningar bör vara utrustade för kraftvärme och för att kunna ta emot en varierad blandning av fasta bränslen
- deponering av avfall som ej kan behandlas på annat sätt och möjligen av svårnedbrytbara plaster
- rötning av vissa väldefinierade fraktioner
- lättillgänglig källsortering hos konsumenter
- ökad källsortering i näringslivet

I en av dessa studier (Sundqvist et al, 2002) gjordes en syntes av de systemstudier som finansierats av Energimyndigheten inom forskningsprogrammet Energi ur avfall. Några av slutsatserna från den studien var att:

- Deponering av avfall som kan förbrännas, rötas, komposteras eller materialåtervinnas är i allmänhet ett sämre alternativ än andra behandlingsformer ur både ett miljömässigt och ekonomiskt perspektiv.
- Rötning och förbränning av nedbrytbart avfall från hushållen är svåra att jämföra. Ingendera är entydigt miljömässigt bättre än det andra.
- Kompostering (strängkompostering) av lättnedbrytbart avfall har nästan inga miljömässiga fördelar gentemot förbränning.
- Materialåtervinning är generellt miljömässigt bättre än förbränning.

## **5.8 Sol**

### **5.8.1 Solvärme**

I många länder med stor solinstrålning är solvärme i dag ett vanligt alternativ för varmvattenberedning. I kallare länder kan solvärme dessutom användas för att värma byggnader. Inom några decennier kan därför solvärmeproduktionen, räknat per invånare, vara större i länder med kallt klimat. Solfångare omvandlar solljus till termisk energi, dvs värme. Det finns tre olika typer av solfångare på marknaden i dag:

- plana, glasade solfångare som har ett lågt kvadratmeterpris, hög driftsäkerhet och är lätta att installera;
- solfångare med vakuumrör som ger hög verkningsgrad men också högt pris eftersom tillverkningen är relativt komplicerad

- så kallade pool-solfångare som ofta är enkla, oisolerade och billiga och används för produktion av värme med låg temperatur.

Totalt fanns i världen år 2000 drygt 50 miljoner kvadratmeter solfångare av vilka knappt hälften är enkla solfångare som till stor del används för att värma simbassänger. För inglasade solfångare är det några få länder som i dag står för huvuddelen av utbyggnaden: Tyskland, Turkiet, Japan, Österrike, Israel och Grekland. Utbyggnaden av solvärme kan i dessa områden snabbt komma att växa till en eller två kvadratmeter solfångare per innevånare och därmed tillfredsställa ländernas behov av varmvatten.

Men även i kallare länder med lägre årlig solinstrålning kommer solvärmeanläggningar att vara lönsamma och byggas ut under de närmaste decennierna. I kallare länder kan solvärme tas till vara inte bara för att värma varmvatten utan också för att värma byggnader. Därför kan utbyggnaden av solvärmeanläggningar i kallare länder fortsätta så att man om några decennier når en större solvärmeproduktion per innevånare i t ex Sverige än i de solrika länderna kring Medelhavet. I de länder som är medlemmar i OECDs energiorgan IEA beräknades solfångarna år 2000 leverera cirka 25 TWh värme, vilket gör att energiutvinningen via solvärme är av samma storleksordning som elproduktionen i vindkraftverk och tio till hundra gånger större än elproduktionen från sol. På den europeiska marknaden, som höll sig ganska konstant fram till 1990-talet, är ökningen i dag 15 till 20 procent per år. År 2000 byggdes här över en miljon kvadratmeter solfångare, varav cirka 20 000 kvadratmeter (två procent) i Sverige.

Sverige är ledande på stora anläggningar, det finns nästan 10 000 solvärmeinstallationer i Sverige som tillsammans beräknas leverera 65 GWh per år. Trots att det ännu finns lite solvärme i Sverige jämfört med de mest ambitiösa länderna i världen är Sverige ledande på större solfångaranläggningar för värmeproduktion. Det finns 21 anläggningar med mer än 500 m<sup>2</sup> i landet. Den största är solfångarfältet i Kungälv med 10 000 m<sup>2</sup> solfångare som årligen levererar 4 miljoner kWh värme till fjärrvärmenätet.

Då solvärme är en helt emissionsfri teknik är miljöbelastningen mycket låg. Den påverkan som finns ligger uppströms och utgörs av den energi och de resurser som används vid tillverkningen av solvärmeapparaturen.

### **5.8.2 Solel**

En solcell omvandlar solens energi till elektrisk energi. Den innehåller inga rörliga delar, den förbrukar inget material under drift och den kräver inget annat bränsle än gratis ljus från solen. Solcells-el är sedan länge ett lönsamt alternativ på platser som saknar utbyggt elnät. Inom det befintliga elnätet söker man i dag tillämpningar som gör att cellerna kan installeras till en låg extra kostnad, till exempel som tak- eller fasadmaterial.

Solceller fungerar genom växelverkan mellan solstrålningens minsta energienheter, fotonerna, och enskilda elektroner i solcellen. Den vanligaste typen av solcell är en komponent av halvledarmaterial, till exempel kisel. I en halvledare kan elektronerna inte röra sig fritt och det kan därför finnas skillnader i elektrisk spänning mellan elektronerna.

Förutom solcellsmoduler ingår även batterier och laddningsregulatorer alternativt växelriktare i ett solcellssystem. Växelriktaren är en nödvändig komponent då solceller används i växelspanningsnät eller matas ut på elnätet. En nätansluten solcellsanläggnings systemverkningsgrad beror på växelriktarens verkningsgrad, celltemperatur, förekomst av smuts och snö på modulerna samt skuggningsförluster.

I ett europeiskt perspektiv är det främst nätanslutna solcellsanläggningar som demonstreras i större skala. I dag går det inte att motivera hela kostnaden för solcellen med elens marknadsvärde. Därför söker man tillämpningar där man kan installera solcellerna till en låg extra kostnad, till exempel som fasadmaterial eller solskydd på söderfasader. Byggnadsintegrerade solceller innebär inte bara ekonomisk effektivitet genom att solcellerna ersätter andra fasadmaterial. Genom att elproduktionen sprids ut i den byggnadsstruktur där elen används minskar ledningsförlusterna. Samtidigt får man möjlighet att öka försörjningssäkerheten genom att de soldrivna systemen kan mata in el direkt till avbrottsäkrade elsystem för t ex datorer. När kostnaderna för distribution och administration av distributionssystemen tydliggörs i samband med att konkurrens införs på elmarknaden kan solesystem också få en ekonomisk fördel av att inte behöva finansiera distributionssystemet. Genom att använda solpaneler som byggnadsmaterial åstadkommer man också el och värmeproduktion utan att ta någon som helst mark i anspråk.

En genomgång av internationella studier visar att det finns lämpliga ytor av i storleksordningen 10 m<sup>2</sup> per person tillgängligt i dagens byggnadsbestånd. Med dagens verkningsgrader skulle dessa ytor, täckta med solfångare och solceller, kunna leverera varmvatten och hushållsel. Men när husen formges för att använda solmaterial kan både solbelyst yta och energiutbyte ökas.

I dag svarar konventionella system såsom vattenkraftverk, bioenergianläggningar och vindkraftverk för tiotals procent av olika länders energiförsörjning. När man når sådan skala också i användningen av direkt solenergi kommer man inte bara att ha byggnadsintegrerade system. Då behövs också stora solfångarfält som i första hand är byggda för att just ta tillvara solenergi. Sådana anläggningar kan placeras där instrålningen är intensiv och där marken samtidigt är billig. För sådana anläggningar kommer man att behöver nya system för elöverföring eller överföring av energin i form av vätgas. Till skillnad från de första fristående eller byggnadsintegrerade systemen kommer nätanslutna solcellsfall belastas med kostnader för överföring. Fördelen ligger i låg markkostnad, låga kostnader för montering och högt kapacitetsutnyttjande. Anläggningar som motsvarade en

kvadrat med 50 mils sida i Sahara skulle teoretiskt kunna försörja världsbefolkningen med all den energi vi i dag efterfrågar. Stora områden med riklig solinstrålning och döda ytor utan konkurrerande användning finns i alla världsdelar.

Solelens miljöpåverkan är snarlik solvärmens, med den skillnaden att flera typer av solceller innehåller relativt ovanliga och giftiga metaller

## 5.9 Vågkraft

Vågenergi utgör idag en stor oexploaterad källa till förnybar energiproduktion. Vinden ger upphov till vågor som fortsätter att rulla även efter att det har slutat blåsa. Vågorna har därmed förutsättningar att ge hög utnyttjandegrad vilket ger möjligheter till en god ekonomi.

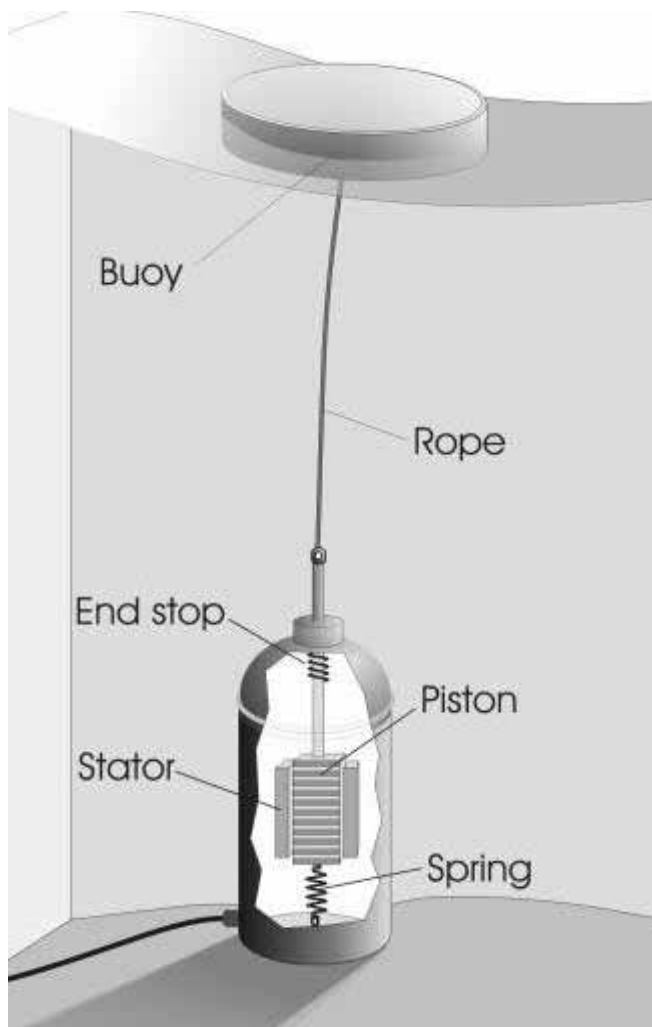
Vid studier av påverkan på omgivningen av ny teknik ökar närvaron av människor på utvinningsplatserna, vilket kan påverka djurlivet mer än själva anordningen.

De vågkrafttekniker som förekommer i världen kan delas in i tre kategorier; vågaktiverande, oscillerande vattenkolumn och översköljande. Dessa kan sedan delas in i kust, kustnära och offshore placerade vågkraftverk.

Svenska företag som aktivt är involverade i forsknings- och utvecklingsprojekt är Interproject Service AB och Technocean. Energibolaget Sea Power International AB arbetar även med framtagning av vågkraftverk. Energimyndigheten finansierar ett vågkraft projekt, Seabased, som är ett vågaktiverat kraftverk som placeras offshore, 2-40 km från land. Projektet leds av prof. Mats Leijon vid Uppsala universitet. I detta kapitel redovisas miljöpåverkan med avseende främst på Seabased då det är den enda tekniken som hittills kan komma att kommersialiseras för svenska förhållanden, där vågkraftverken kan utvinna energi från relativt små våghöjder i Östersjön och Västerhavet.

Seabaseds koncept bygger på en generator som placeras på havsbotten (se Figur 5.4). En boj på ytan är förankrad med ett rep i generatorns rörliga del som i sin tur är festsatt i en fjäder på fundamentets botten. Generatorns rörliga del består av en piston med permanenta magneter, som rör sig upp och ner i en stator. På så sätt induceras en spänning i statorns kabellindningen. Denna rörliga del motsvarar rotorn i en vanlig generator men här snurrar den inte, utan drivs upp och ned i takt med rörelserna på havsytan. Prototypen har en rad fördelar. Generatoren är skyddad från hårt väder i och med att den står på botten. Mekaniken är enkel och klarar höga laster.





Figur 5.4  
Seabased, En schematisk skiss av en linjärgenerator med boj för att utvinna elektrisk energi ur energin i vågor. Källa: © Oskar Danielsson, Avd. för Ellära & åskforskning, Uppsala universitet.

Pilotprojektet består av tio generatorer som läggs ut i Västerhavet mellan 2005 och 2009 och fortgår till 2014. Generatorerna kan kopplas samman i grupper 25-200 meter under havsytan. Med hjälp av kraftelektronik kan den alstrade växelströmmen omvandlas till likström som genom standardkablar förs in till land. En växelriktare skapar sedan en 50 Hz växelström som ansluts via en kabel till el-kraftnätet.

För svenska vatten är generatorer om ca 10 kW lämpliga medan man för större våghöjder, som de utanför Norge och Skottland kan större generatorer placeras ut med ca 100 kW eller högre effekt. Eftersom tekniken bygger på moduler kan de byggas ut till en vågpark om energibehovet ökar.

I det svenska vågprojektet utplaceras även 30 ”atrapbojar” utan generatorer för att bättre kunna studera miljökonsekvenserna. Ett flertal projekt där miljöstudier utförs är knutna till det svenska projektet, vilket innebär att tekniken ska förbättras ur miljösynpunkt redan under utvecklingskedet.

Baserat på den grundteknik som det svenska projektet företräder inom vågkraft, finns det förutsättningar för både en miljö och naturvänlig energiproduktion. Detta stöds av Thorpe:s ((1999) ETSU-B-154) sammanställning i Tabell 5.3, över potentiella miljöpåverkan faktorer från vågkraftverk. Den begränsade erfarenheten av vågkraftverk försvårar att skapa en fullständig bild av miljöeffekterna.

Tabell 5.3. Possible Environmental Impacts of Wave Energy Devices, (Thorpe 1999, ETSU-B-154)

Environmental Effect	Size
Construction/maintenance sites	S
Recreation	S
Coastal erosion	S-M
Sedimentary flow patterns	S
Navigation hazard	S
Fish & marine biota	S
Acoustic noise	S
Endangered species	S
Device/mooring damage	S-M

S - small, M - medium, L - large

### 5.9.1 Lokaliseringfrågor

Vågkraft kommer liksom annan förnybar energiproduktion att ha arealkrav och kan därmed komma att konkurrera med bland annat naturvärden, fartygsleder, rekreationsområden, kommersiella fiskerinäringen, arkeologiska och militära intressen för dess nyttjande. Hobbyfisket kommer inte att påverkas i lika hög utsträckning.

Den svenska vågkrafttekniken kommer inte att ta grunda, och biologiskt viktiga havsbankar i anspråk. Det är en fördel att vågkraften inte riktar in sig på grunda områden enligt Sveriges Yrkesfiskares Riksförbund. Seabased planeras inte heller att placeras i några farleder.

Vågkraftverken orsakar en minskning av energin hos de inkommande vågorna vilket kan påverka naturen på kustlinjen och vågornas renade effekt. För vågparker med Seabased beräknas vågklimatet vara återställt efter ca 7 km (Bernhoff (2005) ), så det kommer antagligen inte att utgöra ett problem. Kustnära samt fixa strukturer påverkar vågklimatet mer än flytande offshore anläggningar som Seabased.

### 5.9.2 Visuell påverkan

Förändringar i landskapsbilden bedöms oftast som en mycket allvarlig aspekt mot utbyggnad av vindkraft hos allmänheten och måste tas på stort allvar. Den synliga

delen hos den svenska vågkrafttekniken består av en boj med en diameter på 3-4 m och en höjd av 1 m ovanför vattenytan. Eftersom bojen placeras på ett avstånd av 2-40 km från land, är vågkraftverken inte kustnära. De kommer inte att synas från land. Den visuella påverkansgraden blir låg, vilket borgar för en hög acceptansnivå från allmänheten.

För att undvika kollisioner mellan vågkraftverk och båtar kommer vågkraft områden att utmärkas i enlighet med regler från Sjöfartsverket, vilket kan innebära lanternor som kan komma att synas från land under vissa förhållanden.

### 5.9.3 Vågkraftens effekter på...

Miljökonsekvenserna för Seabased undersöks parallellt med teknikutveckling. När resultat och slutsatser utkristalliseras kan korrigeringar göras på ett tidigt stadium. För påverkan på växt- och djurlivet av vågkraft kan vissa synergier finnas med havsbaserade vindkraft.

#### *Fiskar och växter*

En tidsbegränsad störning på växt- och djurlivet kommer att ske under utplacering av vågkraftverken, vilket inte bör utföras under särskilt känsliga perioder. När hela vågparker planeras bör känsliga områden utelämnas som exempelvis parnings- och yngelplatser.

För Seabased kraftverk är generatoren och betongfundamentet placerat på ett djup av 25-200 m där solljuset är för svagt för att en betydande påväxt av alger, havstulpaner och musslor ska ske. Däremot sker tillväxt på undersidan av bojen samt på repet som förbinder bojen med pistongen. Musslor, havstulpaner och alger renar havsvattnet. En ökad förekomst gynnar alltså vattenkvalitet och orsakar därmed en positiv sidoeffekt, samtidigt som påväxten inte får hindra utvinnandet av vågenergin.

Bottenväxter och djur kommer att påverkas av betongfundamenten, speciellt vid placering på mjukbotten. Fundamenten i sig kan fungera som artificiella rev för fiskar vilket kan ge en positiv effekt med ökad fiskförekomst. Detta kan leda till att nya växt- och djurarter söker sig till området, vilket kan leda till problem framför allt där utrotningshotade och mycket känsliga arter förekommer (Sundberg, J., *et al.* (2005)).

I en studie av reveffekter för svenska havsbaserade vindkraftparker Utgrunden I och Yttre Stengrund, utförd av Öhman *et al.* (2005), visar resultaten att vindkraftverk till havs påverkar den marina miljön lokalt. Forskningen visade att mängden fisk på och i anslutning till vindkraftverket var högre än i omgivande vatten, och i jämförelse med öppna vattenmassor så var det uppenbart fler arter på verken. I direkt anslutning till botten var dock mängden fiskarter likartat oavsett närheten till verket.

Synergier borde finnas mellan resultaten för havsbaserad vindkraft och vågparker. En vågkraftpark kommer troligtvis att sätta stopp för allt kommersiellt utövat fiske i parkområdet. I dagsläget när vissa hav riskerar att bli utfiskade är detta inte en helt negativ effekt. I områden med fiskeförbud har studier visat en ökad fiskförekomst, både i det aktuella förbudsområdet som i omkringliggande områden. Det kan på sikt leda till en positiv effekt för den kommersiella fiskerinäringen (Christie (2005)).

#### *Fåglar*

Seabased konstruktion kommer inte att påverka flyttfåglar eller flygstråk, eftersom bojens höjd ovanför vattenytan är ca 1 m. Däremot kan bojar komma att tjänstgöra som viloplats. Havsfåglars reaktion på närvaron av bojar ska studeras för Seabased. Om betongfundamenten fungerar som artificiella rev med en ökad förekomst av fisk som påföljd ger det en positiv effekt på tillgången av föda för fåglar. Känsliga fågelområden är i allmänhet lokaliserade i områden med grunt vatten där det inte är aktuellt med avseende på verkningsgraden att placera vågkraftverk i Sverige.

#### *Däggdjur*

Hur de havslevande däggdjuren som sälar, valar och delfiner kommer att påverkas av vågkraften är svårt att förutse, eventuellt kan en vågpark upplevas som en barriär. Det kan påverka deras förmåga att förflytta sig till viktiga land- och havsområden som används för parning och födsel, vilket måste undvikas. Resultatet av en studie för havsbaserad vindkraft visar att sälar är mycket mobila och rör sig över stora områden, så störningen förväntas bli övergående (SEAS (2000a)). En eventuellt ökande förekomst av föda kommer dock att ha en positiv påverkan på däggdjuren.

Kollisionsolyckor mellan däggdjur och propellrar rapporteras sällan, så de kommer antagligen även att undvika rörliga delar på vågkraftverken.

#### **5.9.4 Ljud, elektromagnetiska och vibrationseffekter**

Ljud fortplantas mycket bra i vatten och både fiskar och däggdjur använder sig av ljud. Av den anledningen är det viktigt att studera buller och vibrationseffekter från vågkraftverk.

Den svenska modellen Seabased är ljudlös ovanför vattenytan, men ljud kommer antagligen att uppkomma under vattnet från rörelser av mekaniskadlar. En studie av Koschinski *et al.* (2003) visar att vibrationer som ger upphov till lågfrekventa ljud kan uppfattas av däggdjuren i haven, så det kommer att vara viktigt att studera dess påverka på däggdjuren vid eventuell förekomst.

Hur vindkraftsljud vid havsetablering påverkar fiskar beror på många faktorer inte minst på grund av att hörseln varierar stort mellan olika arter. Rent kvantitativt indikerar den stora fiskförekomsten att ljud är sekundärt i förhållande till

reveffekten för de arter som påträffas (Wahlberg et al. (2005)). En sådan synergi borde kunna dras för vågkraftverk.

Den elektromagnetiska strålningen från elkablarna mellan generatorerna på havsbotten och nätet på land har ett mycket begränsat utbredningsområde av endast några få decimeter, därefter är det den naturligt förekommande jordstrålningen som är den mest dominanta ( Sundberg, J., *et al.* (2005)).

### 5.9.5 Emission

Allmänt ger inte vågkraft några utsläpp av exempelvis CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>, och använder inte heller något bränsle som ska utvinnas och förbrännas i energikrävande och miljöförstörande processer såsom samtliga icke förnybara elenergikällor. De enda utsläppen som förekommer är under själva tillverkningsprocessen, transport och utplacering av vågkraftverken, vilka är försumbara och uppvägs helt av den sparade emissionen under elproduktionen. Seabased innehåller inte miljöfarliga oljor, gaser eller vätskor.

### 5.9.6 Trend och potential

En vågpark med 1000 Seabased generatorer på en yta av 800×800 meter ger 10 000 kW. Om vågparken träffas av brukbara vågor ca 4000 timmar under ett år, så skulle vågparken kunna leverera 40 GWh per år.

I dagsläget existerar i Sverige endast prototyper inom vågkrafttekniken. Situationen i övriga världen är i stort sett densamma och endast i enstaka fall har en kommersialisering precis kommit igång. Marknaden för den svenska produkten anses vara mycket god i Sverige och för en framtida exportmarknad, eftersom tekniken inte endast konstrueras för att vara ekonomiskt lönsam för höga våghöjder. Starka svenska medfinansiärer finns med från kraftbolag och kabeltillverkare.

Huvudmålet hos tillverkaren är att utveckla en miljövänlig och ekonomiskt konkurrenskraftig teknik för produktion av el från vågenergi.

- Tekniken ska kunna erbjuda konkurrenskraftig elproduktion till år 2012. Ett riktvärde som angivits inom EU är att till år 2020 nå en produktionskostnad på 45 öre/kWh.
- Att skapa förutsättningar för en produktionslinje för tillverkning av linjärgeneratorer som bör vara i drift år 2014 i Sverige.
- Resultaten ska kunna ligga till grund för beslut om en fortsatt satsning på utveckling av vågkraftverk i industriell miljö.

Den svenska delen av Östersjön beräknas ha en teknisk potential på 8 TWh/år (Bernhoff *et al.* (2003)). Västkusten har en beräknad teknisk potential på 2-4 TWh/år (Energimyndigheten (2005)). Den europeiska potentialen i några EU länder redovisas i Tabell 5.4. För svensk energiförsörjning är närheten till Norge

med dess uppskattade potential av 400-700 TWh (Pontes *et al.* (2001)), av stor betydelse.

**Tabell 5.4. Den tekniska potentialen för några EU länder, (DTI 2002).**

Land	Teknisk potential [TWh/år]	
	Kusten	Offshore
Danmark	2-3	5-8
Frankrike	3-5	12-18
Tyskland	0.3-0.5	0.9-1.4
Grekland	1-2	4-7
Irland	7-11	21-32
Italien	3-5	9-16
Portugal	4-6	12-18
Spanien	3-5	10-16
Storbritannien och Nordirland	14-21	43-64

(Teknisk potential; möjlig elproduktion från vågkraftverk)

Dessa tekniska potentialer är endast uppskattningar och den verkliga potentialen är sannolikt betydligt högre. Den framtida marknaden kan vara svår att förutse, eftersom det är nya tekniker som i de flesta fall fortfarande endast existerar som prototyper eller att kommersialiseringen precis har börjat. Ytterligare en fråga för vågkraften är att det i dagsläget inte finns några erfarenheter när det gäller tillståndsansökningar och nätanslutningar. Detta medför att insatser bör sättas in inom detta område. Ett förslag är att harmonisera vågkraft med till exempel.

## 5.10 Överföring

Överföring och distribution av el sker via luftledningar och kablar. Valet mellan luftledning och kabel anpassas bland annat efter spänningen i ledningen och omgivande miljö. I stadsplanerat område och då relativt låg spänning erfordras är kabel vanligt. Luftledningar hålls uppe av stolpar som kan variera både i utseende och material. Vanliga material är trä, stål och betong. För att stolpen ska ha hög hållfasthet och lång livslängd används olika skydd. Stålstolpar har ofta ett korrosionsskydd till exempel varmförzinkning medan trästolparna impregneras för att skyddas mot röta och insekter. Kreosot och saltimpregnering är de vanligaste typerna av impregnering. Båda är klassade som hälso- och miljöfarliga.

Kring kraftledningarna bildas elektriska och magnetiska fält. Magnetiska fält uppstår genom strömmen i en ledare och elektriska fält genom dess spänning. Fälten finns därför kring alla elektriska apparater och utrustningar. Starka sådana fält finns också genom naturliga förlopp, till exempel åsknedslag och jordmagnetism. Magnetiska och elektriska fält minskar snabbt med avståndet till källan. Elektriska fält kan, till skillnad mot magnetiska, relativt lätt avskärmas. I vardagsmiljön finns starka elektriska fält, huvudsakligen i närheten av kraftledningar. I arbetsmiljön finns de till exempel vid kraftlednings- och ställverksarbete. Där är även magnetfälten starka.

Frågan om det finns miljö- eller hälsoeffekter av kraftfrekventa elektriska och magnetiska fält kan ännu inte besvaras säkert och entydigt. Vissa studier på celler tyder på att effekter kan förekomma medan djurexperiment inte ger belegg för att de fält som förekommer i vår omgivning leder till negativa hälsoeffekter. Statistiska studier på människor - så kallade epidemiologiska studier - ger ingen entydig bild. När det gäller risker för barn talar dock det samlade epidemiologiska underlaget för att en långvarig exponering på över 0,4  $\mu\text{T}$  ökar riskerna för leukemier. För vuxna finns däremot inte några tydliga samband mellan exponering och ökad frekvens av olika sjukdomar.

Under de senaste åren har det uppmärksamats att Sveriges kraftledningsgator hyser många av de arter som trivs i det öppna kulturlandskapet<sup>19</sup>. Det här visar att det återkommande röjningsarbetet i kraftledningsgatorna kan skapa och bevara öppna ängsliknande marker, som därmed kan fungera som reträttplats för många hotade arter. Kraftledningsgatorna är bland annat en viktig livsmiljö för dagaktiva blombesökande fjärilar.

Bland alla olika växt- och djurgrupper är det troligtvis kärlväxterna som gynnas mest av att det finns kraftledningsgator. En artrik kraftledningsgata finner man framförallt i områden som förr användes för slätter och betesgång. Det återkommande röjningsarbetet har i många fall kunnat bibehålla de höga naturvärdena. De mest intressanta områdena kännetecknas av kalkrik berggrund eller jordart, mager mark och stort ljusinsläpp. Kattfot, slätterfibbla och fältgentiana. Fältgentiana är en något kalkgynnad gräsmarksart och en utmärkt indikator för artrika ängsmarker. Den är rödlistad (kategori sårbar). Ett stort antal orkidéer har också hittats i våra kraftledningsgator.

Det har visat sig att kraftledningsgatorna är en viktig livsmiljö för dagaktiva blombesökande fjärilar. Det beror på att många av fjärlarnas värdväxter är kalk- och slättergynnade. Fjärilarna uppskattar även solinstrålningen i kraftledningsgatan och det vindskydd som den omgivande skogen skapar. Ett 30-tal rödlistade arter har noterats i kraftledningsgator.

---

<sup>19</sup> Nedanstående enligt [http://www.vattenfall.se/downloads/fou/artrika\\_kraftledningsgator.pdf](http://www.vattenfall.se/downloads/fou/artrika_kraftledningsgator.pdf) (2006-10-10)

Det är inte bara ängsväxter och fjärilar som har drabbats av den minskade tillgången på ängs- och hagmarker. Även ängssvamparna, som trivs bäst på öppen och mager mark, har minskat kraftigt. Svamparna försvinner vid igenväxning i och med att näringstillgången ökar och genom att de fuktighetshållande mossorna försvinner. Ledningsgatan kan utgöra en reträttplats även för ängssvamparna.

Många fågelarter gynnas av skyddande buskage, något som är vanligt förekommande i våra kraftledningsgator. 1997 gjordes en inventering av fågelfaunan i några kraftledningsgator i Mellansverige. Undersökningen visade att tätheten av fåglar var högre i kraftledningsgatorna än i skogsbrynen, medan antalet arter var rätt så lika i de båda miljöerna. De arter som förekom oftare i kraftledningsgatorna är sådana som föredrar buskvegetation och lövsly, exempelvis lövsångare, gulsparv, järnsparv och törnsångare.

Fältstudier har utförts i bland annat Älvsborgs län. Syftet har varit att studera hur viltet utnyttjar kraftledningsgator. Betestrycket i ledningsgatan jämfördes med ungskog och omgivande mark. Studien visar att betestrycket är betydligt högre i kraftledningsgatan jämfört med omgivande mark samt något högre än i ungskog. I kraftledningsgatorna finns det gott om omtyckt viltfoder som salix, ek, en och brakved. Det är framförallt hjortdjur som utnyttjar kraftledningsgator som skafferier.

## 5.11 Uppvärmning

Uppvärmningen av bostäder och lokaler tjänar som ett exempel på hur användningen av energi kan kopplas till en miljöpåverkan<sup>20</sup>. All energianvändning ger upphov till miljöpåverkan. Miljöpåverkan består i emissioner (utsläpp) till luft, vatten och mark, produktion av avfall, förbrukning av ändliga och förnybara naturresurser samt förändrad lokal miljö och biodiversitet vid gruvdrift, skogsbruk etc.

- Miljöpåverkan ifrån olika uppvärmningsalternativ med avseende på försurning, övergödning, partiklar och växthuseffekt redovisas
- Solvärme är bäst i alla kategorier men räcker dock inte till för uppvärmning under hela året
- Inget annat uppvärmningsalternativ är bäst i alla fyra kategorierna
- Pellets är bäst med avseende på växthuseffekten
- Befintliga värmepumpar och naturgas är bäst med avseende på försurning och övergödning
- Vedeldning ger störst bidrag till övergödningen
- Vedeldning kan släppa ut stora mängder partiklar

---

<sup>20</sup> Avsnitt 5,11 är hämtat från Uppvärmning i Sverige 2006 - En analys av priser, konkurrens och miljö ER 2006:31



- Genom att ersätta befintlig eluppvärmning erhålls den största positiva effekten på försurning och på växthuseffekten

Miljöpåverkan sker både vid utvinning av energi, bränsletillverkning, transporter, uppförande av energianläggningar och distributionssystem, i energiomvandlingen och vid deponi av eventuellt avfall.

I detta avsnitt ligger fokus på emissioner till luft. Emissioner från utvinning, distribution och omvandling ingår.

### 5.11.1 Värmesystemens miljöpåverkan

I beräkningarna över miljöpåverkan har miljöbedömningsprogrammet EFFem Kalkyl använts. Programmet baseras på rapporten *Miljöpåverkan från byggnaders uppvärmningssystem* av Wahlström *et. al.* EFFem Kalkyl är fritt tillgängligt på [www.aktiv.org](http://www.aktiv.org). Wahlström *et al.* använder emissionsfaktorer från många olika referenser men det mesta materialet baseras på IVL:s rapport *Miljöfaktabok för bränslen* från år 1999. IVL gjorde en uppdatering av Miljöfaktaboken under år 2001. Energimyndigheten har ändrat de förinställda emissionsfaktorerna i modellen för vedeldning och pellets eftersom Energimyndigheten anser att det finns bättre värden för dessa genom senare referenser. En redovisning över använda emissionsfaktorer och systemgränser finns i ursprungsrapporten.

Det är svårt att ge en heltäckande och rättvisande bild av miljödata för de olika uppvärmningssystemen. Litteraturen anger olika emissionsfaktorer med stor spridning. Emissionerna skiljer sig också mycket åt mellan enskilda pannor även om de eldar samma bränsle. En 30 år gammal oljepanna släpper normalt ut mycket mer än en ny oljepanna. En dåligt underhållen panna släpper ut mycket mer än en väl underhållen panna.

Vedpannor är de pannor som har störst spridning i sina miljödata. Spridningen beror på *pannkonstruktion, eldningsteknik* och om det finns en (rätt dimensionerad) *ackumulatortank* kopplad till systemet. *Konstruktionen* av pannorna har utvecklats mycket. En gammal panna kan ha en verkningsgrad kring 50 %. En ny panna med omvänd förbränning, keramikinklädnad och fläktstyrning når verkningsgrader på 80 % och med bra miljödata. *Eldningsteknik* är det mest avgörande för att få bra miljödata i system utan ackumulatortank. Två tekniker finns: braseldning och strypt förbränning. Vid braseldning får veden brinna med god lufttillförsel. Detta ger små emissioner men kräver en mer aktiv eldning eftersom vedinlägg måste göras flera gånger om dagen och anpassas till husets effektbehov. Vid strypt förbränning görs ett stort vedinlägg som sedan förbränns långsamt genom att strypa lufttillförseln. Detta ger mycket stora emissioner men mindre arbete och är ett alternativ över natten och för den som inte har tid eller lust. *Ackumulatortank* är den viktigaste och enklaste miljöåtgärden. Genom en ackumulatortank på 1500–2000 liter kan pannan fyllas med ved och braseldas. Värmen ackumuleras i tanken och regleras ut i huset efter behov. Det medger att eldning bara behöver ske en eller högst ett par gånger per dygn och att strypt

förbränning är meningslös. I de studier som gjorts framgår det också att miljödata för en vedpanna med ackumulatortank är jämbördiga med en vedpanna utan ackumulatortank som braseldas.

I rapporten redovisas nationella medelvärden på befintliga anläggningar. Det är också av intresse att jämföra nya anläggningar. En fastighetsägare som står inför nyinvestering väljer ju rimligtvis mellan de nya produkterna på marknaden. Det är emellertid mycket stor spridning i miljödata även från nya anläggningar och det är svårt att finna representativa emissionsfaktorer. Prestanda på nya anläggningar försämras också efter några år i drift.

5 olika miljöeffekter behandlas utifrån de tillgängliga emissionsfaktorerna:

- Förurning (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>)
- Övergödning (NO<sub>x</sub>)
- Partiklar (Partiklar)
- Växthuseffekt (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>)
- Marknära ozon (NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO)

De olika uppvärmningsteknikernas bidrag till dessa miljöproblem sammanfattas i figur 5.5 till figur 5.8 nedan.

För att illustrera den stora spridningen mellan olika vedpannor redovisas fyra olika vedeldningsalternativ:

- ny vedpanna med ackumulatortank
- befintlig vedpanna utan ackumulatortank med låga utsläpp pga. bra eldningsmetod
- befintlig vedpanna utan ackumulatortank med höga utsläpp pga. dålig eldningsmetod
- befintlig vedpanna med ackumulatortank.

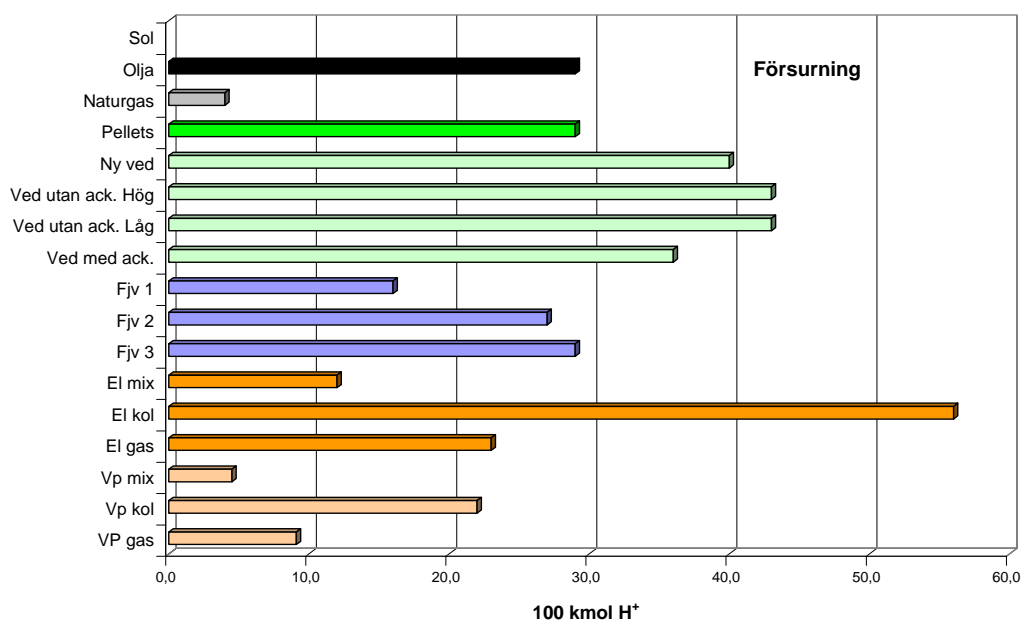
För fjärrvärme anges tre alternativ:

- Fjv 1 anger utsläppen som det nationella medelvärdet av de utsläpp som sker ifrån all fjärrvärmeproduktion.
- Fjv 2 anger utsläppen från ett typsystem som utgörs av 90 % biobränsleeldat värmeverk och 10 % oljeeldat värmeverk.
- Fjv 3 anger utsläppen från ett typsystem som utgörs av 50 % avfallseldat värmeverk, 40 % bioeldat värmeverk och 10 % oljeeldat värmeverk.

För elvärme och värmepumpar (VP) anges också tre alternativ:

- *El-* eller *VP mix* anger att elen är producerad med nordisk mix för år 2004. Detta speglar utsläppen från en befintlig elpanna, (samt hus med direktverkande el) eller befintlig värmepump.

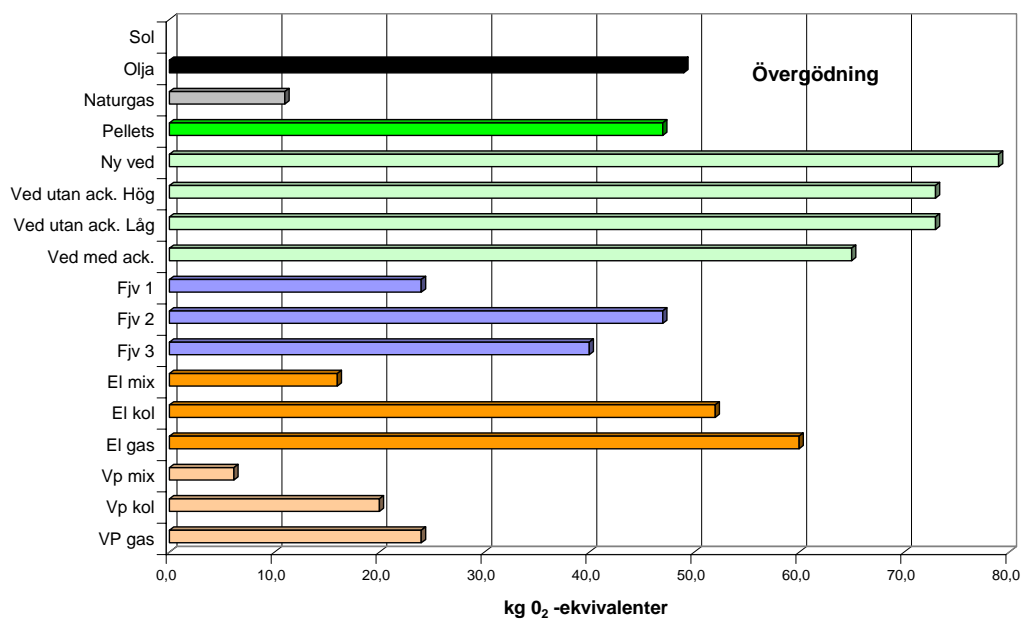
- *El-* eller *VP kol* anger att beräkningarna är gjorda på kort sikt (t.o.m. 2012) för systemgräns Norden enligt avsnitt 4.10.2. *El kol* beskriver potentialen för att minska emissionerna genom ett byte från elpanna (eller direktverkande el) på kort sikt. *VP kol* beskriver hur stora emissionerna blir från en ny värmepump på kort sikt.
- *El-* eller *VP gas* anger att beräkningarna är gjorda på lång sikt för systemgräns Norden enligt avsnitt 4.10.2. Detta alternativ beskriver hur utsläppen *troligen* påverkas på lång sikt, dvs. efter år 2012. *El gas* anger potentialen för att minska emissionerna genom ett byte från elpanna eller direktverkande el. *VP gas* beskriver hur stora emissionerna blir från en ny värmepump på lång sikt.



Figur 5.5 Försurning

Notera att försurningspotentialen är en relativ skala baserad på en "normalvilla" med ett energibehov om 20000 kWh/år

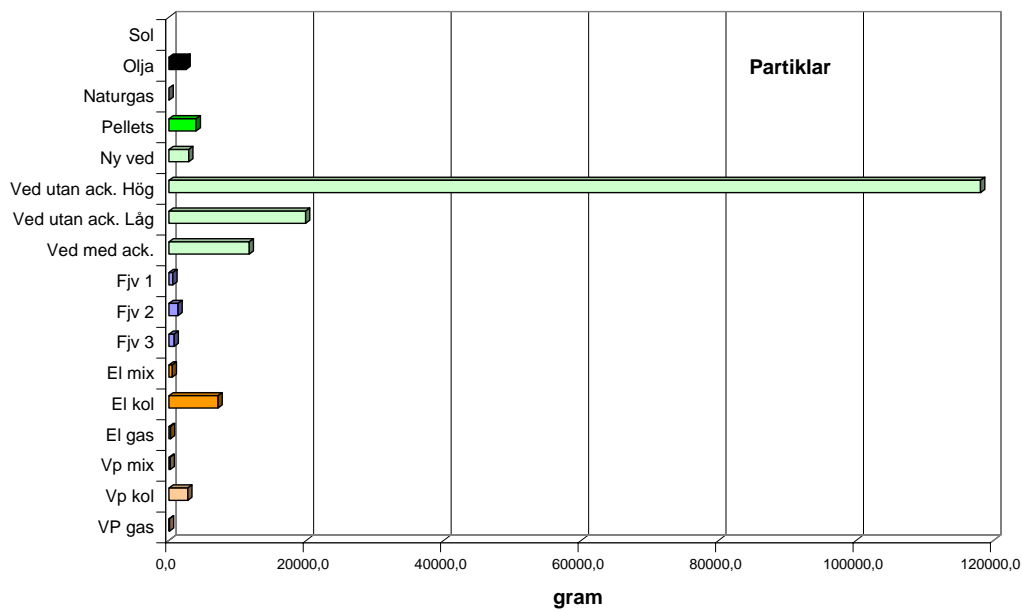
Försurning leder bl.a. till att fiskbestånd slås ut, skogsmarken utarmas på näring och grundvattnet får högre metallhalter. Försurning orsakas av surt nedfall som bildas då svaveldioxid, SO<sub>2</sub> och kväveoxider, NO<sub>x</sub> omvandlas till syror i atmosfären. Det sura nedfallet når förr eller senare marken, t.ex. genom att lösa sig i regndroppar.



Figur 5.6 Övergödning

Notera att övergödningspotentialen är en relativ skala baserad på en "normalvilla" med ett energibehov om 20000 kWh/år

Övergödning orsakar bl.a. igenväxning av vattendrag, algbloomning och syrefria bottenar. Övergödningen förändrar den naturliga balansen i ekosystemet och leder till konsekvenser för växt- och djurliv. Vissa arter massförökar sig och vissa slås ut. Övergödningen orsakas främst av människans utsläpp av näringsämnen kväve och fosfor. De flesta typer av förbränning leder till utsläpp av kväveoxider, NO<sub>x</sub> som senare deponeras på marken och bidrar till övergödning och försurning.

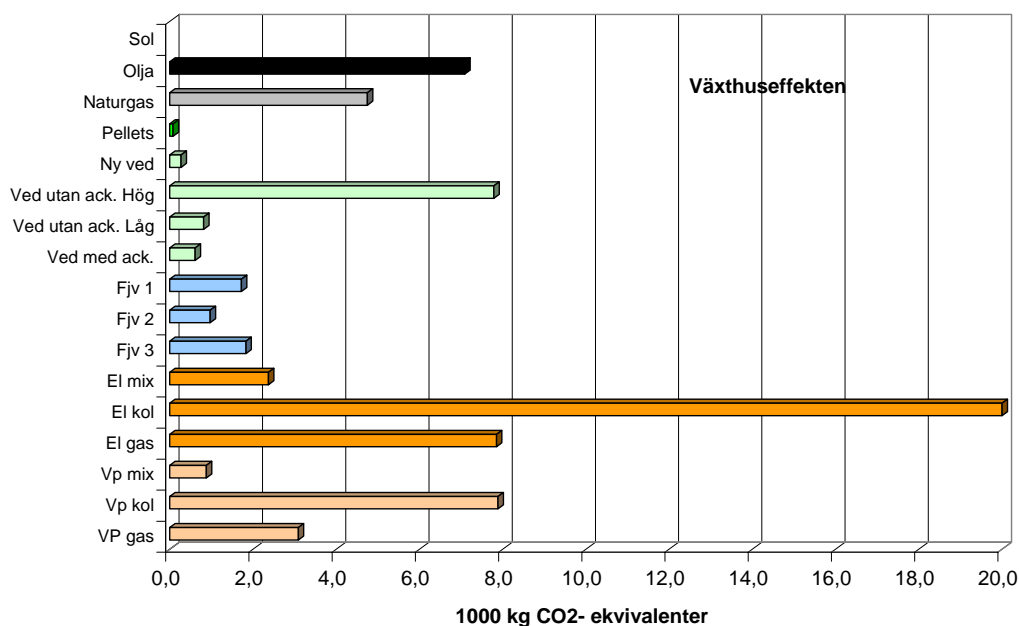


Figur 5.7 Partiklar

Notera att partikelemissioner är en relativ skala baserad på en ”normalvilla” med ett energibehov om 20000 kWh/år

Små partiklar kan leta sig långt ned i lungorna och orsaka allergier och andningssjukdomar liksom cancer. Partiklar bildas vid förbränning av kol, olja och biobränslen.

EFFem kalkyl ger också värden för att beskriva miljöpåverkan genom bildning av marknära ozon. Marknära ozon, O<sub>3</sub> är giftigt för människor, djur och växter och är dessutom en växthusgas. Höga halter av ozon bildas under situationer då höga halter av kväveoxider och reaktiva kolväten förekommer under inverkan av hög solinstrålning företrädesvis under den varma årstiden. Anläggningar för värmeproduktion har emellertid sina största utsläpp under den kalla årstiden och utsläppen är låga eller obefintliga under sommarhalvåret. Bidraget till bildningen av marknära ozon från värmeproduktionsanläggningar är därför liten. Energimyndigheten har därför valt att bortse från denna typ av miljöeffekt.



Figur 5.8 Växthuseffekt

Notera att klimateffekterna är en relativ skala baserad på en "normalvilla" med ett energibehov om 20000 kWh/år

Den förstärkta växthuseffekten gör att medeltemperaturen på jordytan ökar vilket ger förändringar i klimatet. Detta kommer att ge en mängd allvarliga konsekvenser på de naturliga ekosystemen och för människan. Många anser att växthuseffekten är det allvarligaste miljöproblemet som människan står inför. Den förstärkta växthuseffekten beror på människans utsläpp av s.k. växthusgaser till atmosfären. Olika gaser har olika stor påverkan på klimatet per viktsenhet, se Tabell 5.5.

Den gas som släpps ut i störst mängder och därför har den största påverkan är koldioxid, CO<sub>2</sub>. Andra viktiga gaser är metan, CH<sub>4</sub> som är huvudbeståndsdelen i naturgas och biogas. Metan har 21 gånger större klimatpåverkan per viktsenhet än koldioxid. Små läckage i produktionen och distributionen av naturgas och biogas är därför allvarligt och reducerar dess miljöfördelar. Även lustgas, N<sub>2</sub>O som bildas vid förbränning, samt olika kylmedia som används i värmepumpar, t.ex. R 134a, är starka växthusgaser.

Tabell 5.5 Koldioxidekvivalenter för några olika växthusgaser. T.ex. orsakar ett kilo metan 21 gånger mer växthuseffekt än ett kilo koldioxid.

Växthusgas		GWP100 (Global Warming Potential)
CO <sub>2</sub>	Koldioxid	1
CH <sub>4</sub>	Metan (Naturgas, Biogas)	21
N <sub>2</sub> O	Lustgas	310
R 134a	(Kylmedia)	1300

Anm. GWP100 anger gasernas klimatpåverkan i ett hundraårsperspektiv.

Källa: Naturvårdsverket

Uppvärmning ger många fler emissioner, t.ex. utsläpp av tungmetaller samt de extremt giftiga dioxinerna.

Emissionerna beror av följande faktorer:

- Bränslets egenskaper
- Driftförhållanden
- Reningsteknik

Svavelutsläpp beror på svavelinnehållet i bränslet. Stora pannor i t.ex. fjärrvärmeanläggningar kan installera svavelrening efter förbränningen men det är för dyrt i mindre anläggningar som t.ex. villapannor. Kväveutsläppen beror dels av kväveinnehållet i bränslet men NO<sub>x</sub> kan även bildas ur kvävet som finns i luften om förbränningstemperaturen är för hög. Partiklar och VOC bildas vid dåliga driftförhållanden som leder till ofullständig förbränning. En dåligt underhållen anläggning eller en anläggning som får driftproblem kan ha mycket högre utsläpp än om anläggningen fungerar normalt och optimalt. Rening av rökgaserna kan ha mycket stor effekt på utsläpp av t.ex. svavelföreningar, kväveföreningar och stoft. Den kan dock inte påverka emissionerna av koldioxid. Mängden koldioxid beror av mängden kol i bränslet.

För att hålla emissionerna låga skall pannorna således dimensioneras rätt, eldas med lågsvavliga bränslen, regleras och underhållas. Stora pannor har möjlighet att använda reningsutrustning av olika slag. Nya pannor har generellt mycket bättre miljövärden än gamla pannor. För vedpannor är eldningstekniken avgörande. Med en ackumulatortank blir det lättare att få bra förbränning i vedpanna.

#### *Miljöpåverkan från fjärrvärme*

Det är svårt att ta fram generella miljövärden för fjärrvärme. Varje enskilt system är lokalt, avgränsat och unikt med varierande sammansättning av sina produktionsanläggningar. Fjärrvärme produceras med alla tänkbara bränslen samt med elpannor, värmepumpar och sol. Ofta finns merparten av dessa olika produktionsmöjligheter inom samma fjärrvärmesystem. Många fjärrvärmesystem använder dessutom spillvärme ifrån intilliggande industrier som t.ex. stålverk, massafabriker och raffinaderier.

För att korrekt jämföra miljövärdet mellan en investering i fjärrvärme och ett alternativt uppvärmningssystem måste varje investering jämföras med den lokala fjärrvärmeproduktionen. Enskilda kunder kan jämföra med det lokala fjärrvärmeföretagets miljöredovisning. Det är dock inte möjligt i föreliggande rapport.

För att få ett jämförbart värde finns i föreliggande rapport ett nationellt medel för landets totala fjärrvärmeproduktion. Trots att ett sådant genomsnitt har begränsad relevans kan det vara enda alternativet. Det finns i rapporten emellertid också definierat två ”typsystem” som är vanligt förekommande.

Det första typsystemet utgörs av 90 % biobränsleeldat värmeverk och 10 % oljeeldat värmeverk. Denna uppbyggnad är vanlig i mindre orter. Det andra typsystemet utgörs av 50 % avfallseldat värmeverk, 40 % bioeldat värmeverk och 10 % oljeeldat värmeverk. Detta speglar ett större system med avfallsförbränning. Antalet möjliga typsystem är oändligt. Båda dessa typsystem har lägre koldioxidutsläpp än det nationella medelvärdet. Alltså finns det många system som använder stor andel kol, torv, naturgas och olja.

I Figur 5.5 till Figur 5.8 redovisas miljöpåverkan för fjärrvärme. Slutsatsen blir att fjärrvärme har medelhög miljöpåverkan till följd av emissioner till luft.

#### *Miljöpåverkan från övriga uppvärmningssystem*

**Solvärme** är det klart renaste alternativet. Utsläppen är obefintliga. Nackdelen är att en solvärmeanläggning inte klarar att värma huset under hela året. Därför måste ett parallellt system finnas. De flesta kombinationer med övriga system finns. Solvärmens är speciellt bra att kombinera med pellets, olja eller vedpannor eftersom effektiviteten hos dessa går ned och miljövärdet därmed försämras när de körs på låglast under sommarhalvåret.

**Oljepannor** har hög miljöpåverkan på samtliga områden.

**Naturgaspannor** har bra miljövärden inom alla områden utan växthuseffekten.

**Pelletspannor** bidrar mycket till försurning, övergödning, och partiklar. Dess stora miljö fördel gäller växthuseffekten. Nya och miljömärkta pellets pannor har bättre miljövärden än befintliga pannor.

**Vedpannor** har mycket hög påverkan på försurning, övergödning och partiklar. Dess styrka ligger i låg påverkan på växthuseffekten. En vedpanna utan ackumulatortank som eldas med strypt lufttillförsel ger emellertid så höga utsläpp av metan att påverkan på växthuseffekten kan vara likvärdig eller överstiga en oljepanna. En ny vedpanna förutsätts ha ackumulatortank och bidrar mer till försurning och övergödning än en gammal vedpanna med ackumulatortank. Det förklaras av den höga förbränningstemperaturen som ger låga utsläpp av VOC och partiklar men höga utsläpp av NOx. Mycket stor spridning finns mellan olika vedpannor. Det absolut sämsta är en gammal panna utan ackumulatortank som eldas med strypt lufttillförsel. Det bästa är en ny miljögodkänd och miljömärkt (exempelvis svanen) panna med ackumulatortank. En sådan panna har bättre miljövärden än vad som framgår i figurerna.

**Elpannor** och **direktverkande eluppvärmning** är i stort sett jämförbara. Direktverkande el brukar vara något effektivare och kräva något mindre el. För befintlig eluppvärmning beräknas elen som producerad enligt nordisk mix. Detta ger relativt bra miljövärden. Att sätta in ny eluppvärmning är emellertid det klart sämsta miljöalternativet, speciellt med avseende på växthuseffekten. Det är



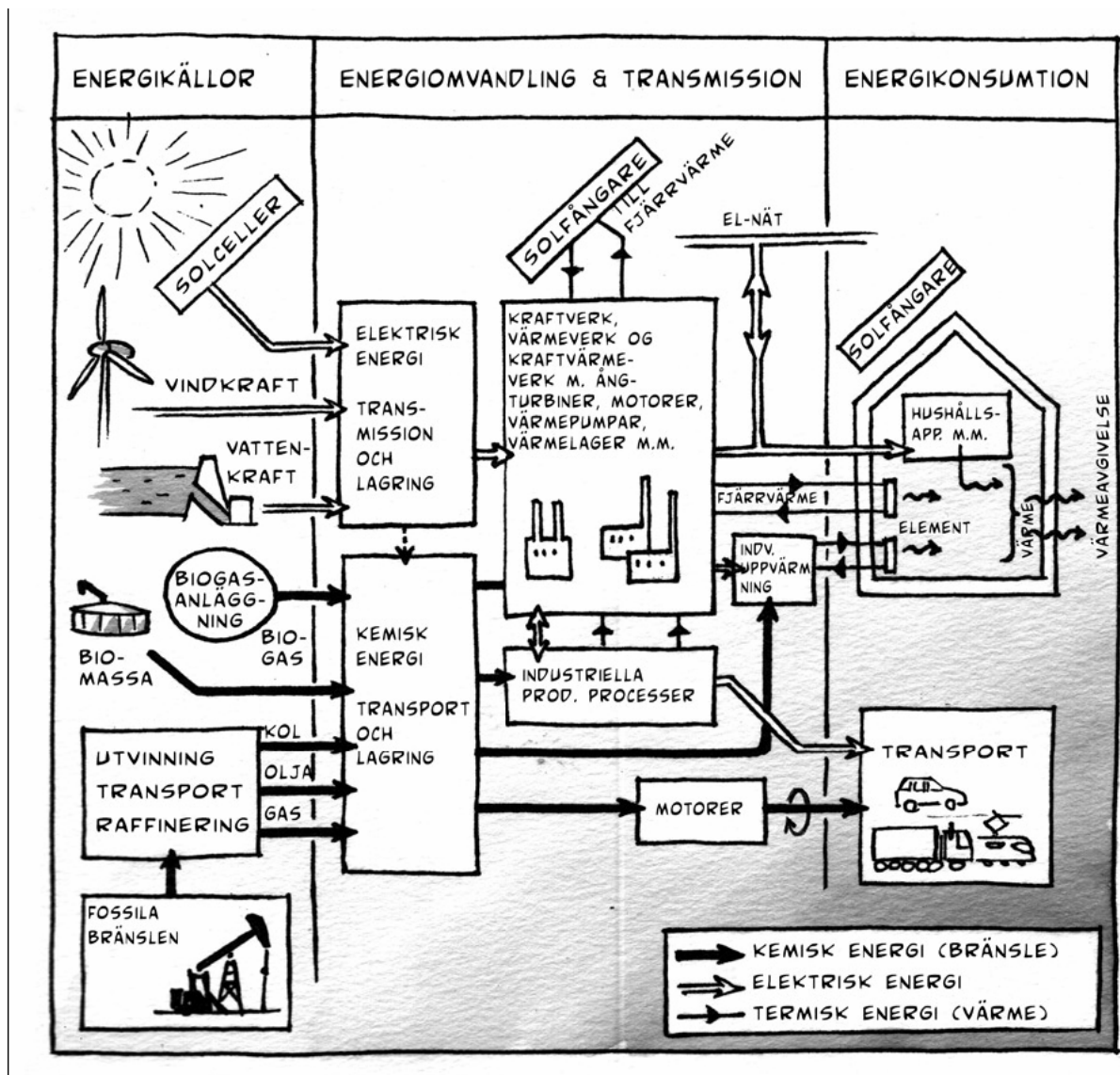
tänkvärt eftersom det populäraste alternativet i nybyggnationer av småhus är frånluftsvärmepumpar som under en stor del av året i stort sett fungerar som en elpanna.

För befintlig eluppvärmning är det viktigaste att inse den stora miljöpotentialen som ligger i att byta ut den mot något annat alternativ. Denna förändring påverkar marginalen i elsystemet ("El kol" i figurerna ovan) och minskar utsläppen i stor utsträckning.

En befintlig **värmepump** som beräknas på nordisk mix har de bästa miljövärdena. Varje ny värmepump använder emellertid marginalel (VP kol) vilket ger sämre miljövärden och placerar värmepumpen som ett alternativ med medelstor miljöpåverkan. Intressant är att det kanske populäraste bytet idag, från oljepanna till värmepump, inte ger någon förändring i växthuseffekten.

## 5.12 Systemeffekter

Energisystemet är oavsett vilka systemgränser som väljs ett tämligen stort och komplicerat system (Figur 5.9). En följd av det är att man behöver beakta indirekta konsekvenser av de olika energislagen, kanske främst vid förändringar inom systemet. Detta föranleder flera frågor som alla är svåra och ofta utan självklara svar: Vad händer om vi får stora förändringar på tillförseln av el? Går det att höja verkningsgraden genom att integrera olika processer? Vilka blir egentligen konsekvenserna för miljön av detta?



Figur 5.9 Energisystemet och dess miljöpåverkan (Källa: Ett nordiskt energiscenario, Greenpeace 2006)

### 5.12.1 Konsekvenser av förändringar

Om elsystemet får ett stort innehåll av vindkraft kommer dess behov av momentan effektreserv att öka, alternativt att teknik utvecklas som medger en snabb effektbortkoppling hos vissa kunder. Detta beror på att vindkraften är utlämnad till vädrets makter och riskerar tex att behöva kopplas bort vid kraftiga stormar vilka kan drabba stora områden samtidigt. Det är idag bara vattenkraften som har förmågan att momentant balansera effekten på det sätt som krävs. En sådan snabb effekttreglering kommer då i sin tur att medföra större och snabbare flödesvariationer.

De effekter som kan drabba naturmiljön om älvarna regleras hårdare hänger främst samman med flödesvariationerna inom korta tidsintervall. Erosionen kan

härmed komma att öka och växter och djur kan ryckas loss från sina substrat och driva nedströms. Fiskar som står mot strömmen kan bli desorienterade om strömhastigheten sjunker drastiskt. Om flödesvariationerna också påverkar vattennivåerna kommer strandvegetationen att drabbas av både erosion och tillväxtminskning. Samma störning gäller det lägre djurlivet i strandzonen. Sammantaget tyder allt på att en hårdare dygns- och veckoreglering kommer att öka påverkan på växt- och djurlivet i älvarna.

### 5.12.2 Verkningsgrad

#### *Kraftvärme*

Den samtidiga produktionen av el och värme i kraftvärmeverk och industriellt mottryck tar tillvara betydligt mer av bränslets totala energiinnehåll än vad som är möjligt i ett kondenskraftverk. Verkningsgraden, räknad som nyttiggjord energi i förhållande till tillfört bränsle, ligger mellan 70 och 90 procent i kraftvärme jämfört med 35 till 40 procent i befintliga kondenskraftverk. Kondenskraftverk, som optimeras för just elproduktion ger å andra sidan betydligt mer el per använd mängd bränsle än vad som uppnås i ett kraftvärmeverk.

Kraftvärmeproduktionen är nära knutet till fjärrvärmeproduktionen och en fördel är att el- och värmeefterfrågan varierar någorlunda likartat inte bara under året utan också under dygnet. För industriellt mottryck, som på motsvarande sätt är nära förbunden till industrins behov av processvärme, är situationen annorlunda. Kraftvärmens beroende av fjärrvärme innebär emellertid också begränsningar genom att det måste finnas ett värmeunderlag för att tekniken ska vara intressant. I Sverige (såväl som i Finland och Danmark) utgör fjärrvärme ett viktigt uppvärmningsalternativ och värmeunderlaget är därigenom stort.<sup>21</sup> Grundat på de befintliga svenska fjärrvärmenäten skulle kraftvärmeproduktionen kunna öka från dagens cirka 5 TWh till 20 TWh<sup>22</sup>.

#### *Kombinat*

Det finns ingen entydig definition av vad ett kombinat är, men det kan allmänt betraktas som en integration av flera processer för att höja systemverkningsgraden. Även kraftvärme kan i någon mening betraktas som ett kombinat, men vanligen avses med ett kombinat en samproduktion av minst tre energibärare.

Det finns gott om exempel på hur systemverkningsgraden ökar när flera processer kombineras, däremot kan verkningsgraden för en av de ingående processerna sjunka något. Det betyder att tex utbytet av etanol per insatt råvara och energi blir lägre, men att det kompenseras mer än nog av att det också tillkommer biogas och värme. Det finns idag i Sverige en utveckling mot etableringen av kombinat inom befintliga styrmedel.

---

<sup>21</sup> IVA, El och kraftvärme från kol, olja och naturgas, 2002

<sup>22</sup> Svensk fjärrvärme, Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden, Rapport Februari 2004

### 5.12.3 Miljövärdering av förändringar i energianvändning

Det har länge varit oklart hur energi bör miljövärderas och olika principer används<sup>23</sup>. För elanvändning är det vanligast med emissionsfaktorer som baserar sig på medel eller marginal. Ofta har syftet med analysen styrt valet. Om t.ex. syftet är att propagera för ökad elanvändning så har valet blivit medel eftersom emissionerna ifrån medel är mycket lägre än emissionerna ifrån marginal. Om syftet är att propagera för andra energibärare än el har oftast marginal använts osv. Det är viktigt att vara observant på detta när el miljövärderas i olika sammanhang.

En ansats är att miljövärdering vid beslut som kan användas eller innebär en förändring av energianvändningen på åtminstone kort sikt beräknas med utsläppsfaktorer utgående från en marginalansats. Om det finns en någorlunda fungerande marknad skall man inte jämföra utsläppen mellan olika tekniska alternativ såvida inte samma ansats har använts, t.ex. utsläppsfaktorer baserade på en marginalansats skall inte jämföras med faktorer baserade på en mix.

Ansatsen bör dock inte användas i situationer när ansvar för utsläpp och energianvändning skall fördelas mellan olika aktörer. Den kan inte tillämpas vid köp av energi eller miljöredovisning. Vid investeringar som påverkar energianvändningen och utsläppen på längre sikt bör hänsyn tas till hur energisystemet ser ut då samt vid större investeringar hur denna kan påverka energisystemets utveckling.

För andra energibärare och bränslen än el är det sällsynt att en marginalansats används. Om det finns en någorlunda fungerande marknad kan dock en sådan ansats tillämpas. För att jämföra olika alternativ som påverkar energianvändningen av olika energibärare och bränslen är det dessutom viktigt att samma ansats tillämpas eftersom olika saker annars jämförs. Det går till exempel inte att jämföra emissionsdata för elanvändningen från en tågresa med en bilresa om inte samma ansats har använts vid värdering av el- och oljeanvändning.

### 5.12.4 Systemgränser

En systemgräns<sup>24</sup> är en teoretisk inramning av ett system. Den kan vara teknisk och ange vilka delar i produktionsprocessen som skall ingå i analysen. Den kan också vara geografisk och innefatta t.ex. Norden. Att definiera systemgränsen är grundläggande i t.ex. livscykelanalyser, LCA, vars syfte är att undersöka en varas totala miljöpåverkan, ”från vaggan till graven”. De emissioner (och beroende på syfte, övrig miljöpåverkan) som sker innanför systemgränsen beaktas, övriga

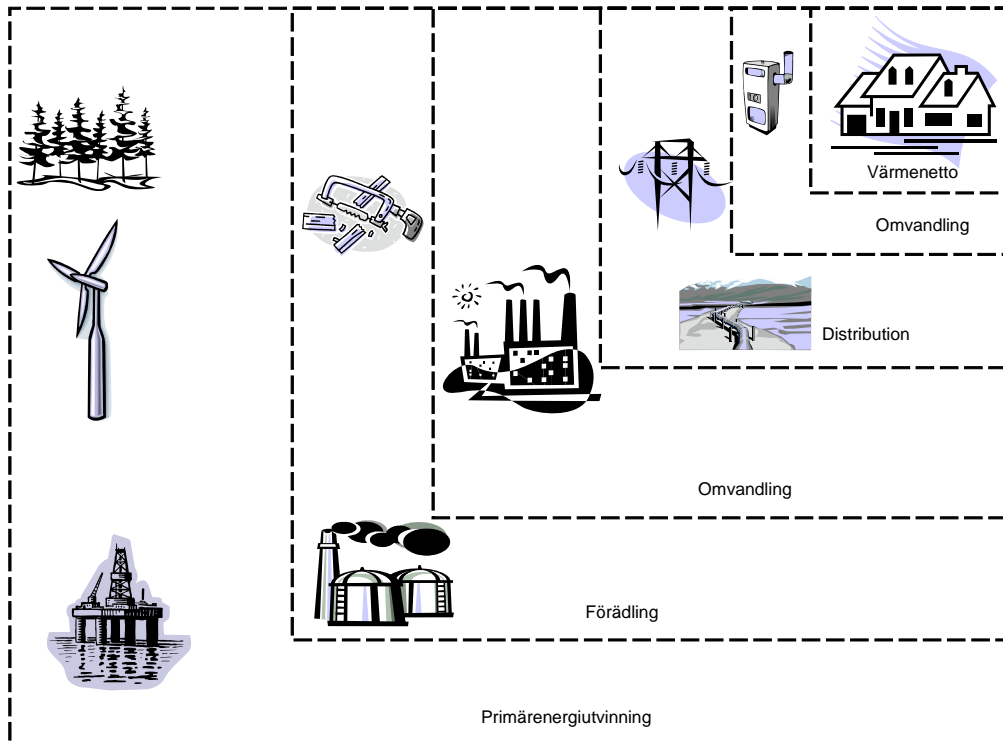
---

<sup>23</sup> Det finns alternativa sätt att miljövärdera el. Se t.ex. Elforsk rapport 06:52, Marginal och miljövärdering av el.

<sup>24</sup> Läs mer om systemgränser i Energimyndighetens rapport: *Allt eller inget – Systemgränser för byggnaders uppvärmning*. [www.stem.se](http://www.stem.se) – Energitillförsel – Värmeproduktion

emissioner beaktas inte. När miljöpåverkan utreds blir resultatet helt beroende av vilka systemgränser som används.

En fullständig analys kräver att man betraktar alla led av energidistributionen: Från att primärenergi utvinns i t.ex. skogen eller på oljefältet till att radiatorerna blir varma i ett rum. Detta innebär att den vidaste tekniska systemgränsen i Figur 5.10 används. Snävare systemgränser kan användas för att förenkla analysen eller om det är relevant av andra skäl, t.ex. att det är svårt att finna data.



Figur 5.10 Illustration av olika systemgränser i energisystemet

### Systemgränser för el

Miljöpåverkan av elanvändning är helt beroende av hur stora emissioner som sker då elen produceras. Det är därför viktigt att göra rätt val av elkreditering samt vara införstådd i hur det påverkar emissionerna.

För att finna den korrekta översättningen mellan elanvändning och emissioner kan elen krediteras på två principiella sätt:

1. *Befintlig* elanvändning krediteras enligt emissionerna ifrån den befintliga mixen av produktionsanläggningar. Man kan då antingen se till Sveriges mix eller Nordens mix. Nordens mix är den mest relevanta eftersom den Nordiska elmarknaden är integrerad både fysiskt och ekonomiskt.
2. *Tillkommande eller reducerad* elanvändning hanteras normalt med ett marginalresonemang. Marginalresonemanget beskriver vilken typ av

anläggning som producerar på marginalen, dvs. anpassar på årsbasis sin produktion beroende på ökad eller minskad efterfrågan på el. Detta benämns marginalet. Marginalet är ingen exakt vetenskap utan en nödvändig *approximation*. En bra approximation skall vara så verklighetsförankrad som möjligt samt enkel så att den går lätt att använda.

För att finna den bästa approximationen för marginalet kan olika geografiska systemgränser användas. De mest aktuella är *Sverige, Norden och EU*. Två olika tidsperspektiv behöver också definieras eftersom värmeanläggningar finns kvar under lång tid. Kort sikt antas här som till och med den första åtagandeperioden enligt Kyoto- protokollet, alltså t.o.m. år 2012. Lång sikt är tiden därefter.

I Tabell 5.6 finns en sammanställning över hur valet av geografisk systemgräns och tidsperspektiv påverkar vilken sorts anläggning som utsläppen ifrån elanvändning kan beräknas ifrån.

Tabell 5.6 Relevant marginalet för olika systemgränser

		Marginalet		
		Kolkondens <sup>1</sup>	Gaskondens <sup>2</sup>	Ingen
Systemgräns Sverige	Kort sikt			X
	Lång sikt		X	
Systemgräns Norden	Kort sikt	X		
	Lång sikt		X	
Systemgräns EU	Kort sikt	X <sup>4</sup>		X <sup>3</sup>
	Lång sikt		X	

<sup>1</sup> Marginalet produceras i kolkondensanläggningar.

<sup>2</sup> Marginalet produceras i naturgaseldade kombikraftverk i kondensdrift.

<sup>3</sup> För koldioxid, beroende på systemet för handel med utsläppsrätter.

<sup>4</sup> För andra emissioner än koldioxid, samt för använd mängd primäreenergi.

Om systemgräns Sverige används så finns på kort sikt ingen marginalproduktion eftersom det inte finns anläggningar i Sverige som i normalfallet är prissättande och följer den marginella efterfrågan på årsbasis. De anläggningarna finns i Danmark och Finland. På lång sikt kommer sannolikt marginalproduktion i form av gaskraft att finnas även i Sverige. Denna systemgräns är intressant att använda om man vill se hur en åtgärd påverkar den svenska utsläppsstatistiken.

Om systemgräns Norden används så utgör kolkondens marginalet på kort sikt och gaskondens marginalet på lång sikt. Kolkondensanläggningarna finns utanför Sveriges gränser och påverkar således inte de svenska utsläppen. Denna systemgräns är den mest relevanta att använda sett till hur elsystemet i praktiken fungerar.

Övriga emissioner och primärenergianvändningen påverkas inte av systemet för handel med utsläppsrätter.

En värmeanläggning förväntas hålla i minst 20 år. Eftersom båda tidsperspektiven således är intressanta så kommer resultatet för både kolkondens och gaskondens att redovisas. Det innebär att läsaren själv kan välja vilken systemgräns som är mest relevant.

#### *Systemgränser för fjärrvärme*

För att få ett fullkomligt systemtänkande när det gäller fjärrvärme så bör alla systemgränser i 5.11 beaktas. Ett komplicerat ställningstagande rör spillvärme. Skall spillvärmen betraktas som emissionsfri eller belastas utifrån de bränslen som den härrör ifrån? Traditionellt sett så betraktas spillvärme som utan emissioner och så också i denna rapport. Detta val finns det dock anledning att titta närmare på. Eftersom spillvärmen har ett ekonomiskt värde kan det argumenteras för att den också skall tilldelas en del av emissionerna vid produktionen.

En annan aspekt som kräver ställningstagande är hur en marginellt ökad eller minskad användning av fjärrvärme tillgodoses, jämför marginalresonemanget på el. Finns det en marginell fjärrvärme sett över ett helår? Svaret på det är nej.

Fjärrvärmen inom ett system produceras normalt av flera olika tekniker, t.ex. spillvärme, avfallspannor, värmepumpar, biobränslepannor och oljepannor i fallande prioriteringsordning beroende på rörliga produktionskostnader. Under sommarhalvåret när värmebehovet är mycket begränsat används endast de billigaste teknikerna, t.ex. avfall och värmepumpar. När det blir kallt och värmebehovet ökar kopplas fler och dyrare anläggningar in. En ökad efterfrågan täcks alltså av många olika produktionsanläggningar sett över ett helår. För en liten ökning eller minskning av fjärrvärmeanvändningen så används därför den befintliga mixen.

### **5.13 Referenser**

Ahlén I., (2003), "Vindkraftverk och fladdermöss-en pilotstudie", Slutrapport, P-nr 20272-1, Energimyndigheten

Ahlén I., Bach L., Baagøe L., Gustafsson T., Eriksson A., Burkhardt P., Lopau J., Karlsson D., Glemhorn K., Martinsson S., Pettersson J., Pettersson L., (2006), "Risker för fladdermöss med havsbaserad vindkraft", Slutrapport, P-nr 22514-1, Energimyndigheten, Naturvårdsverket, Vindval

Bernhoff, H. , "Wave power compendium HT 2005" second edition, Uppsala universitet.

Bernhoff, H., Sjöstedt, E., Leijon, M. (2003) "Wave energy resources in sheltered sea areas: A case study of the Baltic sea", Fifth European wave energy conference.

Christie, P. (2005). "Observed and perceived environmental impacts of marine protected areas in two Southeast Asia Sites", *Ocean and Coastal Management* 48 (3-6): 252-270.

DTI(2002): "Future Offshore. A Strategic framework for the Offshore Wind Industry".

Energimyndigheten (2005), "Översyn av elcertifikatsystemet-etapp 2", bilagor.

Erickson W.P., Johnson G.D., Strickland M.D., Young Jr. D.P., Sernka K.J., and Good R.E., (2001), "Avian collisions with turbines: A summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee (NWCC) Resource Document. Western Ecosystems Technology Inc.

Falkdalen U., Falkdalen-Lindahl L., Nygård T., Holmberg T., (2006), "Vindparkers påverkan på fågelfaunan i fjällområden-FJAFA", Delrapport 2  
Follestad A., (2006), "White-tailed eagle studies at Smøla", lecture, NINA (Norwegian Institute of Nature Research)

Finnveden, G., Björklund, A., Carlsson Reich, M., Eriksson, O., Sörbom, A. (2005): "Robusta och flexibla strategier för utnyttjande av energi ur avfall." TRITA-INFRA-FMS 2005:2. fms, KTH, Stockholm.

<http://www.ivt.ntnu.no/bat/mb/vindkraft/2006/2006innlegg/Innlegg30aug2006.pdf>

Pedersen E., (2003), "Noise annoyance from wind turbines-a review", report 5308, Naturvårdsverket.

Pedersen E., Person Waye K., (2004), "Wind turbines' impact on people living in the vicinity of turbines". IEA Topical Expert Meeting 42, 16-17 maj 2004, Stockholm, Sverige.

Pedersen E., Person Waye K., (2006), "Exploring perception and annoyance due to wind turbine noise in dissimilar living environments", 30 maj-1 juni, EuroNoise 2006, Tampere, Finland.

Pettersson J., (2005), "Havsbaseerade vindkraftverks inverkan på fågellivet i Kalmarsund 1999-2003", Statens Energimyndighet, Zoökologiska avdelningen vid Lunds Universitet, [www.textbruket.se/kalmarsund](http://www.textbruket.se/kalmarsund)

Pontes, T. and Falcão, A. (2001), "Ocean energies: Resources and Utilisation", 18th World Energy Conference, Buenos Aires.

Rapport 5569, Malm T., (2006), "Hur vindkraft påverkar livet på botten-en studie före etablering", Naturvårdsverket, Vindval, ISBN 91-620-5569-0.pdf



<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/omverket/forskn/vindval/vindval.htm>

Rapport 5570, Bergström U., (2006), "Vindkraftens effekter på ålvandringen-en studie före etablering", Naturvårdsverket, Vindval, ISBN 91-620-5570-4.pdf  
<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/omverket/forskn/vindval/vindval.htm>

Rapport 5580, Hansson S., (2006), "Effekter på fisk av marina vindkraftparker", Naturvårdsverket, Vindval, ISBN 91-620-5580-1.pdf  
<http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/omverket/forskn/vindval/vindval.htm>

SEAS (2000a), Rødsbad offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment. EIA Summery report. Summery reports and background reports available from [www.nystedhavmoellepark.dk](http://www.nystedhavmoellepark.dk)

Sundberg, J., Langhamer, O. (2005), "Environmental Questions Related to Point-absorbing Linear Wave-generators: impact, effects and fouling", Presented at the 6th EWTEC conference in Glasgow, 28th of August to 3rd of September.

Sundqvist, J.-O., Finnveden, G. och Sundberg, J. (Eds.) (2002): "Syntes av systemanalyser av avfallshantering." IVL Rapport B1491.

Thorpe, T.W. (1999), ETSU-B-154, "An Overview of Wave Energy Technologies: Status, Performance, and Cost".

Wahlberg, M., Westerberg, H. (2005), "Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms", Mar. Ecol. Prog. Ser. 288:295-309.

Westerberg H., Lagenfelt I., Andersson I., Wahlberg M., Sparrevik E., (2006), "Inverkan på fisk och fiske av SwePol Link, fiskundersökning 1999-2006", Fiskeriverket

Wizelius T., (2003), "Vindkraft i teori och praktik", Studentlitteratur, Lund, ISBN 91-44-02055-4

Öhman, M.C., Wilhemsson, D. (2005), VINDREV, "Havsbaserade vindkraftverk som artificiella rev: effekter på fisk", Vindforsk, FOI/Energimyndigheten, rapport.



## 6 Energisektorns största miljöutmaningar

Omfattningen av en utmaning beror dels på hur stort problemet som behöver lösas är, och dels på vilka möjligheter som finns att komma tillrätta med problemet. För att kunna identifiera energisektorns största utmaningar kommer först de största problemen i sektorn belysas, och därefter hur dessa problem kan minskas. Vilka problem som är allvarligast i energisektorn beror av vilka bränslen (och hur mycket) som tillförs respektive används; hur dessa bränslen påverkar miljön; och hur viktiga/allvarliga olika miljöproblem bedöms vara i förhållande till varandra. Vilka möjligheter som finns att komma tillrätta med problemen involverar aspekter som teknikutveckling, beteende, samhällsutveckling och konflikter och synergier mellan olika miljömål eller mellan miljömål och andra samhällsmål.

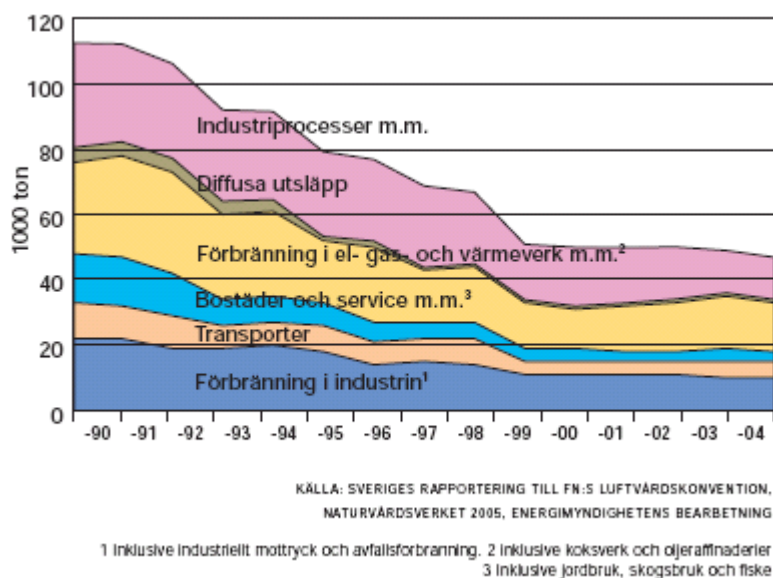
### 6.1 Energisektorns miljöproblem

Energisektorn påverkar alla miljömålen på något sätt, men fyra miljömål har pekats ut som mest centrala, så det är rimligt att anta att den energirelaterade påverkan är av extra stor betydelse för om målen kan uppnås. De utpekade målen är *Begränsad klimatpåverkan*, *Frisk luft*, *Bara naturlig försurning* och *God bebyggd miljö*. Utsläpp av koldioxid, kväveoxider, svaveldioxider, partiklar och bens(a)pyrener från energiproduktion och användning påverkar möjligheten att uppnå dessa mål. Tabell 6.1 visar hur utsläppen av växthusgaser, kväve- och svaveldioxider har förändrats sedan 1995. Figur 6.1 och 6.2 visar hur utsläppen av kväve- och svaveldioxider har förändrats sedan 1990, fördelat på olika sektorer. Tabell 6.2 visar utsläppen av koldioxid i Sverige och några andra länder. På grund av en relativt låg andel fossila bränslen i energisystemet släpper Sverige ut lite koldioxid i jämförelse med andra länder i EU-15 och OECD.

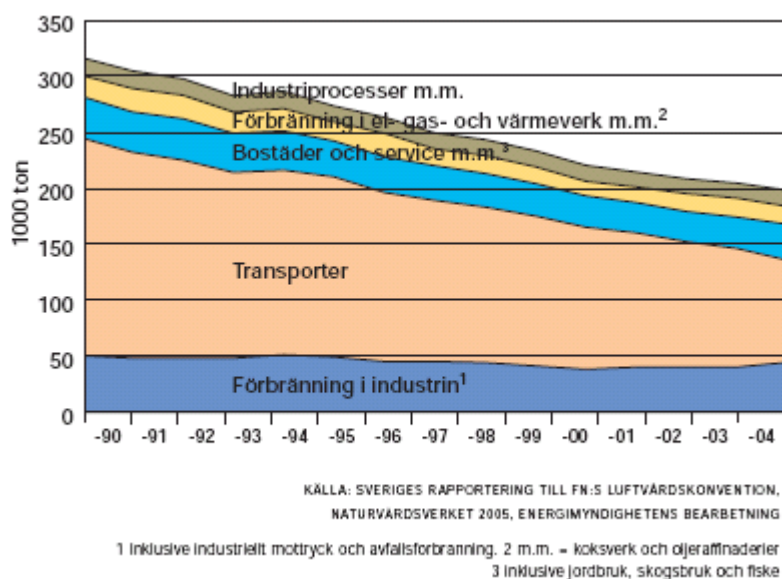
Tabell 6.1 Utsläpp i Sverige 1995 och 2005 uttryckt i tusentals ton

	Växthusgaser		Svaveldioxid		Kväveoxider	
	1995	2005	1995	2005	1995	2005
Energi exkl. transporter	34491	28299	35	19	71	61
Transport	18832	20275	6,5	5,0	192	127
Industriprocesser	6260	6756	29	16	17	16
Övrigt	12249	10717	0,53	0,17	0,46	0,47
Totalt	71832	66047	70,6	39,7	280	205

Källa: Miljömålsportalen, [www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu)



Figur 6.1 Utsläpp av svaveldioxid i Sverige 1990-2004



Figur 6.2 Utsläpp av kväveoxider i Sverige 1990-2004

Tabell 6.2 Koldioxidutsläpp totalt per invånare samt per BNP år 2003 i EU-15 samt i OECD-länderna

	Totala utsläpp CO <sub>2</sub> , miljoner ton	kg CO <sub>2</sub> per BNP (1995 USD)	Ton CO <sub>2</sub> per invånare	Förändring av utsläpp 2003/1993 (%)
Australien / <i>Australia</i>	347,1	0,8	17,4	29,2
Belgien / <i>Belgium</i>	120,1	0,5	11,6	8,8
Danmark / <i>Denmark</i>	56,2	0,3	10,4	-1,6
Finland / <i>Finland</i>	72,6	0,6	13,9	31,2
Frankrike / <i>France</i>	389,6	0,3	6,3	10,6
Grekland / <i>Greece</i>	94,1	0,7	8,6	31,6
Irland / <i>Ireland</i>	41,0	0,4	10,3	35,4
Island / <i>Iceland</i>	2,2	0,2	7,6	12,4
Italien / <i>Italy</i>	453,4	0,4	7,8	15,1
Japan / <i>Japan</i>	1201,4	0,2	9,4	17,0
Kanada / <i>Canada</i>	553,3	0,7	17,5	27,0
Korea / <i>Korea</i>	448,4	0,8	9,4	48,7
Luxemburg / <i>Luxembourg</i>	9,9	0,5	22,0	-10,7
Mexiko / <i>Mexico</i>	374,3	0,6	3,6	21,9
Nederländerna / <i>Netherlands</i>	184,7	0,5	11,4	9,1
Norge / <i>Norway</i>	35,8	0,2	7,8	12,8
Nya Zeeland / <i>New Zealand</i>	32,7	0,6	8,1	37,3
Polen / <i>Poland</i>	293,3	1,7	7,7	-13,3
Portugal / <i>Portugal</i>	58,9	0,5	5,6	34,8
Schweiz / <i>Switzerland</i>	44,1	0,2	6,0	5,2
Slovakien / <i>Slovak Republic</i>	38,7	1,7	7,2	-12,4
Spanien / <i>Spain</i>	313,2	0,5	7,7	47,1
Storbritannien / <i>Great Britain</i>	540,2	0,4	9,1	0,5
Sverige / <i>Sweden</i>	53,6	0,2	6,0	1,9
Tjeckien / <i>Czech Republic</i>	117,0	1,9	11,5	-6,6
Turkiet / <i>Turkey</i>	202,9	1,0	2,9	42,2
Tyskland / <i>Germany</i>	854,3	0,5	10,4	-3,7
Ungern / <i>Hungary</i>	57,7	1,1	5,7	-4,2
USA / <i>USA</i>	5728,5	0,6	19,7	13,7
Österrike / <i>Austria</i>	74,7	0,4	9,2	30,5
<b>EU-15 / <i>EU-15</i></b>	<b>3316,5</b>	<b>0,4</b>	<b>8,7</b>	<b>9,0</b>
<b>Totalt OECD / <i>Total OECD</i></b>	<b>12793,8</b>	<b>0,5</b>	<b>11,1</b>	<b>13,9</b>

Källa: OECD in figures - 2005 edition,  
www.oecd.org

Miljöpåverkan från olika energislag har diskuterats i kapitel 5 i denna rapport. Där relateras inte problemen till hur stor användningen av respektive energislag är och därmed kan inte omfattningen av olika typ av påverkan avgöras.

I en studie från KTH<sup>25</sup> analyserades energisektorns miljöpåverkan 1999 med LCA-metodik och med hjälp av data från Miljöräkenskaperna<sup>26</sup>. Resultaten från den studien kan bidra till att identifiera vilka som är energisektorns största miljöproblem.

I KTH-studien studeras energisektorn ur ett livscykelperspektiv. Studien omfattar miljöpåverkan både från den svenska energiproduktionen, och från produktion av alla bränslen som används i Sverige, antingen denna sker i Sverige eller andra länder. Transportsektorn ingår inte i studien och alltså inte heller produktionen av bensin och diesel för transportändamål, utan energisektorn antas i detta fall omfatta produktion och användning av energi för uppvärmning och processändamål, samt hushållsel. All användning i bostäder, service och industri (men inte transporter) antas därmed ingå i energisektorn i detta fall.

För att få jämförbara data för transportsektorn har författarna till KTH-studien till denna rapport tagit fram siffror även för transportsektorn. Transporter omfattar då alla mobila källor, vilket omfattar godstransporter av olika slag, persontransporter och arbetsmaskiner. Ingen fördelning mellan olika transportslag kunde göras. För transportsektorn kunde inte produktionen av bränslen, utan endast användningen, beräknas. Därmed blir siffrorna för energisektorn och transportsektorn inte helt jämförbara. När det gäller miljöpåverkan inom Sverige är dock den största delen av påverkan från motorbränslen kopplad till användningen, och ett tillägg av påverkan under produktionen av dessa bränslen skulle inte väsentligt förändra bilden.

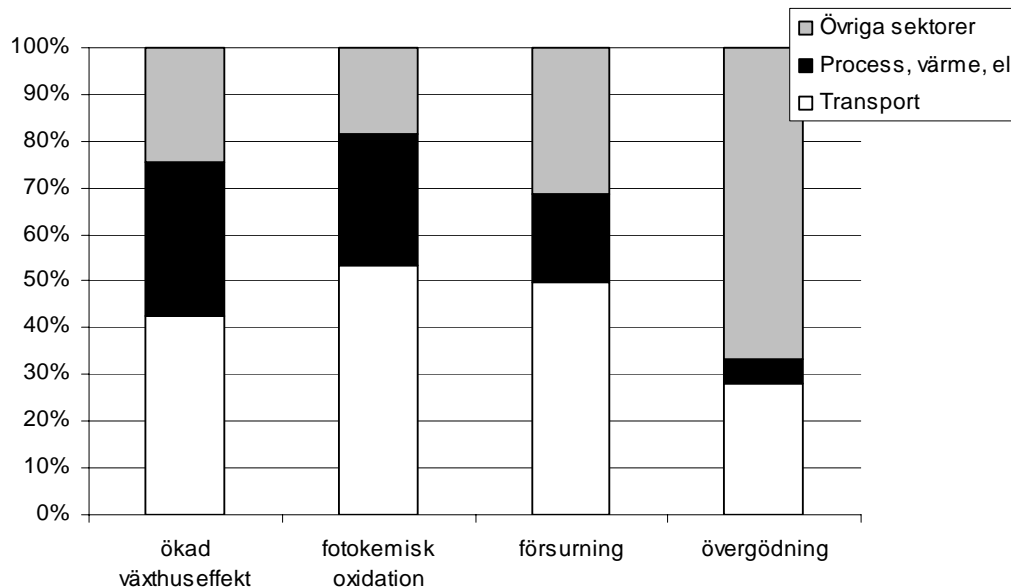
De svenska miljömålen omfattar huvudsakligen den påverkan som sker inom Sveriges gränser, och här fokuserar vi därför på denna del av påverkan. KTH-studien visar dock att den svenska energisektorn (som i studien omfattar produktion och användning av processenergi, värme och el) orsakar lika stor påverkan i andra länder som den gör inom landet.

Resultaten från studien innehåller bland annat en analys av hur stor andel av den totala svenska miljöpåverkan som orsakas av energisektorn (i denna del ingår inte påverkan som sker i andra länder under produktion av bränslen, utan endast den del som sker i Sverige). Figur 6.3 visar dessa resultat för fyra typer av miljöpåverkan.

---

<sup>25</sup> Engström och Wadeskog, 2007

<sup>26</sup> 1999 var det senaste år då data från Miljöräkenskaperna fanns tillgängliga då studien genomfördes. Figur 6.3 visar utvecklingen av energitillförsel sedan 1999.



Figur 6.3 Fördelning av miljöpåverkan mellan olika sektorer.

Figuren omfattar den påverkan som sker inom Sveriges gränser. Sektorn *Process, värme, el* omfattar all påverkan från produktion av el, värme och bränslen exklusive drivmedel, samt användning desamma (i industri, bostäder mm). *Transport* omfattar användning i alla mobila källor (godstransporter, personbilar, arbetsmaskiner mm)<sup>27</sup>.

Påverkanskategorierna är hämtade från LCA-metodologin och är inte direkt jämförbara med miljömålen, men kan relateras till dem i viss mån. Ökad växthuseffekt hör till målet *Begränsad klimatpåverkan*, och eftersom det är svenska utsläppen som redovisas i figuren så berörs framförallt det delmål som rör utsläppsnivåer. Kategorin fotokemisk oxidation omfattar utsläpp av CO, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC och SO<sub>2</sub> och kan framförallt relateras till miljömålet *Frisk luft*. Försurning och övergödning har sina respektive miljömål (*Bara naturlig försurning* (SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>) och *Ingen övergödning* (NO<sub>x</sub>)). Bedömningen i Figur 6.3 baseras på mängden utsläpp från sektorn, och kan alltså inte direkt relateras till de delar av miljömålen som beskriver tillstånd eller halter. Det bör påpekas att det kan finnas fall där sektorn orsakar en stor del av de nationella utsläppen, men där de svenska utsläppen endast utgör en liten del av det totala problemet. Det är till exempel fallet när det gäller försurning, där energianvändningen visserligen orsakar en inte obetydlig andel av de svenska utsläppen, men där största delen av de utsläpp som orsakar problem i Sverige kommer från källor i andra länder.

Vid sidan av de påverkanskategorier som redovisas i figur 6.3 berör KTH- studien även ett antal andra potentiella problem i sektorn. Diskussionen omfattar användning av risk- och faroklassade kemikalier, utsläpp av partiklar, påverkan på biologisk mångfald samt strålning. Anledningen till att figuren inte omfattar dessa aspekter är att de inte kunnat kvantifieras på ett sätt som går att inkludera i den metod som använts i studien. Dessutom diskuteras förbrukning av ändliga resurser i form av fossila bränslen och uran. Då dessa resurser huvudsakligen utvinns

<sup>27</sup> Engström & Wadeskog, 2007, samt tillagda beräkningar av samma författare.

utanför Sveriges gränser finns inte heller denna påverkanskategori med i figuren. Under senare tid har dock uranprospektering inletts i Sverige, vilket kan göra att utvinning av ändliga resurser inom landets gränser kan komma att öka. Det finns inget miljömål som specifikt rör förbrukning av ändliga resurser, men frågan berörs i generationsmålet *God bebyggd miljö* och särskilt i det delmål som handlar om energianvändning i bebyggelse, samt i åtgärdsstrategierna *Hushållning med mark, vatten och bebyggd miljö*, samt *Giffria och resurssnåla kretslopp*. Energiresurser omfattas även av energipolitiska mål, exempelvis försörjningstrygghet.

## 6.2 Vilka miljöproblem är störst?

Att väga olika miljöproblem i förhållande till varandra för att avgöra vilket problem som är allvarligast är kontroversiellt, då det inte finns något objektivt vetenskapligt sätt att avgöra detta<sup>28</sup>. Det finns emellertid ofta önskemål och behov av att göra sådana avvägningar, exempelvis för att få underlag för att avgöra vilka miljöproblem man skall börja med att ta tag i. Det finns ett antal metoder utvecklade för att göra sådana avväganden<sup>29</sup>. Alla dessa metoder involverar subjektiva bedömningar och bygger vanligtvis på antingen expertpaneler, betalningsviljestudier eller annan typ av ekonomisk värdering (exempelvis miljöskatter).

I den livscykelanalys av den svenska energisektorns miljöpåverkan som refererades ovan<sup>30</sup> användes en kombination av olika värderingsmetoder för att identifiera sektorns viktigaste miljöproblem, så kallade hotspots. Att använda flera metoder som utgår från olika värderingar gör att problematiken belyses från flera vinklar, och kan därmed ge ett något mer robust beslutsunderlag. Om ett problem identifierades som viktigt med någon av de värderingsmetoder som användes i studien<sup>31</sup> markerades det som en hotspot för sektorn. Metoderna visade ganska stor samstämmighet, och resultatet blev att resursförbrukning, ökad växthuseffekt, luftkvalitet och toxicitet var potentiella hotspots i sektorn<sup>32</sup>.

Detta resultat kan jämföras med de fyra miljömål som är särskilt utpekade för energisektorn, vilket kan ses som en annan bedömning av vilka mål som är viktigast. De fyra utpekade målen är *Begränsad klimatpåverkan*, *Frisk luft*, *Bara naturlig försurning* och *God bebyggd miljö*. Vikten av klimatfrågan överensstämmer då mellan bedömningarna, liksom luftkvalitetsfrågan.

---

<sup>28</sup> Se till exempel Udo de Haes et al, 2002 eller Pennington et al, 2004 för en fördjupad diskussion av detta

<sup>29</sup> En översikt över dessa ges i Udo de Haes et al, 2002

<sup>30</sup> Engström och Wadeskog, 2007

<sup>31</sup> De värderingsmetoder som användes var Ecotax 2002 (Finnveden et al, 2006), Ecoindicator 99 (Goedkoop & Spriensmaa, 2000) och EPS 2000 (Steen, 1999)

<sup>32</sup> Här omfattas hela påverkan från svenska energisektorn, och bedömningen är alltså inte begränsad till påverkan inom Sveriges gränser, som i avsnitt 6.1.



Resursförbrukningen, som i KTH-studien omfattade fossila bränslen samt uran, motsvaras närmast av det delmål under *God bebyggd miljö* som handlar om energieffektivisering och ökad andel förnybara bränslen. Det finns inget miljömål som handlar specifikt om minskad resursförbrukning. Däremot berörs resursfrågan i det energipolitiska målet om försörjningstrygghet och i ett av de grundläggande värdena i miljömålssystemet (*En god hushållning med naturresurser*).

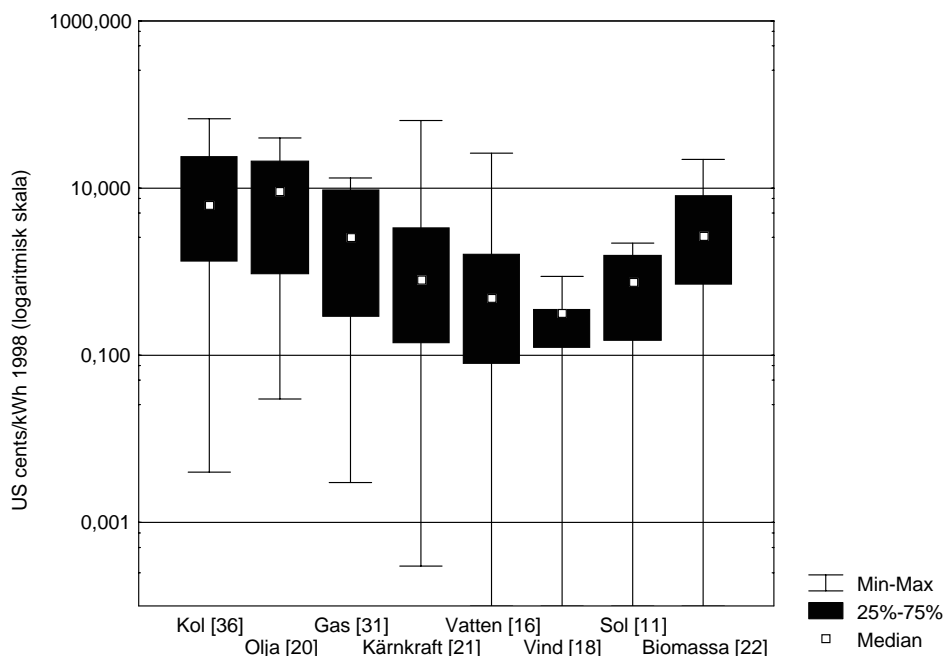
Skillnaderna mellan bedömningarna ligger i att försurning inte identifierades som en potentiell hotspot i KTH-studien, medan däremot toxicitet, som inte är ett utpekade miljömål för sektorn (närmast målet *Giftfri miljö*), gjorde det. Bedömningen att toxicitet är en potentiell hotspot vilar i KTH-studien på att sektorn använder mycket risk- och faroklassade kemikalier, där fossila bränslen ingår.

Tabell 6.3 visar en översikt över energisektorns miljöproblem och miljömål relaterade till dessa. Det går naturligtvis att diskutera vad som verkligen är problemet bakom de olika miljöproblemen. Detta gäller kanske inte minst förbrukning av ändliga resurser. I tabell 6.3 relateras problemen till de fem grundläggande värden som lyfts fram i miljömålsstrukturen (*Människors hälsa, Den biologiska mångfalden och naturmiljön, Kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena, Ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga, samt En god hushållning med naturresurser*).

Tabell 6.3: Miljöproblem och miljömål i energisektorn. Fet stil markerar de miljömål som är särskilt utpekade för energisektorn.

Grundläggande värde	Problem	Miljömål	Orsak	Substans/material
Människors hälsa, Den biologiska mångfalden och naturmiljön, Kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena, Ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga	Klimatförändring	<b>Begränsad klimatpåverkan</b>	Utsläpp av växthusgaser från förbränning av fossila bränslen	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , freoner
Människors hälsa	Allergier, sjuklighet i luftvägar, cancer mm	<b>Frisk luft</b>	Luftföroreningar från förbränning av fossila bränslen och biobränslen	CO, CH <sub>4</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , VOC, SO <sub>2</sub> , partiklar
Den biologiska mångfalden och naturmiljön, Kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena,	Ändrat pH i mark och vatten, inklusive nederbörd	<b>Bara naturlig försurning</b>	Luftföroreningar från förbränning av fossila bränslen, produktion av biobränslen	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
Människors hälsa, Den biologiska mångfalden och naturmiljön, Ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga	Förgiftning	Giftfri miljö	Användning av fossila bränslen	Olja, kol
Människors hälsa, Den biologiska mångfalden och naturmiljön	Ökad näringstillgång i mark och vatten	Ingen övergödning	Luftföroreningar från förbränning av fossila bränslen och biobränslen	NO <sub>x</sub>
En god hushållning med naturresurser	Minskade möjligheter för kommande generationer	<b>God bebyggd miljö</b>	Användning av ändliga resurser (fossila bränslen och uran)	Olja, kol, uran

Ytterligare en slags värdering av energisektorns miljöpåverkan är att redovisa externa miljökostnader för olika elproduktionstekniker (se figur 6.4)<sup>33</sup>. Enligt denna värdering har vindkraft lägst miljöpåverkan, följt av solceller och därefter vattenkraft. Biomassa är någorlunda jämförbart med naturgas.



Figur 6.4 Externa miljökostnader för olika elproduktionstekniker<sup>34</sup>. Siffrorna inom parentes visar det totala antalet studier som ligger till grund för kostnadsuppskattningarna för respektive produktionsteknik.

Mot bakgrund av de fakta som återgivits i avsnitt 6.1 och 6.2 är det Energimyndighetens bedömning att användning av fossila bränslen fortfarande är det mest angelägna problemet att komma tillrätta med inom energisektorn, inte enbart med avseende på klimatförändringar. De påverkar samtliga fyra miljömål som särskilt pekats ut för sektorn och fler därtill. Bland de förnybara elproduktionsteknikerna bör framförallt vind- och solkraft ägnas ytterligare intresse.

### 6.3 Hur kan miljöproblemen minskas?

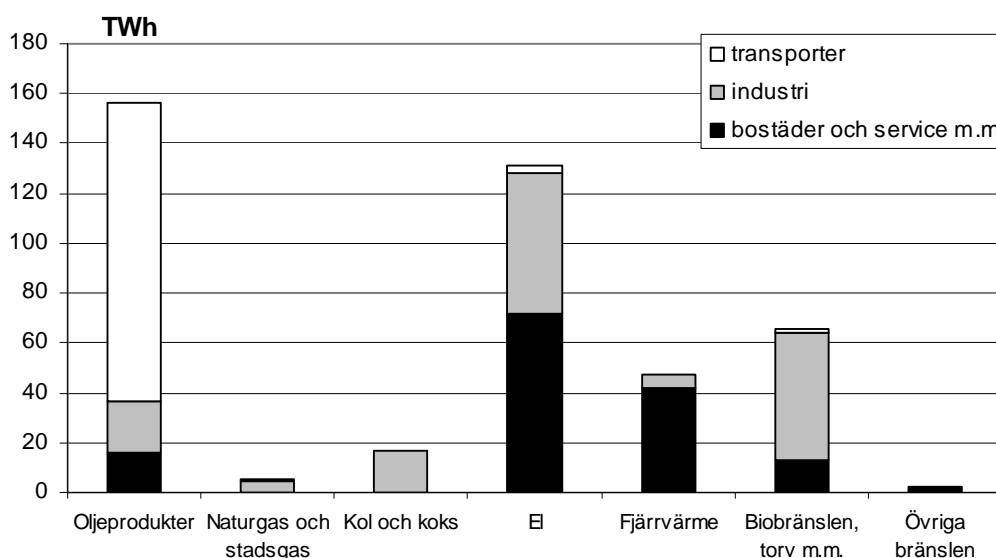
En minskning av ett miljöproblem kan göras på olika sätt och i olika led i kedjan. För att minska problem som orsakas av emissioner från förbränning av fossila bränslen kan man till exempel minska användningen av fossila bränslen. Detta kan göras genom att de ersätts med andra bränslen, genom att minska på de aktiviteter där bränslena används (exempelvis att köra mindre bil) eller genom att effektivisera processerna, så att man får samma nytta men använder mindre

<sup>33</sup> Externa miljökostnader är sådana kostnader som inte avspeglas i en varus pris.

<sup>34</sup> Michanek och Söderholm, 2006

bränslen. Man kan också förbättra förbränningsprocesserna så att de orsakar mindre skadliga emissioner. Vidare kan man åtgärda problemet där det uppstår, som exempelvis att kalka sjöar som blir försurade genom nedfall av SO<sub>2</sub> från förbränning av fossila bränslen. Kombinationer av olika typer av åtgärder är ofta nödvändiga.

I figur 6.5 visas användningen av olika energibärare per användarkategori I Sverige är skillnaden mellan transportsektorn och energisektorn relativt stor när det gäller fossila bränslen - användningen av olja i transportsektorn är större än användningen av samtliga fossila bränslen i de båda andra sektorerna. Så är inte fallet internationellt sett, utan fossila bränslen används ofta för en stor del av elproduktionen, samtidigt som biobränslen används i väsentligt lägre utsträckning än i Sverige.

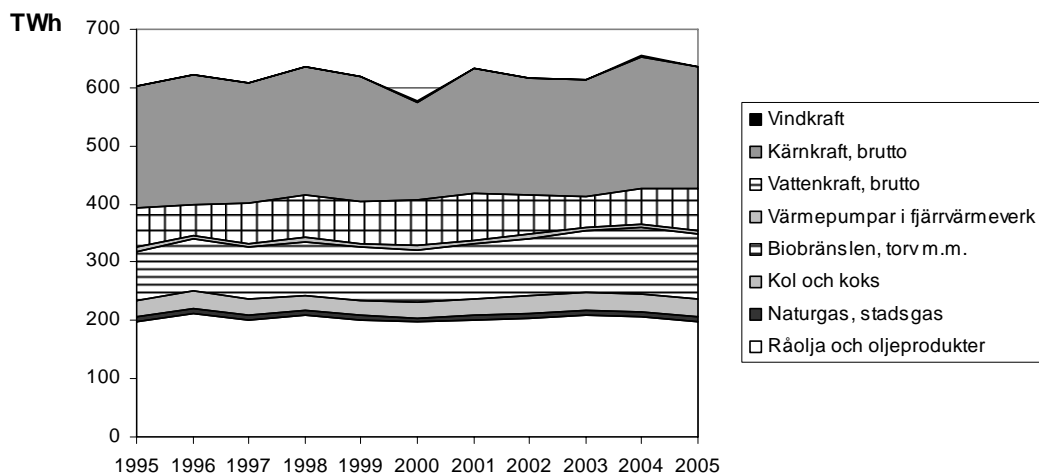


Figur 6.5. Slutlig användning i transporter, bostäder, service mm samt industri uppdelat på energibärare, TWh<sup>35</sup>

Figur 6.5 visar att fjärrvärme huvudsakligen används i bostäder, service mm, elanvändningen delas ungefär lika mellan industri och bostäder, service mm, medan biobränslen till övervägande del används av industrin. Elproduktionen i Sverige bestod 2005 till 45% av kärnkraft, 47% av vattenkraft och resterande del av fossil- och biobränslebaserad produktion och vindkraft, medan fjärrvärmeproduktionen till största delen baseras på biobränslen och avfall, med trädbränslen som enskilt största bränsle<sup>36</sup>. Figur 6.6 visar utvecklingen av energitillförseln under den senaste tioårsperioden. En sak som inte framgår ur de redovisade figurerna är en del av den energi som används nationellt exporteras i form av produkter som exempelvis stål.

<sup>35</sup> Energimyndigheten, 2006b

<sup>36</sup> Energimyndigheten, 2006a



Figur 6.6 Sveriges totala energitillförsel 1995-2005<sup>37</sup>

Möjligheten att komma tillrätta med miljöproblemen beror inte enbart på vilka aktörer som använder mest av de problematiska energibärarna, utan även i vilken mån dessa energibärare är utbytbara i respektive sektor. Sedan 1970 har tillförseln av råolja och oljeprodukter minskat med 47 % och andelen förnybara energikällor står nu för cirka en tredjedel av den svenska energiproduktionen (el och värme), vilket är relativt högt vid en internationell jämförelse<sup>38</sup>. I industrin har under de senaste decennierna en omställning skett från olja till el, samtidigt som industriproduktionen totalt sett har ökat väsentligt mer än vad energianvändningen har gjort<sup>39</sup>. Utvecklingen av den svenska energitillförseln och användningen går därmed i rätt riktning i många avseenden. Denna omställning är även fortsatt viktig att prioritera trots att den största användningen av fossila bränslen inte sker där utan i transportsektorn, i väntan på att resurseffektiva lösningar utvecklas och implementeras i transportsektorn.

## 6.4 Miljöproblem och miljömål

En hållbar utveckling anses vila på tre delar, ekologisk, ekonomisk och social utveckling. Miljömålssystemet utgör den ekologiska aspekten av hållbar utveckling i Sverige. Det bör poängteras att det svenska miljömålssystemet är just nationellt till sin natur och dessutom uteslutande fokuserar på den ekologiska delen av hållbar utveckling. Arbetet är trots de avgränsningar detta medför viktigt då det ligger till grund för miljöarbetet i det offentliga Sverige.

Avgränsningarna i stycket ovan medför en del krav. Dels följer miljöpåverkan inte nationsgränser, vilket kan innebära problem t ex genom måluppfyllelse i Sverige

<sup>37</sup> Energimyndigheten 2006b

<sup>38</sup> Energimyndigheten, 2006a

<sup>39</sup> Energimyndigheten, 2006a

till priset av en miljöpåverkan utanför nationens gränser. Dels uppkommer risken för målkonflikter gentemot de andra delarna av hållbar utveckling. Det kan jämföras med energisystemet som har många olika systemgränser, allt beroende på situation och frågeställning: ett fjärrvärmesystem är lokalt, elsystemet i någon mening europeiskt och oljehandeln till transporterna är global.

Den svenska miljömålsstrukturen vilar på fem grundläggande värden. Dessa värden återkommer i olika former inom den ekologiska aspekten av hållbar utveckling i Sverige, bland annat återfinns innebörden av de grundläggande värdena i miljöbalkens öppningsparagraf.

- Människors hälsa
- Den biologiska mångfalden och naturmiljön
- Kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena
- Ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga
- En god hushållning med naturresurser

## 6.5 Energisektorns utmaningar och miljömålen

Tre av dessa fem värden korresponderar väl med de problem som identifierats som energisektorns största utmaningar: *En god hushållning med naturresurser*, *Ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga* och *Människors hälsa*. Kopplingarna till de andra grundläggande värdena finns där även om påverkan kanske är mindre och inte lika uppenbar.

Energisektorns miljöutmaningar kopplar än svagare till de sexton miljö kvalitetsmålen, även de fyra som pekats ut för Energimyndigheten och dess verksamhet. De fyra målen: *Begränsad klimatpåverkan*, *Frisk luft*, *Bara naturlig försurning* och *God bebyggd miljö* motsvarar inte lika tydligt de identifierade miljöutmaningarna. Problematiken med förbrukningen av begränsade resurser hanteras endast delvis och indirekt i delmålet om energieffektivisering under *God bebyggd miljö*.

Det förutsätter då att man betraktar energieffektivisering som att man kan tillgodogöra sig samma, eller större, nytta med mindre energi, vilket alltså minskar energisektorns relativa miljöbelastning, även resursanvändning. Det finns dock inget miljö kvalitetsmål eller delmål som fokuserar på naturresurser generellt. Energieffektiviserings-delmålet berör bara energianvändningen inom bostäder och lokaler. Det betyder att det finns omfattande luckor med avseende på energisektorns resursproblematik inom dagens miljömålsstruktur.

Utsläppen till luft från energisektorn är väl omhändertagna i de emissionsinriktade miljö kvalitetsmålen: *Begränsad klimatpåverkan*, *Frisk luft*, *Bara naturlig försurning samt Ingen övergödning*. Den påverkan som i avsnittet om energisektorns miljöutmaningar benämns ”fotokemisk oxidation” hanteras inom

miljömålstrukturen främst av det övergripande miljömålet om hälsa. Det övergripande målet syftar till att fånga upp sådant som går på tvären genom flera av de sexton miljö kvalitetsmålen. Energisektorns luftutsläpp är ett bra sådant exempel som berör en handfull av miljö kvalitetsmålen men också i flera fall har hälsoaspekter.

### **6.5.1 Miljömålen och energi**

Trots att energi är en nyckelfaktor för att nå många av de mål som satts upp behandlas inte energisektorns miljöpåverkan på ett konsekvent och heltäckande sätt inom miljömålsstrukturen. Till detta skall läggas att energi i många fall är en nyckelfaktor för många av de mål som satts upp. I den sk Cardiff-processen görs gällande att miljö och miljöarbete skall utgöra en integrerad del inom samtliga samhällssektorer, alltså även energisektorn.

Energianvändning, inte minst inom transportsektorn, har stor påverkan på de miljö kvalitetsmål som reglerar halter och belastningar på luft, mark och vatten. Ansvaret för frågor om hushåll, konsumtion och energibeteende är fördelat på flera myndigheter och skulle vinna på ett gemensamt mål.

Framtida energisystem med förnybar energi har å sin sida bäring på landskapet och de mål som hanterar landskapets olika kvalitéter. Denna aspekt bedömer Energimyndigheten som alltmer viktig för framtiden.

### **6.5.2 Energisektorn och miljön**

Energimyndigheten anser att det är viktigt att energifrågorna blir en integrerad del i samhällsutvecklingen. Detta då alla samhällssektorer bör öka kunskaperna om energifrågornas betydelse för samhällsutvecklingen och de miljöeffekter som är förknippade med energitillförsel och energianvändning. En ökad kunskap om energisystemet och en helhetssyn på energifrågorna behöver också utvecklas.

Mot bakgrund av detta behöver energi utgöra en del av miljöarbetet på samma sätt som miljöarbetet skall integreras i energisektorn. En naturlig konsekvens av detta blir att energi behöver hanteras bättre inom miljömålsstrukturen. Då energifrågorna, som tidigare noterats, har relevans för de flesta av de sexton miljö kvalitetsmålen följer att ”energi” bör vara ett övergripande miljömål. Det betyder att inget av de sexton målen skall nås i konflikt med ett resurs- och energieffektivt energisystem med ökad andel förnybara energislag

Tabell 6.4 Grundläggande värden, miljö kvalitetsmål och övergripande miljömålsfrågor i miljömålssystemet.

Grundläggande värden	Miljö kvalitetsmål	Övergripande miljömålsfrågor
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Människors hälsa</li> <li>- Den biologiska mångfalden och naturmiljön</li> <li>- Kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena</li> <li>- Ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga</li> <li>- En god hushållning med naturresurser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begränsad klimatpåverkan</li> <li>- Frisk luft</li> <li>- Bara naturlig försurning</li> <li>- Giftfri miljö</li> <li>- Skyddande ozonskikt</li> <li>- Säker strålmiljö</li> <li>- Ingen övergödning</li> <li>- Levande sjöar och vattendrag</li> <li>- Grundvatten av god kvalitet</li> <li>- Hav i balans samt levande kust och skärgård</li> <li>- Myllrande våtmarker</li> <li>- Levande skogar</li> <li>- Ett rikt odlingslandskap</li> <li>- Storslagen fjällmiljö</li> <li>- God bebyggd miljö</li> <li>- Ett rikt växt- och djurliv</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kulturmiljö</li> <li>- Hälsa</li> <li>- Fysisk planering och hushållning med mark och vatten samt byggnader</li> <li>- <i>Energi?</i></li> </ul>

## 6.6 Energi som en övergripande miljömålsfråga

Ett övergripande miljömål om ”Energi” vilar i huvudsak på två delar, ett minimerat resursutnyttjande och ett optimerat energisystem.

Effektivisering minskar energibehovet per levererad nytta. Miljövinster kommer dock att se olika ut beroende på var effektiviseringen görs. Även de tidigare beskrivna retureffekterna kan förväntas skilja sig åt beroende på var i systemet effektiviseringar vidtas. En retureffekt på 30 % i konsumentled kan man också betrakta som att 30% återkopplar som en ökning i välfärd.

Energieffektivisering är det första steget mot ett minskat resursutnyttjande inom energisektorn. Potentialen är mycket stor och början mycket lätt att bära då en effektivisering också innebär minskade kostnader.

Effektiviseringen har dock sina begränsningar, så tillvida att graden av effektivisering främst påverkar hur mycket nytta det befintliga energisystemet kan leverera. Omfattningen av energisystemet bestäms i större grad av teknikutvecklingen. Teoretiskt finns ingen övre gräns för energisystemets storlek, men det krävs då att det uteslutande är baserat på flödande energi och med minimal miljöpåverkan från tekniken. Tidshorisonten för miljömålssystemet är en



generation, vilket innebär att det under miljömålssystemets tid fortfarande finns en begränsning för energisystemets totala omfattning.

I sammanhanget effektivisering är det också relevant att identifiera vad som är den verkliga nyttan. Är nyttan persontransport bör olika transportslag vägas mot varandra, är nyttan istället begränsad till transport i personbil, blir nyttan och de olika alternativen helt andra.

Optimeringen av energisystemet innebär att rätt energi skall användas på rätt sätt, dvs. att verkningsgrader och utbytbarheter skall beaktas i ett systemperspektiv snarare än sektoriellt. Även distribution och överföringar av energi, oavsett om det är transporter med båt eller bil eller ledningar och pipelines bör ingå i en sådan optimering. Därigenom får man en systemsyn som visar hur man bör behandla energin som resurs inom miljömålsstrukturen.

Optimeringen kan också innebära att val av bränsle eller energikälla ses över på tillförselsidan så att miljöpåverkan minimeras och att försörjningstryggheten ökas. Ur ett miljöperspektiv är det framför allt två delar att beakta: energikällan som sådan och insatsen som krävs för att tillgodogöra sig densamma. Ser man till energikällan så är flödande energi - sol, vind och vatten - att föredra framför den förnyelsebara bioenergin, vilken i sin tur faller bättre ut än fossila källor eller uran. Beaktas livscykeln är det mer komplicerat, då till exempel vattenkraft kan ha långtgående miljökonsekvenser lokalt. För att åstadkomma en hållbar utveckling behöver satsningar göras på förnybar och flödande energi, dock beaktande hela livscykeln. I dagsläget är vindkraften det energislag som har lägst miljöbelastning. Här, liksom i de andra delarna av energimålet, är en kombination av att tillämpa känd teknik och kunskap med fortsatt forskning och teknikutveckling nödvändig.

Ytterligare en aspekt är utformningen av själva systemet. Ett distribuerat elsystem med många små kraftkällor, exempelvis kraftvärme i bostadshus, ger ett mindre sårbart elsystem. Ett sådant system, inte helt olikt Internet i sin uppbyggnad, gynnas av enkel teknik och möjligheter till lokal försörjning av bränslen, en utveckling i linje med två av Miljömålsrådets scenarier<sup>40</sup> (scenario 1 och 2). Här gynnas sålunda vind, biobränslen och på sikt solenergi.

En annan väg att gå för tryggad försörjning är att söka utnyttja koldioxidavskiljning och därigenom på ett miljömässigt acceptabelt sätt komma åt jordens enorma kolreserver. Detta skulle medföra mer centraliserade och sårbara system. Staten har då en viktig roll dels för tillsyn och ansvar för sårbarheten, men också på en internationell arena då möjligheten till koldioxidavskiljning är en begränsad resurs som är geografiskt ojämnt fördelad. Detta är alltså en utveckling som kräver att staten kan ta en stark roll (framför allt i linje med scenario 3 av Miljömålsrådets scenarier).

---

<sup>40</sup> se avsnitt 6.7.2

Alltså föreslår Energimyndigheten att energi utpekas som en övergripande miljömålsfråga och att energifrågor beaktas inom allt miljömålsarbete i synnerhet med fokus på minimerat resursutnyttjande och ett optimerat energisystem.

## 6.7 Framtidens utmaningar

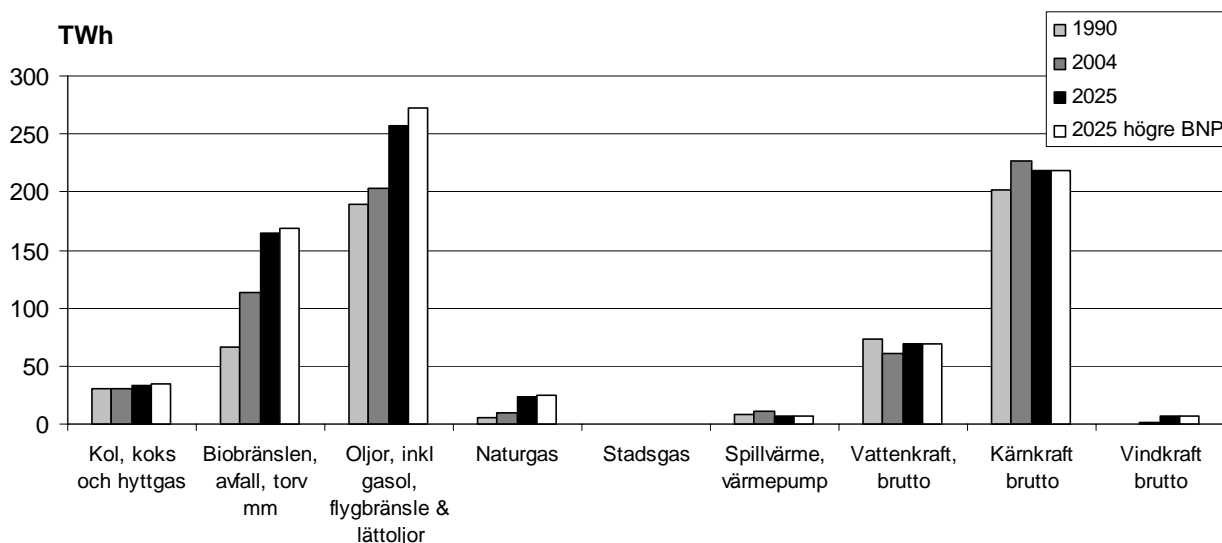
Hittills har detta kapitel huvudsakligen diskuterat energisektorns miljöutmaningar med utgångspunkt i dagsläget. För att kunna diskutera vilka utmaningar som väntar framöver behövs även en analys av hur framtiden kan förväntas se ut. En sådan analys kan göras på olika sätt beroende vilken fråga man är intresserad av. Ett sätt att se framåt är att göra en prognos. Energimyndighetens långsiktsprogno visar hur framtiden kan utvecklas med befintliga styrmedel i kombination med antaganden om exempelvis tillväxt samt pris på olja och utsläppsrätter. Prognoserna är ett resultat av många olika antaganden och bedömningar, vilka var och en är behäftade med osäkerhet. Resultaten behöver därför tolkas med detta i åtanke. I denna rapport använder vi oss av några olika framtidsscenarioer – ett par olika prognoser, samt några explorativa scenarioer (Miljömålsrådets scenarioer). Att använda sig av olika scenarioer ger förhoppningsvis ett mer robust beslutsunderlag. När miljömålen antogs var ambitionen att de skulle uppnås inom en generation, och denna tidshorisont är satt till 2020, utom för klimatmålet vilket löper till 2050.

### 6.7.1 Energimyndighetens långsiktsprogno

Figur 2.5 visar total tillförsel 1990, 2000 samt 2025 (prognos, två olika antaganden om BNP) enligt Energimyndighetens långsiktsprogno från februari 2007<sup>41</sup>. Enligt prognosen kommer tillförsel av fossila bränslen, biobränslen, kärnkraft och vindkraft att öka, medan vattenkraft och spillvärme kommer att minska. Användningen av el och fjärrvärme är lägre till följd av högre elpriser och ökad energieffektivisering. I kombination med att kärnkraften inte antas avvecklas under perioden fram till 2025 gör detta att exporten av el ökar. Till följd av lägre fjärrvärmeproduktion är användningen av naturgas något lägre. Biobränsleanvändningen antas dock öka, både för fjärrvärmeproduktion och inom industrin. Biobränslen gynnas även av elcertifikatsystemet. Den ökade användningen av olja i prognosen sker huvudsakligen på grund av ökad energianvändning för utrikes flyg och sjöfart. Transportsektorn berörs i prognosen inte av handeln med utsläppsrätter.

---

<sup>41</sup> Observera att den prognos som refereras här inte är densamma som används i arbetet med klimatmålet (Kontrollstation 2008). Den prognos som används i Kontrollstation 2008 fanns inte färdig för att kunna arbetas in i denna rapport.



Figur 6.7 Total tillförsel 1990, 2004 samt 2025 (prognos, huvudfall samt vid högre BNP än huvudfallet)<sup>42</sup>

Baserat på långsiktsprognoisen kan transportsektorn förväntas bli allt viktigare för möjligheten att uppnå miljömålet *Begränsad klimatpåverkan*. Givet de styrmedel som finns idag utvecklas transportsektorn inte i riktning mot uppfyllelse av klimatmålet, och ytterligare styrning kommer därmed att bli nödvändig för att målet ska nås.

I energisektorn (exklusive transporter) ökar istället de miljöfrågor som är kopplade till biobränslen och elproduktion i vikt. Vad gäller biobränslen finns aspekten med lokala luftkvalitetsproblem från småskalig biobränsleförbränning, samt eventuella problem som kan uppstå vid ökad produktion av biobränslen. En studie kopplad till långsiktsprognoisen har analyserat effekter från småskalig värmeproduktion på *Frisk luft*. Resultaten visar på minskande emissioner, förutom i ett scenario som beskriver en maximal trolig övergång till helved, utan styrning av pannbestånd. För detta scenario ges istället ökade emissioner för samtliga ämnen. På produktionssidan kan ett ökat uttag bidra med både positiva och negativa effekter för miljömålen *Levande skogar* och *Rikt odlingslandskap*, beroende på hur utvecklingen sker. Det blir därför angeläget att planera användning och produktion av biobränslen så att den sker på ett sätt som tar tillvara de positiva effekterna och minimerar de negativa.

Elproduktionen väntas även fortsättningsvis komma huvudsakligen från vattenkraft och kärnkraft. Vattenkraften har påverkan exempelvis på miljömålet *Levande sjöar och vattendrag*. Genom att kärnkraften i prognosen antas finnas kvar till 2025 kan dock trycket på att utöka vattenkraften hållas något lägre.

<sup>42</sup> Energimyndigheten, 2007.

Kärnkraften påverkar huvudsakligen miljömålet *Säker strålmiljö*, eftersom det inte finns något miljömål som direkt omfattar användningen av uran som ändlig resurs.

Det kan även vara intressant att diskutera vad som enligt långsiktsprognoisen inte kommer in i energisystemet. Vindkraften väntas öka, men när enligt denna prognos inte upp till de 10 TWh som planeringsmålet för vindkraft ska skapa utrymme för. Det bör dock påpekas att vindkraften är mycket känslig för vilka antaganden som görs om priser, och det är därmed osäkert hur mycket vindkraft som kommer att finnas i systemet. Något som inte får tillräckligt genomslag för att synas i prognosen är solvärme och solel. För att dessa energikällor ska komma in på marknaden i större utsträckning kommer alltså ytterligare ansträngningar att behövas.

I ljuset av denna långsiktsprognois bedömer Energimyndigheten att det finns några områden som blir särskilt angelägna för fortsatt analys. Dessa är transporter, biobränsletillförsel och elproduktion. Transporter är inte i huvudfokus i sektorsrapporten, eftersom frågan behandlas utförligt dels i Kontrollstation 2008 (klimatmålet) och dels i åtgärdsstrategin för effektivare energianvändning och transporter.

### 6.7.2 Miljömålsrådets scenarier

Vid sidan av prognoser kan även andra typer av scenarier användas för att diskutera utvecklingen. KTH har för Miljömålsrådets räkning tagit fram fem scenarier, till hjälp för den fördjupade utvärderingen av miljömålen<sup>43</sup>. Ett av dessa är ett referensscenario som är en sammanställning av offentliga prognoser, däribland Energimyndighetens långsiktsprognois från 2004<sup>44</sup>. De fyra övriga scenarierna är så kallade explorativa scenarier. KTH delar in typer av scenarier enligt vilken fråga de svarar på. Ett referensscenario svarar på frågan *vad kommer att hända*, medan explorativa scenarier svarar på frågan *vad kan hända*. De explorativa scenarierna är utvecklade med hjälp av ett så kallat scenariokors, bildat av två olika dimensioner på varsin axel, som i kombination ger fyra scenarier. Figur 6.8 visar scenariokorset med några av de faktorer som kan tänkas påverka energisektorn inlagda.

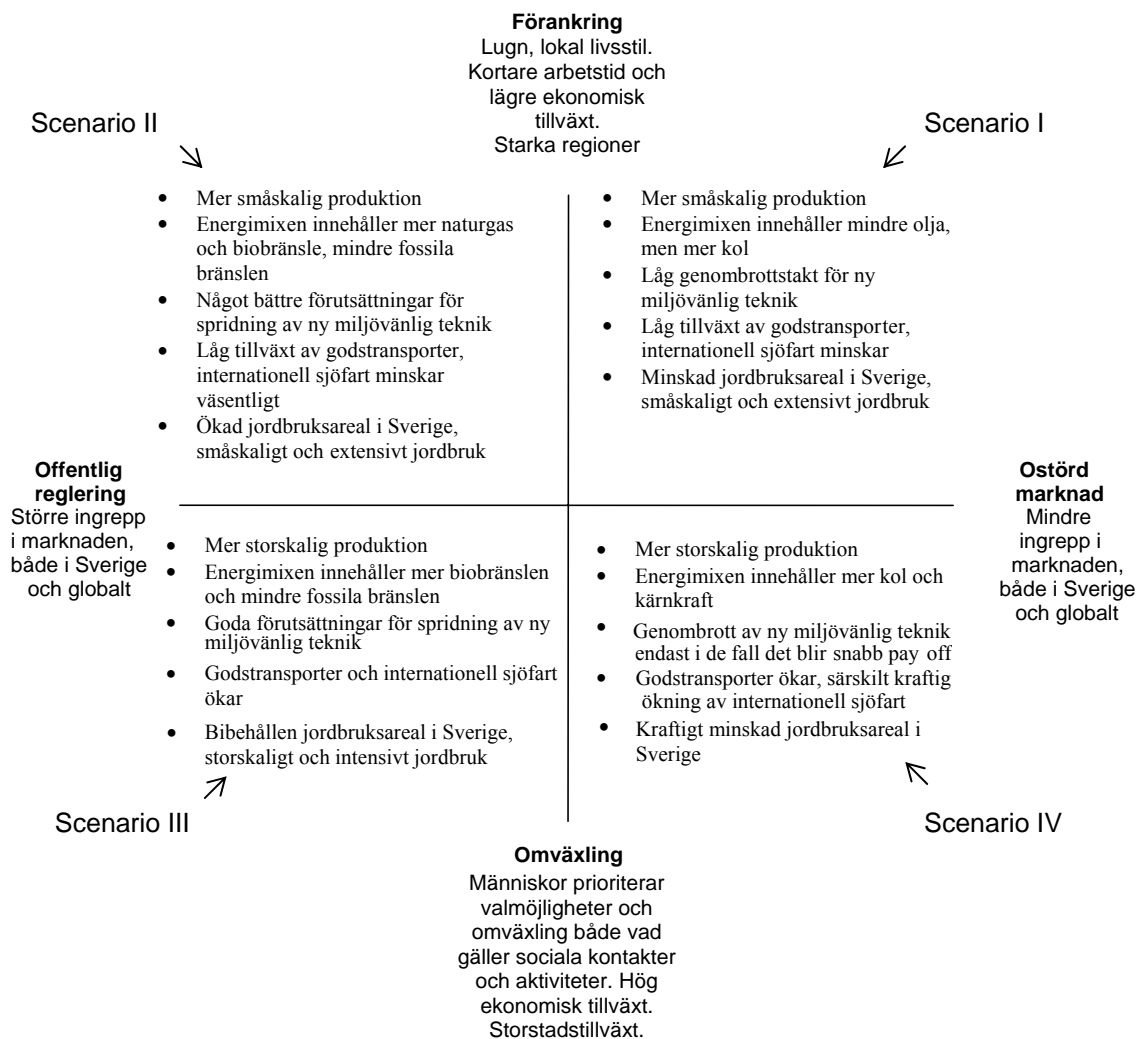
Den ena dimensionen handlar om vilken acceptans som finns för styrning i samhället, där det i den ena extremen finns god möjlighet till styrning medan det i den andra finns mycket litet utrymme. Den andra dimensionen rör vad människor uppskattar i sitt dagliga liv, i det ena fallet uppskattar man sin närmiljö och är förankrad i den, medan man i det andra fallet prioriterar omväxling och valmöjligheter och en mer globaliserad livsstil. Scenario I blir då ett scenario där

---

<sup>43</sup> Engström et al, 2006

<sup>44</sup> Energimyndigheten och Naturvårdsverket, 2004. Den senaste prognosen fanns inte tillgänglig vid den tidpunkt då KTH:s referensscenario togs fram. Några skillnader mellan de två prognoserna har nämnts tidigare i detta stycke.

människor uppskattar och är förankrade i sin närmiljö, och där det finns små möjligheter till statlig styrning. Även i scenario II har människor en lokal livsstil, men här är möjligheterna till styrning goda. I scenario III prioriterar man valmöjligheter högre än lokal förankring, och goda möjligheter till styrning finns. Scenario IV, slutligen, är ett scenario med globaliserad livsstil och små möjligheter till styrning.



Figur 6.8 Scenariokors med fyra explorativa scenarier (Miljömålsrådets scenarier<sup>45</sup>) som kompletterar referensscenariot vilket förenklat kan anses ligga i origo.

<sup>45</sup> Engström et al, 2006

Snarare än att analysera hur troligt det är att dessa explorativa scenarier inträffar, är poängen med dem att de ska användas för att tänja tänkandet och analysera robustheten i föreslagna åtgärder och styrmedel. Med hjälp av scenarierna kan man alltså ställa sig frågan: hur påverkas sektorn vid en omvärldsutveckling av detta slag? Scenarierna får ses som huvudsakligen frikopplade från nuvarande utveckling och politik, men en analys av alternativa utvecklingar kan ändå ge nya insikter i hur myndigheten eller andra aktörer i sektorn skulle kunna arbeta för en omställning till ett hållbart energisystem. Nuläget innehåller element av de olika utvecklingarna i olika utsträckning, och en analys av alternativa scenarier ger möjlighet att identifiera nya sätt att arbeta både i nuläget och att ha beredskap i händelse av att någon trend förstärks. KTH anger inte hur extremt dimensionerna bör tolkas. Om man under analysen antar ett mycket långtgående perspektiv kan man sedan i spannet mellan extremfall och dagsläge hitta lägen som kan komma att förverkligas, och där man då har beredskap genom att även ha funderat över de mest extrema alternativen.

På vilket sätt kan då de föreslagna omvärldsutvecklingarna påverka energisektorn? En första reflektion är att många faktorer som rör energisektorn redan är fastlagda i scenarierna, exempelvis inriktning på energitillförsel (om än ej exakta mängder eller kvoter). Trots detta finns det användbara inslag i scenarierna. Det är exempelvis utmanande att fundera över hur en omställning av energisystemet skulle kunna komma till stånd i ett samhälle med mycket låg acceptans för styrning av marknaden. Det kan även vara användbart att fundera över vilka konsekvenser det kan få om människor värnar mycket starkt om sina lokala omgivningar, respektive om de inte bryr sig särskilt mycket om dem. Här följer ett kort resonemang kopplat till vart och ett av de fyra explorativa scenarierna.

#### *Scenario 1, förankring / fri marknad, kort beskrivning:*

I detta scenario antas att människor lever en mer lokal livsstil. De prioriterar tid framför pengar, vilket gör att tillväxten är något lägre än i referensscenariot. Det är en låg grad av statlig reglering. Eftersom det finns ett stort intresse för lokala frågor sköts vissa samhällsfunktioner istället på privat basis (t ex byalag), exempelvis viss samhällsplanering. Antaganden om energisystemet är att det används mindre olja men mer kol än i referensscenariot. Elsystemet ser ut som i referensscenariot.

#### Betydelse för energisektorn:

Vid en omvärldsutveckling som denna blir konsumtionen något lägre, eftersom människor har förhållandevis mindre pengar att röra sig med. Till följd av det kan hushållens indirekta energi (för produktion av de varor som konsumeras) minska. Å andra sidan har man en låg genombrottsakt för ny, energisnålare, teknik. Det finns mer småskalig industriproduktion vilket kan medföra något högre energianvändning per producerad enhet (inga stordriftsfördelar), men också möjlighet till kortare transporter då människor handlar mer lokalproducerade

varor. Även om det finns mycket små möjligheter till styrning i detta scenario kan man tänka sig att det finns acceptans för att i viss mån stödja sådana initiativ som ligger väl i linje med människors prioriteringar. Det skulle kunna omfatta att stödja utveckling av energisnål teknik för småskalig produktion eller lokal självförsörjning av el och värme. Lokala konflikter kring mark- och vattenanvändning kan uppstå, då man kan tänkas vilja använda dem för olika produktionsändamål och för rekreation. Om lokalproducerade livsmedel får stort genomslag kan det inverka på möjligheten att producera biobränslen. Samverkansprocesser kan behövas för att stödja etablering av vindkraft, så att inte ”Nimby-effekten” tar överhand<sup>46</sup>. Lokalt delägarskap kan vara en framkomlig väg.

#### *Scenario II, förankring / reglering*

Också i scenario II antas att människor lever en mer lokal livsstil, och prioriterar tid framför pengar. Tillväxten är alltså något lägre än i referensscenariot. Det finns dock goda möjligheter till styrning. Energisystemet innehåller mer naturgas och biobränslen än referensscenariot. Elsystemet ser ut ungefär som i referensscenariot, men som en konsekvens av en stor möjlighet till styrning använder kraftvärmens avfall eller biobränsle samt naturgas för topplast.

Betydelse för energisektorn:

Liksom i scenario I blir konsumtionen något lägre, och hushållens indirekta energi (för produktion av de varor som konsumeras) kan minska. Genombrottsakt för ny, energisnålare, teknik är relativt hög. Trots småskalig industriproduktion och avsaknad av stordriftsfördelar finns därmed möjlighet till energieffektiv produktion med hjälp av ny, energisnål teknik för produktion och korta transporter. I ett samhälle där det finns stor acceptans för styrning kan människor tänkas vara mindre intresserade av att ta ett långtgående eget ansvar. Styrmedel av typen information och rådgivning kan därför tänkas vara mindre framgångsrika i ett sådant scenario. Istället ökar betydelsen av reglering och tillsyn, och den lokala och regionala nivån stärks troligen i förhållande till nationell och internationell nivå. Statligt ägande ökar troligtvis också i betydelse, och driften av dessa verksamheter får stor betydelse för utvecklingen i sektorn.

#### *Scenario III, omväxling / reglering*

I detta scenario är tillväxten hög, identiteten starkare kopplad till konsumtion, och människor prioriterar valmöjligheter och omväxling både vad gäller sociala kontakter och aktiviteter. Resandet ökar troligtvis, liksom godstransporterna. Energimixen innehåller mer biobränslen och mindre fossila bränslen. Ny, miljövänlig teknik får snabbt genomslag. Elmixen ser ut ungefär som i referensscenariot, men som en konsekvens av en stor möjlighet till styrning använder kraftvärmens avfall eller biobränsle samt naturgas för topplast. Vattenkraften byggs också ut något.

Betydelse för energisektorn:

---

<sup>46</sup> Not in my backyard

Energianvändningen ökar troligtvis mer än i referensscenariot på grund av hög produktionsnivå och mycket resande och transporter. Det finns goda möjligheter att stödja miljövänlig energiproduktion, samt att ge stöd för utveckling av nya produktionsmetoder. Med ambitionen att upprätthålla en hög produktionsnivå med miljövänlig energi krävs även insatser för ökad energieffektivitet. Liksom i scenario II finns troligen litet intresse för frivilliga lösningar som bygger på eget ansvar hos privatpersoner och företag. Istället anses staten ha ansvar för att åstadkomma önskvärda förändringar, och betydelsen av reglering och tillsyn ökar. Då det statliga ägandet troligtvis är stort blir detta en viktig kanal för att driva på en önskvärd utveckling. Virtuella alternativ till fysisk förflyttning, såsom videokonferenser mm, kan stimuleras för att minska resandet.

#### *Scenario IV, omväxling / fri marknad*

Liksom i scenario III är tillväxten och konsumtionen hög i detta scenario, och människor prioriterar valmöjligheter och omväxling på en internationell arena. Resandet ökar troligtvis, liksom godstransporterna. Energimixen innehåller mer kol och kärnkraft jämfört med referensscenariot. Det är en låg grad av statlig reglering.

#### *Betydelse för energisektorn:*

Energianvändningen är hög på grund av hög produktionsnivå och mycket resande och transporter. Troligtvis är ökningen även större än i scenario III, då små möjligheter finns till statlig styrning. Hur mycket energi som används respektive vad som investeras i ökad energieffektivitet beror huvudsakligen på energipriserna. Då det svenska jordbruket (livsmedelsproduktion) väntas minska kraftigt i detta scenario finns utrymme för ökad bioenergiproduktion i den mån detta är kostnadseffektivt. Det finns litet utrymme för statlig styrning, men initiativ från konsumentgrupper, NGOs och entreprenörer som lyckas hitta kommersiellt framgångsrika alternativ till miljöstörande aktiviteter kan stödjas. Internationellt samarbete vad gäller kvalitets- och miljömärkning och kontroll av etiskt riktig produktion är ett annat arbetssätt som kan användas.

#### *Diskussion*

Den dimension i scenarierna som handlar om styrning är utmanande för en myndighet, då man i extremfallet med låg grad av styrning måste tänka sig att det finns mycket små möjligheter att arbeta så som myndigheter traditionellt har gjort. Det är också troligt i sådana fall att myndigheter har väsentligt mindre resurser än i nuläget, och resursintensiva satsningar är då inte möjliga. Här blir istället stöd till frivilliga initiativ desto viktigare och då blir den andra dimensionen, som rör vad människor prioriterar i sina liv, intressant. I ett fall då människor blir alltmer globaliserade får man tänka sig att även marknaderna blir det. Ett huvudsakligt arbetssätt måste då bli att stödja initiativ som lyfter fram hållbara alternativ, exempelvis genom internationella kvalitets- och miljösäkringssystem. Internationella överenskommelser, initiativ till certifiering och information och rådgivning kring detta blir tänkbare arbetssätt. Denna trend ser i nuläget ganska trolig ut. I ett fall då människor ser stort värde i sitt lokala sammanhang måste arbetssättet bli ett annat. Ett scenario med lokal försörjning av el och värme ser



kanske avlägset ut, men trenden mot lokalproduktion finns exempelvis på livsmedelsområdet (kanske starkare i andra länder än i Sverige än så länge). En utveckling mot ökad rädsla för terrorism kan komma att ändra på dagens globaliseringstrend till förmån för lokala lösningar och det är då viktigt att hitta arbetssätt som fungerar i ett sådant samhälle. Detta kan innebära att stödja utveckling av småskalig energisnål produktionsteknik och lösningar som tar tillvara lokala energiresurser.

Baserat på miljömålsrådets scenarier kan man dra slutsatsen att olika typer av styrmedel kan fungera olika väl vid olika slags omvärldsutveckling. Storskaliga lösningar kan fungera bra under viss typ av utveckling, men sämre under andra omständigheter. Ekonomiska incitament styr effektivt i vissa fall, medan människor i andra fall sätter andra värden högre. Frivilliga initiativ och överenskommelser är i vissa fall verkningsfullt och i andra fall betydligt svårare att använda. I själva verket är samhällsutvecklingen en mix av olika slags utveckling på olika områden och det behövs därmed en blandning av olika sätt att styra, och analys av hur olika typ av styrning kan samverka på effektivast möjliga sätt. Likaså behövs en beredskap för anpassning av styrmedel så att de rimmar med de omvärldsförändringar som sker, så att inte en myndighet låser sig till att enbart använda en viss typ av styrning. Ett aktuellt exempel på hur trender snabbt kan förändras är det intresse för klimatförändringar som vaknat i medierna under de senaste månaderna. Under sådan utveckling är det användbart med en strategi för att ta tillvara och stödja frivilliga initiativ bland privatpersoner och företag som vill bidra till att minska sin miljöpåverkan.

## **6.8 Slutsatser: energisektorns största miljöutmaningar**

Trots att fossila bränslen används i väsentligt lägre utsträckning i energiproduktion och industri i Sverige än vad som är fallet i andra länder är det dessa bränslen som ger upphov sektorns största miljöpåverkan. Vind- och solkraft har däremot låga externa miljökostnader och är ur det perspektivet att föredra framför andra förnybara elproduktionstekniker.

Enligt myndighetens prognoser ser energianvändningen totalt sett ut att öka under perioden fram till 2025. Särskilt användningen av fossila bränslen (framförallt för transporter) och biobränslen ökar. Miljöproblem kopplade till sådana bränslen är därmed angelägna utmaningar framöver. När det gäller utökat svenskt biobränsleuttag finns risk för negativ miljöpåverkan, men brukningssätt och uttagsnivåer är helt avgörande. En vaksamhet och god planering av resursuttaget krävs därför så att de positiva effekterna av biobränslen kan tas tillvara utan att miljön utarmas.

Det går dock inte att veta om framtiden utvecklas som i långsiktsprognozen. Hur utvecklingen kommer att ske går inte säkert att förutsäga, men några alternativ ges i Miljömålsrådets fyra explorativa scenarier. De ger grund för att analysera vilka styrmedel som kan fungera vid olika typer av omvärldsutveckling. Om

människors acceptans för stark styrning minskar, måste andra vägar tas för att uppnå miljömålen. En styrning som kan fungera i sådana lägen bör då vara mer indirekt, och ta vara på frivilliga initiativ. Sådana lösningar kan med fördel tas tillvara även då möjlighet finns för starkare styrning. En kombination av olika typer av styrmedel behövs alltså för en robust styrning mot minskad miljöpåverkan.

## 6.9 Referenser

Energimyndigheten, 2006a. Energiläget 2006

Energimyndigheten, 2006b. Energiläget i siffror 2006, tabellbilaga.

Energimyndigheten, 2007. Långsiktsprogos 2006 – enligt det nationella systemet för klimatrapportering. ER 2007:2.

Energimyndigheten och Naturvårdsverket, 2004. Prognoser över utsläpp av växthusgaser - Delrapport 1.

Engström, R. och Wadeskog, A., 2007. Environmental impact from a sector: Production and consumption of energy carriers in Sweden. *Progress in Industrial Ecology* 3(5):451-470

Engström, R., Höjer, M. och Dreborg, K.-H., 2006. Omvärldsscenarioer till miljömålsarbetet - Underlag till arbetet med den fördjupade utvärderingen 2008.

Finnveden, G., Eldh, P. and Johansson, J., 2006. Weighting in LCA based on ecotaxes. Development of a mid point method and experiences from a case study. *International Journal of LCA* 11 (1):81-88.

Goedkoop, M. and Spriensma, R., 2000. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report, third edition. PRé Consultants B.V., Amersfoort.

Michanek, G. och Söderholm, P., 2006. Medvind i uppförsbacke! En studie av den svenska vindkraftspolitiken. Rapport till Expertgruppen för miljöstudier (2006:1).

Paulrud, S., Backman, H., Segersson, D, Gustafsson, T. och Ringsberg, H., 2007. Framtidsscenarioer för emissioner från småskalig värmeproduktion. SMED Rapport Nr 7 2007.

Pennington, D. W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E. W., Joliet, O., Rydberg, T. and Rebitzer, G., 2004. Life Cycle Assessment (Part 2): Current Impact Assessment Practise. *Environment International* 30:721-739.

Steen, B., 1999. A Systematic Approach to Environmental Priority Strategies in Product Development (EPS). Version 2000 - Models and data of the default method. CPM, Chalmers, Göteborg.

Udo de Haes, H. A., Finnveden, G., Goedkoop, M., Hauschild, M., Hertwich, E. G., Hofstetter, P., Jolliet, O., Klöpffer, W., Krewitt, W., Lindeijer, E. W., Müller-Wenk, R., Olsen, S. I., Pennington, D. W., Potting, J. and Steen, B., 2002. Life-Cycle Impact Assessment: Striving Towards Best Practise. SETAC-Press, Pensacola, Florida.



## **7 Energimyndighetens arbete lokalt, regionalt och internationellt**

**Den regionala och lokala nivån är betydelsefull i arbetet för att ställa om energisystemet så att det blir långsiktigt hållbart och så att de energirelaterade miljömålen kan nås. Det finns ett flertal aktörer regionalt och lokalt som har olika roller, uppgifter och som tar olika initiativ på energiområdet.**

**Betydelsen av ett utvecklat regionalt och lokalt energiarbete har under senare tid uppmärksammats mer. Detta utvecklingsområde tar upp hur strategiskt energiarbete på kommunal, mellankommunal och regional nivå kan utvecklas. Samverkan, planering, kompetenshöjning och att ta ett samlat grepp är då viktiga aspekter.**

**Inom EU bedrivs ett mycket omfattande arbete inom energiområdet. Energifrågorna hanteras inom kommissionen av direktoratet för transport och energi (DG TREN). Formellt sett finns ingen gemensam energipolitik inom EU, men det sker en ökad samordning mellan medlemsstaterna på många områden. De gemensamma åtgärder som har vidtagits inom energiområdet har framför allt utvecklats inom ramen för den inre marknaden och som en del av gemenskapens miljöpolitik. I förslaget till konstitution för Europa har energi tillkommit som ett nytt politikområde med delad kompetens mellan unionen och medlemsstaterna.**

### **7.1 Lokalt**

Kommunerna har ett flertal viktiga energiuppgifter, allt från rådgivning och tillsyn till fastighetsförvaltning. De är centrala i att vara en pådrivande lokalt i energiarbetet. Ett verktyg i kommunens strategiska arbete är den kommunala energiplaneringen.

Lagen om kommunal energiplanering, som tillkom redan på 1970-talet, innebär att alla kommuner ska ha en plan för tillförsel och användning av energi. Kompletteringar av lagen har stärkt kopplingen till miljön. Krav på miljöbedömning av energiplaner har nyligen införts, vilket innebär att samråd ska ske med länsstyrelsen. Energimyndigheten har tillsyn över kommunal energiplanering.

Många kommuner saknar idag en aktuell energiplan och många planer fungerar inte som grund för en strategisk planering. Intresset för kommunal energiplanering har också tidvis varit svagt, både från kommuner och statliga

myndigheter, bl.a. för att kommunens möjligheter att påverka på vissa områden är begränsade.

Ett nytt intresse för energiplaneringen har märkts under senare tid som en följd av ett ökat intresse för energi- och klimatfrågor, men också för att man ser ett positivt värde i planeringen som en process där man kan förutse problem och få en handlingsberedskap. Genom att lägga större vikt vid målstyrning med uppföljning och utvärdering har samtidigt de nya energiplanerna blivit mer funktionella. Flera har pekat på behovet att se över och förbättra den kommunala energiplaneringen och dess lagstiftning.

Utveckling av kommunernas strategiska energiarbete sker idag genom olika initiativ, även utanför den kommunala energiplaneringens ram. Statliga myndigheter är med och stödjer sådant arbete. Energimyndigheten driver programmet Uthållig kommun under 2003–2007. Energimyndigheten vill lyfta fram arbetssättet som en långsiktig satsning för att utifrån energisektorn bidra till en hållbar utveckling lokalt och därmed även regionalt och nationellt.

Klimatkommunerna är ett nätverk med nu ett 20-tal kommuner som arbetar aktivt med att minska utsläppen av växthusgaser. I anslutning till Klimp, de lokala klimatinvesteringsprogrammen, har Naturvårdsverket stött klimatkommunerna. För närvarande stödjer Naturvårdsverkets mindre kommuners arbete med att ta fram klimatstrategier, bl.a. via klimatkommunerna. Klimp i sig har bidragit till att utveckla det klimatstrategiska arbetet i många kommuner.

### **7.1.1 Uthållig kommun**

Sveriges kommuner är nyckelaktörer i arbetet för att ställa om energisystemet så att det blir ekonomiskt och ekologiskt långsiktigt hållbart. Därför driver Energimyndigheten programmet Uthållig kommun under åren 2003-2007. En andra programperiod planeras.

Fem kommuner deltar: *Borås, Solna, Ulricehamn, Vingåker* och *Örnsköldsvik*. Under den kommande programperioden finns det möjlighet för ytterligare 20 kommuner att delta. Programmet är unikt bland annat genom att det sätter in energiomställningen i ett vidare samhälleligt perspektiv. De fem kommunerna har valts ut för att de har kunnat visa att de har förutsättningar för god samverkan inom kommunen, och med det lokala näringslivet.

Processen styrs av kommunernas egna initiativ och krafter. Energimyndigheten bistår med omvärldsanalyser, kunskapsuppbyggnad, metodstöd och löpande erfarenhetsutbyte mellan deltagande kommuner. Vi sprider även kunskaper till kommuner som inte är med i programmet.

### *Energi som språngbräda*

Sveriges kommuner har ett långsiktigt lokalt ansvar för att i samspel med medborgare och näringsliv forma ett samhälle som är hållbart ur såväl ekonomiskt, socialt som ekologiskt perspektiv. Kärnverksamheterna i kommunens hägn handlar förstås om skola, vård och omsorg. Men kommunerna har också en mängd andra uppgifter inom exempelvis samhällsplanering, miljöövervakning och lokal näringslivsutveckling.

Energifrågor tillhör inte kärnverksamhet för särskilt många i samhället. Men i samtliga verksamheter används energi, vilket ofta ger en betydande påverkan på både ekonomin, den yttre miljön och på sociala aspekter av verksamheten. En ambition med Energimyndighetens program Uthållig kommun är att lokala aktörer aktivt och strukturerat ska söka nå egna och samhälleliga mål genom att vidta kloka åtgärder i energisystemet.

Exempel på konkreta resultat är företag som tack vare kommunens initiativ kunnat förbättra såväl ekonomi och ”miljöprofil” genom att investera i energieffektiv teknik. Det kan vara boende och företag som vunnit ekonomi och resurseffektivitet genom att vara med i en bilpool. Det handlar också om metoder för kommunal samhällsplanering som utvecklas för att hantera energi- och transportsektor på ett klokare sätt.

De fem deltagande kommunerna är sinsemellan väldigt olika ur många aspekter. De har valt olika områden för sina satsningar och olika arbetssätt, allt utifrån egna geografiska, lokalpolitiska och personella förutsättningar. Samverkansprocesser på lokal nivå är ett bärande element i hela programmet – samverkan mellan kommun och näringsliv, mellan kommunala förvaltningar etc.

Det finns några gemensamma drag hos de olika kommunernas arbete. Först och främst är det just inslaget av samverkan och nätverk på lokal nivå. Att få konkret samverkan till stånd är ofta en lång och omfattande process, men redan nu, efter tre år, vittnar flera av kommunerna om nya dörrar och nya perspektiv som öppnats genom olika samverkansformer. Exempelvis har kommuner tagit initiativ till samverkan med näringslivet i olika former. Andra initiativ har varit större diskussionsmöten med kommunens politiker och ledande tjänstemän om energi- och miljörelaterade satsningar.

Ett gemensamt drag är den politiska förankringen. I samtliga fall är engagemanget inom ramen för Uthållig kommun en angelägenhet för kommunens högsta ledning.

Flera av kommunerna anger att arbetet med Uthållig kommun blivit en tändande gnista eller en katalysator för att få till stånd nätverk med exempelvis lokalt näringsliv kring energifrågor, och för att öka samordningen mellan de olika kommunala förvaltningarna.

Programmet har bidragit till att kommunerna tagit ett tydligare grepp om energi- och transportfrågorna i sin övriga samhällsplanering.

#### *Samarbete staten – kommunerna*

Erfarenheterna visar att ett samarbete mellan stat och kommun inte alltid är så lätt. Staten blir lätt stereotyp i sin syn på kommunerna, varav samtliga i själva verket har sin unika särart. Detaljerade föreskrifter från statens sida skaver ofta. De är tänkta att passa en medelkommun, men någon sådan är svår att hitta.

Samarbetet mellan stat och kommun i programmet Uthållig Kommun förefaller emellertid gå bra. Uthållighetsarbetet har intensifierats i de deltagande kommunerna. Nya samarbeten inom kommunen, över de egna förvaltningsgränserna har startats, privata företag har på ett lönsamt sätt kommit med i arbetet, ny kunskap har utvecklats om energiplanering, energieffektivisering och om uthållighetsmålet i kommunens fysiska planering, m.m., m.m.

Så här mot slutet av programperiodens fem år förefaller det som att arbetet i programmet är väl konsoliderat och som om det finns anledning till optimism inför programmets fortsättning.

Uthålligheten har tre dimensioner: ekonomi, ekologi och sociala faktorer. Hittills har programmet i sin konsolideringsfas mest inneburit framgångar i den ekologiska dimensionen. Miljön har sparats genom åtgärder i energisystemet – energianvändningen har minskat i lokaler, bostäder och transporter.

Men inbrytningar i de två andra dimensionerna planeras. Redan har flera företag sparat pengar genom att effektivisera sin energianvändning. Pengar som kan användas produktivt, vilket innebär en framgång för sysselsättning och produktion i den berörda kommunen. Och i detta arbete har ett samarbete skett mellan den kommunala förvaltningen och olika företag – nya nätverk har bildats, grunden för fortsatt innovativ förmåga i det lokala näringslivet.

Varför har då programmet utvecklats positivt? Varför har i detta fall samarbetet mellan en statlig myndighet och kommuner gått bra? Vad är det som får oss att se positivt på programmets fortsättning?

- Programmet bygger på kommunernas egna initiativ. Det finns ingen uniform mall som ska tvingas på kommunerna, vilka samtliga har sina högst särpräglade förutsättningar och vitt skilda strategier i sitt uthållighetsarbete.
- Programmet är väl politiskt förankrat. De politiskt förtroendevalda i kommunen har medvetet valt att genomföra programmet. Både den politiska majoriteten och minoriteten för dagen stöttar arbetet. Först när en fråga blivit angelägen för kommunens politiker kan den drivas med kraft och uthållighet. Detta är fallet med Uthållig Kommun.



- Genuint ny kunskap utvecklas i programmet. Programmet startade utan färdiga lösningar. Meningen var att myndigheten tillsammans med kommunerna skulle utveckla den kunskap som skulle visa sig krävas för att utveckla programmet. Så har också skett. Inga färdiga lösningar finns, allt blir skräddarsytt för den aktuella situationen. Detta har oväntat visat sig framgångsrikt också i processhänseende. Tidigt kom forskare in i programmets kunskapsutveckling. Deras närvaro i kommunerna har tilldragit sig positiv uppmärksamhet och bidragit till att bredda och intensifiera arbetet.
- Projektet är inget kortsiktigt projekt bland andra projekt i tidens projektraseri. Programmet är långsiktigt, ett års förberedelser och fem års genomförande med förväntningar på lokala fortsättningar även efter programtiden. Programmet kräver långsiktig planering för att lyckas, vilket blir en del av dess framgång.
- Programmet passar lätt in i kommunernas övriga utvecklingsarbete. Det konkurrerar inte, eftersom kommunerna själva definierar arbetet. Passar det, kan aktiviteter hemmahörande i andra program, få uppträda i Uthållig Kommuns kläder, och vice versa.

#### *Uthållig kommun och miljömålen*

Utgångspunkten för programmet Uthållig kommun är inte med självklarhet de nationella miljömålen. Men flera av de deltagande kommunerna har ett aktivt arbete med lokala miljömål, utgående från de nationella och regionala målen. Deras arbete inom ramen för Uthållig kommun syftar delvis till att bidra till uppfyllelsen av miljömålen.

Angreppssättet inom uthållig kommun är som tidigare nämnts att med energifrågor som verktyg eller hävstång uppnå samhällliga mål. Det har visat sig vara en framgångsfaktor, som mycket väl skulle lämpa sig även för ett mer uttalat miljömålsarbete. Det vill säga att utifrån ett helhetsperspektiv använda sig av åtgärder inom miljö- och energiområdet för att uppnå angelägna mål. Exempelvis kan kommunen genom styrning av trafikflöden uppnå en bättre luftkvalitet m.m. och därigenom även uppnå exempelvis en bättre folkhälsa och en attraktivare boendemiljö.

Ett exempel på miljömålsinitiativ inom ramen för Uthållig kommun kan hämtas från Borås stad. Där genomfördes i oktober 2005 ett öppet forum för politiker. Rubriken var ”Miljön – bortglömd resurs, livsviktig framtidsfråga”. Diskussionerna fördjupades främst inom områdena trafik, öppet landskap och god boendemiljö. I det nyss påbörjade arbetet med revidering av miljömål för Borås hoppas berörda tjänstemän kunna bygga vidare på resultatet från det öppna forumet och få med fler politiker, tjänstemän och medborgare i samtalen.

Ett annat exempel är hämtat från Ulricehamns kommun. Bland de mål som är formulerade för arbetet mot en hållbar utveckling har kommunen följande mål för den ekologiska dimensionen:

***Omställning av dagens samhälle till ett ekologiskt samhälle.***

*Arbetet med att uppdatera kommunens Agenda 21 plan pågår, och det är därför inte relevant att ta med målen från den tidigare planen. I arbetet med uppdateringen utgår vi från de nationella miljömålen och det är därför troligt att vi i de flesta fall antar de nationella miljömålen.*

Sammanfattningsvis vill Energimyndigheten lyfta fram arbetssättet och inriktningen hos programmet Uthållig kommun som en långsiktigt framgångsrik satsning för att utifrån energisektorn bidra till en hållbar utveckling på det lokala – och därmed även det regionala och nationella – planet.

## **7.2 Regionalt**

Det arbete som Energimyndigheten bedriver har i många fall regional relevans. Regionala verksamheter som Energimyndigheten hittills varit delaktig i är framför allt: Finansieringen av regionala energikontor, främjandet av vindkraft och medverkan i Miljösamverkan Sverige, ett samarbete mellan länsstyrelserna på tillsynsområdet. Från 2006 har Energimyndigheten också ett allmänt uppdrag att stödja länsstyrelserna.

Det finns för närvarande 11 regionala energikontor. De har bildats genom samarbete mellan länsstyrelser, kommunalförbund, näringsliv och kommuner. Energimyndigheten stödjer energikontoren i enlighet med förordningen (1997:1322) Myndigheten delfinansierar deras verksamhet inom tre områden: Samordning av energirådgivning, regional energiaktör och energikompetens för regionen och projektverksamhet. Se vidare utvecklingsområdet Energirådgivning.

På senare tid har det strategiska energiarbetet på regional nivå intensifierats framför allt som en följd av att länsstyrelserna genom 2006 års regleringsbrev fått ett större ansvar i regionalt energiomställningsarbete, bl.a. genom en ny verksamhetsgren för omställning av energisystemet. Länsstyrelserna har utöver sina breda regionala uppdrag som bl.a. miljömålsuppdraget flera specifika energirelaterade uppdrag inom flera olika politikområden.

Inte minst miljömålsuppdraget har aktualiserat länsstyrelsernas roll i regionalt energistrategiskt arbete. I den senaste miljöpropositionen (2004/05:150) lyfts energi också fram som en viktig uppgift i regionalt miljömålsarbete. Där betonas även betydelsen av att regionala åtgärdsprogram tas fram för att nå miljömålen. I

några län har program och samverkansprocesser med bäring på energi som en följd av bl.a. detta initierats, däribland Dalarna.

### **7.2.1 Regionala energikontor**

Det finns för närvarande 11 regionala energikontor i Sverige. Energitkontoren har bildats genom samarbete mellan länsstyrelser, kommunalförbund, näringsliv och kommuner. De regionala energikontoren ska samordna de kommunala energikontoren och samarbeta med Energimyndigheten om kompetensutveckling av de kommunala energirådgivarna. Energimyndigheten stödjer energikontorens verksamhet som en del i arbetet för en effektiv energianvändning i enlighet med förordningen (1997:1322) Myndigheten finansierar deras verksamhet inom tre områden:

1. *Samordning av energirådgivning*  
Att samordna den kommunala energirådgivningen inom regionen genom nätverksträffar för de kommunala energirådgivarna, kompetensutveckling, gemensamma temasatsningar, mässor m.m.
2. *Regional energiaktör och energikompetens för regionen*  
Att vara regional energiaktör och inneha aktiv energikompetens inom regionen bland annat genom att bygga upp och administrera regionala nätverk inom områdena energieffektivisering och förnybar energi.
3. *Projektverksamhet*  
Att initiera och genomföra nationella, regionala och lokala projekt om energirådgivning, -effektivisering och förnybar energi samt att initiera och delta i EU-projekt inom dessa områden.

### **7.2.2 Främjande av vindkraft**

Som nationell expertmyndighet stödjer och underlättar Energimyndigheten en utbyggnad av vindkraften. Som ett led i detta arbetar Energimyndigheten med att höja kunskapsnivån om vindkraftens egenskaper och möjligheter. Energimyndigheten ska också vara pådrivande i det nationella arbetet med att främja vindkraften och deltar även i processen om att få etableringstillstånd, och beslut om riksintressen. Dessutom stödjer Energimyndigheten pilotprojekt i form av teknikutveckling och marknadsintroduktion i samverkan med vindkraftsbranschen.

Som sektorsmyndighet har Energimyndigheten löpande kontakter med länsstyrelser angående regionala planeringsmål för vindkraft. Energimyndigheten har även startat en översyn av områden av riksintresse för vindbruk. En anledning till att myndigheten, så snart efter första utpekandet av områden år 2004, vill genomföra en översyn är att Energimyndigheten nu har en ny vindkartering som medger helt nya möjligheter än vad som var känt 2003/04. Länsstyrelserna tillhandahåller underlaget för detta arbete. Dessutom erbjuder myndigheten återkommande utbildningar om vindkraft för länsstyrelsernas tjänstemän.

Energimyndigheten är även remissinstans för kommunala översiktplaner och behjälplig för länsstyrelserna i deras tillsyn.

### **7.2.3 Medverkan i Miljösamverkan Sverige**

Miljösamverkan Sverige är ett samarbete mellan länsstyrelserna som startade hösten 2005. Syftet med projektet är att utveckla och samordna länsstyrelsernas tillsynsarbete utifrån Miljöbalken. Projektet innehåller en rad delprojekt, varav ”energikartläggning” är ett. Energikartlägningsprojektet utgår från Miljöbalkens allmänna hänsynsregler, som bl. a. säger att företag ska hushålla med råvaror och energi och i första hand använda förnybara energikällor.

Delprojektet syftar till att utveckla formerna för hur energifrågor kan tas omhand i länsstyrelsernas tillsynsarbete gentemot företag och liknande verksamheter, ta fram en handledning för länsstyrelsernas miljöskyddshandläggare samt utbilda miljöskyddshandläggarna i energifrågor. Representanter från Energimyndigheten deltar som kunskapsstöd i energikartlägningsprojektet.

### **7.2.4 Intensifierat arbete på regional nivå**

Energimyndigheten har under 2006 initierat ett ökat samarbete med länsstyrelserna med anledning av den för länsstyrelserna nya verksamhetsgrenen ”Omställning av energisystemet”. Länsstyrelserna har välkomnat myndighetens initiativ till ett närmare samarbete. De har främst eftersökt utbildningsinsatser och kompetenshöjande insatser för den egna personalen. Därtill har några länsstyrelser framfört önskemål om länspecifika samarbeten i regionala projekt. Flera länsstyrelser har dessutom uttryckt att Energimyndigheten bör ha det övergripande samordningsansvaret av länsstyrelsernas och andra centrala myndigheters energiarbete. Diskussionen om framtida samarbetsformer och organisation kommer att fortgå under 2007.

Energimyndigheten kommer under 2007 även att medverka till genomförandet av den nationella strategin för regional konkurrenskraft och sysselsättning inom ramen för de regionala tillväxtprogrammen. Arbetet kommer även att innebära samarbeten med andra aktörer än länsstyrelser. Energimyndighetens arbete kommer att ske i samverkan med den aktör som har det regionala utvecklingsansvaret i länen.

## **7.3 EU**

Energimyndigheten bistår Regeringskansliet som expertmyndighet vid Sveriges förhandlingar inom EU med löpande analysarbete och mindre utredningsarbete. Energimyndigheten deltar i arbetsgrupper och kommittéarbete, vidare bistår Energimyndigheten Regeringskansliet i det arbete med energiscenarier som bedrivs inom EU.

Energimyndigheten främjar i samverkan med övriga berörda intressenter svenska aktörers deltagande i gemenskapens ramprogram för konkurrenskraft och innovation (CIP) och delprogrammet Intelligent energi – Europa (med områdena energieffektivisering i SAVE, förnybara energikällor i ALTENER, energianvändningen i transportsektorn i STEER), Energy Star-programmet samt den europeiska gemenskapens sjunde ramprogram för forskning och utveckling. Myndigheten har ett huvudansvar för delprogrammet Intelligent energi – Europa inom ramen för svenskt deltagande i gemenskapens ramprogram för konkurrenskraft och innovation (CIP).

Energimyndigheten deltar också inom sina verksamhetsområden i projekt inom ramen för EU:s program på energiområdet. .

Energimyndighetens arbete med det energipaket och den strategiska energiöversyn, meddelandet – ”Energipolitik för Europa”, med förslag till åtgärder för att få till stånd en ny europeisk energipolitik för att bekämpa klimatförändringen och främja energisäkerhet och konkurrenskraft i EU som kommissionen presenterade den 10 januari 2007 börjar egentligen efter det att kommissionen har gjort sin presentation. Arbetet kommer att utgöras av beredningshjälp till Regeringskansliet för de förslag som kommissionen presenterade och i arbetet med de rättsakter som kan komma som en följd av de förslag som finns i paketet.

### **7.3.1 Energifrågor inom EU**

Inom Europeiska kommissionen bedrivs ett mycket omfattande arbete inom energiområdet. Energifrågorna hanteras inom kommissionen av direktoratet för transport och energi (DG TREN). Formellt sett finns ingen gemensam energipolitik inom EU, men det sker en ökad samordning mellan medlemsstaterna på många områden. De gemensamma åtgärder som har vidtagits inom energiområdet har framför allt utvecklats inom ramen för den inre marknaden och som en del av gemenskapens miljöpolitik.

I förslaget till konstitution för Europa har energi tillkommit som ett nytt politikområde med delad kompetens mellan unionen och medlemsstaterna. Enligt den nya energiartikeln ska målet för unionens politik på energiområdet vara att garantera att energimarkanden fungerar, garantera energiförsörjningstryggheten och främja energieffektivitet och energibesparingar, samt att utveckla nya och förnybara energikällor. Detta ska ske inom ramen för den inre marknaden och med hänsyn till kravet på att bevara och förbättra miljön.

Kommissionen uttrycker sin målsättning och strategi inom energiområdet i ett antal Vitböcker och Grönböcker om förnybara energikällor, effektivare energianvändning, försörjningstrygghet, handel med utsläppsrätter med mera. Som verktyg för att förverkliga dessa strategier presenterar kommissionen förslag till nya rättsakter i form av t. ex direktiv; förordningar och beslut. Direktiv är

bindande till det mål som direktivet ska uppnå och syftar till att harmonisera medlemsländernas lagstiftning. Det är däremot upp till medlemsländerna att avgöra hur direktiven ska genomföras i den nationella lagstiftningen eller i andra nationella regler. Förordningar är bindande och gäller samtidigt och på samma sätt i alla medlemsländer. Beslut är bindande endast för den eller de som beslutet riktar sig till.

De frågor som ligger inom ramen för Energimyndighetens uppdrag handhas främst av generaldirektoratet för transport och energi. Men även generaldirektoraten för miljö, forskning och innovation, samt konkurrens utarbetar viss relevant lagstiftning.

Förutom rättsakterna så har kommissionen också skapat en rad program för att implementera de strategier och målsättningar som presenterats, t. ex 7:e ramprogrammet för forskning och utveckling och CIP där Intelligent energi – Europa 2 ingår.

Beslut om nya lagar kan fattas med olika metoder, så kallade beslutsförfaranden, Vilket beslutsförfarande som används beror på vilket politikområde beslutet rör. Grundprincipen för beslutsfattande i EU är att kommissionen lägger ett förslag som sedan Europaparlamentet och rådet behandlar. Rådet fattar sedan beslutet ensamt eller tillsammans med parlamentet.

Den strategiska översynen utgör ett paraplydokument till det samlade energipaketet och sammanfattar de nio enskilda meddelandena som återfinns häri. Det landar också i ett antal konkreta åtgärder – ”en Handlingsplan för energi”, som man söker stöd i parlamentet för.

De enskilda meddelandena som sammanfattas i ”Energipolitik för Europa” behandlar:

- En strategisk EU-plan för energiteknik
- En färdplan för förnybar energi
- En rapport om framstegen för förnybar energi
- En lägesrapport om biodrivmedel
- Utsikterna för den inre el- och gasmarknaden
- En prioriterad sammanlänkingsplan
- Ett vägledande program om kärnenergi
- Hållbar kraftproduktion med fossila bränslen: med sikte på nära nollutsläpp från kol efter 2020

Därtill kommer också den handlingsplan för effektivare energiutnyttjande som kommissionen presenterade under hösten 2006.

### 7.3.2 Det fortsatta arbetet

I en strategisk översyn<sup>47</sup> fastställs en uppsättning åtgärder som är nödvändiga för att uppnå målet att utveckla en hållbar, säker och konkurrenskraftig energi. Första steget består i att garantera att Europeiska rådet och Europaparlamentet kommer med tydliga beslut om det strategiska tillvägagångssättet, dvs. en handlingsplan som möjliggör för EU att uppnå ambitiösa, breda och långsiktiga mål. Även i framtiden kan strategiska översyner hjälpa EU att slipa och uppdatera sin handlingsplan och på så sätt ta hänsyn till förändringar, framför allt tekniska framsteg och gemensamma internationella insatser för att bekämpa klimatförändringar. EU:s energipolitik går hand i hand med kampen för att minska utsläppen i Europa och världen.

Alltså är den strategiska översynen och energipaketet med alla de olika förslagen nu ute på remiss hos parlamentet och rådet (dvs. medlemsstaterna).

#### *Rådsmöte februari 2007<sup>48</sup>*

Energirådet enades vid mötet i Bryssel om en handlingsplan för energi som anger mål på 20 procent för förnybar energi och 10 procent för biodrivmedel i EU för år 2020. Handlingsplanen ingår i kommissionens strategiska energiöversyn och utgör energiministrarnas bidrag till Europeiska rådets möte i mars.

#### *Diskussion om helhetsgrepp om energipolitiken*

Rådet diskuterade kommissionens strategiska energiöversyn som presenterades 10 januari och antog enhälligt slutsatser om en handlingsplan för energi. I planen anges att 20 procent av EU:s energiförbrukning ska komma från förnybar energi år 2020. Vidare beslutades om ett bindande mål på 10 procent för biodrivmedel i transportsektorn år 2020. Slutsatserna om energihandlingsplanen ska behandlas och antas av stats- och regeringscheferna vid toppmötet i mars.

### 7.3.3 Energimyndighetens representation i internationella fora.

Energimyndigheten har, som en följd av energi- och klimat frågornas globala karaktär, ett omfattande internationellt arbete. Myndighetens deltagande i arbetsgrupper och liknande beskrivs i Tabell 7.1.

---

<sup>47</sup> [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/sv/com/2007/com2007\\_0001sv01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/sv/com/2007/com2007_0001sv01.pdf) Energipolitik för Europa, KOM(2007) 1

<sup>48</sup> <http://www.regeringen.se/sb/d/6767/a/76864>

Tabell 7.1 Energimyndighetens representation i internationella fora

<b>Rådet (Energi)</b>	Samordning energi-ministerråd (Inkl. informella)	Nordisk samordning inför energi-ministerrådet	Samordning rådsarbetsgruppen (energi)	
<b>Dossieransvar</b>	Ecodesign energi-förbrukande produkter	Energistadgan	EU budget	EU:s utvidgning
	Euroromed -samarbetet	EU – Ryssland	Internationella relationer /utvidgat Europa	Johannesburgprocessen/ Bonn-konferensen
	Konventet	Nordliga dimensionen	Direktiv om elförsörjning och infrastruktur	Förordning om gränsöverskridande handel med gas
	Revidering av riktlinjer för trans-europeiska nät (TEN)	Direktiv om energitjänster	(Oljeberedskap) vilande	
<b>Nya initiativ hos KOM</b>	Handlingsplan för biomassa	Fjärrvärme och fjärrkyla	Grönbok för energi-effektivisering inkl handlingsplan	Grönbok för en gemensam energipolitik
<b>Antagna rättsakter</b>	Gas-försörjning	Kraftvärme	Biodrivmedel	Gräns-överskridande handel - el
	Inre marknad för el- och gas	CIP	Intelligent energi för Europa (EIE)	Kolstatistik
	Transeuropeiska nät (TEN)	RES-e	Byggnaders energi-prestanda	
<b>Arbetsgrupper under andra ministerråd</b>	Rådsarbetsgruppen för miljö (WGEnv)	- Länkdirektivet	Euratom (ESA)	



<b>Kommissionens kommittéer och arbetsgrupper</b>	Ramprogrammet inom energisektorn (EIE)	6:e ramprogrammet för hållbar utveckling, globala förändringar och ekosystem; energi	7:e ramprogrammet	Trans-europeiska nät (TEN) - energi
	Europeiska gemenskapens styrelse för Energy Star	Energy Demand Committee (Byggnaders energiprestanda)	Energimärkning av elektriska hushållsapparater, "Labelling Committee"	Madridforumet (inre marknadsfrågor för gas)
	Florensforumet (inre marknadsfrågor för el)	Energy Economic Analysts		
<b>Övrigt internationellt samarbete</b> Energistadgan	- Energi-effektivisering (PEEREA)	- Handel med energi	- Investeringar	- Transitfrågor
<b>Övrigt internationellt samarbete</b> <u>IEA</u>	- Governing Board	- SLT	- CERT	- SEQ
	- CNMC	- Greenhouse gas programme	- Oilmarket	
<b>Övrigt internationellt samarbete</b> <u>OECD</u>	- Annex I expert group	- Nuclear Energy Agency (NDC)		