

# Energimyndighetens klimatrapport 2001

---

Med anledning av Sveriges tredje nationalrapport till  
klimatkonventionen.



# Förord

Enligt FNs ramkonvention om klimatförändringar (UNFCCC) ska parterna till konventionen kontinuerligt lämna in s.k. nationalrapporter som beskriver vidtagna åtgärder och utsläppsutvecklingen m.m. Sveriges första nationalrapport utarbetades 1994 och den andra nationalrapporten gjordes år 1997. Den tredje rapporteringen ska lämnas till Klimatkonventionens Sekretariat i november 2001.

Statens energimyndighet har haft regeringens uppdrag att bistå Naturvårdsverket med att ta fram underlag till Sveriges tredje nationalrapport till klimatkonventionen. Sveriges nationalrapport kommer att beskriva hela klimatarbetet och kan därmed inte ta upp alla detaljer. Energimyndigheten har funnit att det finns anledning att ta fram en kompletterande rapport, där klimatarbetet inom energisektorn ges en samlad och mer utförlig beskrivning. Härigenom ges möjlighet till en mer fyllig redogörelse över åtgärdsarbetet och den framtida utvecklingen av koldioxidutsläpp inom energisektorn. En detaljerad dokumentation är också nödvändig för att möta kraven på den granskning av Sveriges klimatpolitik som klimatkonventionen har för avsikt att genomföra.

Rapporten har tagits fram av en arbetsgrupp i Energimyndigheten. Gruppen har bestått av Tea Alopaeus-Sandberg, Åsa Elmqvist, Karin Hermanson, Anna Lagheim, Anita Larsson, Susan Linton, Anna Lundborg, Johan Nylander, Peter Rohlin och Thomas Levander, projektledare.

Karin Hermanson och Thomas Levander har svarat för den slutliga redigeringen av rapporten.

Eskilstuna i september 2001

Thomas Korsfeldt

Thomas Levander

# Innehållsförteckning

|                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Förord.....</b>                                                                               | <b>3</b>  |
| <b>Innehållsförteckning.....</b>                                                                 | <b>4</b>  |
| <b>Sammanfattning .....</b>                                                                      | <b>9</b>  |
| Sammanfattande slutsatser i punktform .....                                                      | 9         |
| Inledning .....                                                                                  | 10        |
| Bakgrund .....                                                                                   | 10        |
| Energipolitiken utvecklas.....                                                                   | 11        |
| Åtgärder för att begränsa utsläppen.....                                                         | 12        |
| Forskning och utveckling på längre sikt .....                                                    | 20        |
| Fortsatt arbete med styrmedel.....                                                               | 26        |
| Scenarier för energisektorns utsläpp av koldioxid.....                                           | 26        |
| <b>1. Bakgrund och historik.....</b>                                                             | <b>35</b> |
| 1.1 Tillförsel och användning av energi 1970?1999.....                                           | 35        |
| 1.2 Ökad användning av biobränslen .....                                                         | 38        |
| 1.3 Minskade koldioxidutsläpp.....                                                               | 38        |
| 1.4 Internationell jämförelse.....                                                               | 40        |
| <b>2. Energipolitikens utveckling .....</b>                                                      | <b>41</b> |
| 2.1 Kriser och olyckor.....                                                                      | 41        |
| 2.2 Miljö- och klimatproblemen i fokus .....                                                     | 41        |
| 2.3 Energipolitiken från 1990 och framåt.....                                                    | 42        |
| <b>3. Vidtagna åtgärder och styrmedel.....</b>                                                   | <b>47</b> |
| 3.1 Energi- och miljöbeskattning .....                                                           | 47        |
| 3.2 Stöd till förnybar energi och energieffektivisering.....                                     | 52        |
| 3.3 Information och rådgivning .....                                                             | 57        |
| 3.4 Kommunal energiplanering samt kunskapsspridning om sambanden energi, ekonomi och miljö ..... | 61        |
| 3.5 Lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet.....                                     | 61        |
| 3.6 Åtgärder inom bostäder och lokaler.....                                                      | 63        |
| 3.7 DESS, Delegationen för energiförsörjning i Sydsverige.....                                   | 65        |
| 3.8 Lokala initiativ.....                                                                        | 65        |
| <b>4. Åtgärdsinriktad forskning och utveckling .....</b>                                         | <b>67</b> |
| 4.1 Inledning .....                                                                              | 67        |
| 4.2 Genomförande av forskning och utveckling.....                                                | 67        |
| 4.3 Vattenkraft .....                                                                            | 68        |
| 4.4 Vindkraft .....                                                                              | 70        |
| 4.5 Solceller .....                                                                              | 72        |
| 4.6 Bränslebaserad el- och värmeproduktion.....                                                  | 74        |
| 4.7 Industrin .....                                                                              | 77        |
| 4.8 Transporter.....                                                                             | 79        |
| 4.9 Byggnader .....                                                                              | 82        |
| <b>5. Övrig klimatrelaterad forskning.....</b>                                                   | <b>87</b> |
| 5.1 Kolflöden i skogsmark.....                                                                   | 87        |
| 5.2 Systemforskning.....                                                                         | 88        |
| 5.3 Livscykelanalyser som verktyg i klimatarbetet.....                                           | 89        |

|                                                                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4 Forskning om klimatpolitiska frågor.....                                                                                        | 90         |
| <b>6. Klimatkonventionens pilotprogram för gemensamt genomförande samt övrigt internationellt samarbete inom energiområdet.....</b> | <b>91</b>  |
| 6.1 Inledning .....                                                                                                                 | 91         |
| 6.2 Vidtagna åtgärder i Baltikum och Östeuropa .....                                                                                | 92         |
| 6.3 Resultat .....                                                                                                                  | 93         |
| 6.4 Metodutveckling .....                                                                                                           | 97         |
| <b>7. Beslutade men ej genomförda åtgärder och styrmedel.....</b>                                                                   | <b>99</b>  |
| 7.1 Gröna certifikat kombinerat med ett kvotsystem för att främja förnybar elproduktion.....                                        | 99         |
| 7.2 Planeringsmål för vindkraftproduktion.....                                                                                      | 100        |
| 7.3 Offentlig upphandling inom energiområdet .....                                                                                  | 100        |
| 7.4 Fortsatt skatteväxling .....                                                                                                    | 101        |
| <b>8. Planerade åtgärder.....</b>                                                                                                   | <b>103</b> |
| 8.1 Långsiktiga avtal med industrin.....                                                                                            | 103        |
| 8.2 Handel med utsläppsrätter .....                                                                                                 | 104        |
| 8.3 Kyotoprotokollets projektbaserade mekanismer.....                                                                               | 104        |
| 8.4 Energideklarationer av bostäder.....                                                                                            | 105        |
| <b>9. Styrmedel som har en indirekt effekt på utsläppen av växthusgas er.....</b>                                                   | <b>107</b> |
| 9.1 Miljöbalken och Plan och bygglagen.....                                                                                         | 107        |
| 9.2 Elmarknadsreformen .....                                                                                                        | 109        |
| 9.3 Lagen om kärnkraftens avveckling .....                                                                                          | 111        |
| 9.3 Vissa beskattningsfrågor mm .....                                                                                               | 112        |
| 9.4 CFC/HFC kontra energibesparing i kylanläggningar.....                                                                           | 113        |
| 9.5 Miljöskadliga subventioner.....                                                                                                 | 114        |
| <b>10. Scenarier över energisektorns utsläpp av koldioxid.....</b>                                                                  | <b>115</b> |
| 10.1 Inledning .....                                                                                                                | 115        |
| 10.2 Förutsättningar.....                                                                                                           | 116        |
| 10.3 Koldioxidutsläpp i scenarierna .....                                                                                           | 128        |
| 10.4 Energibalans.....                                                                                                              | 133        |
| 10.5 Eltillförsel .....                                                                                                             | 135        |
| 10.6 Fjärrvärme.....                                                                                                                | 143        |
| 10.7 Industrin .....                                                                                                                | 145        |
| 10.8 Bostäder, service m.m. ....                                                                                                    | 151        |
| 10.9 Transportsektorn.....                                                                                                          | 156        |
| 10.10 Framtida energiomvandlingsmetoder.....                                                                                        | 162        |
| 10.11 Koldioxidavskiljning och deponering .....                                                                                     | 165        |
| <b>11. Sammantagna effekter av ekonomiska styrmedel.....</b>                                                                        | <b>169</b> |
| 11.1 Inledning .....                                                                                                                | 169        |
| 11.2 Resultat .....                                                                                                                 | 170        |
| 11.3 Sammanfattande slutsatser .....                                                                                                | 174        |
| <b>Bilagor.....</b>                                                                                                                 | <b>175</b> |
| Bilaga 1 Energiskatter 2001.....                                                                                                    | 175        |
| Bilaga 2 Beviljade medel för forskning, 1998-2000.....                                                                              | 177        |
| Bilaga 3 Forskningsorganisationer i Sverige.....                                                                                    | 179        |
| Bilaga 4 Metod för scenarioberäkningarna .....                                                                                      | 181        |
| Bilaga 5 Metod för beräkning av kostnads- respektive koldioxideffektiviteten i omställningsprogrammet .....                         | 187        |
| Bilaga 6 Reinvesteringsbehov i kärnreaktorerna .....                                                                                | 193        |
| Bilaga 7 Känslighetsanalys.....                                                                                                     | 197        |

## Tabellförteckning

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabell 1 Nuvarande stöd till elproduktion från förnybara källor.....                                                                           | 13  |
| Tabell 2 Insatser från det energipolitiska beslutet 1997 för omställning av energisystemet .....                                               | 13  |
| Tabell 3 Vidtagna åtgärder och styrmedel inom energisektorn för att begränsa utsläppen av växthusgaser, utöver energi- och koldioxidskatt..... | 15  |
| Tabell 4 Prestationsmått för vissa åtgärder i omställningsprogrammet, mätt som kg minskad koldioxid per statlig bidragskrona .....             | 17  |
| Tabell 5 Effekter av de svenska insatserna i Baltikum och Ryssland.....                                                                        | 19  |
| Tabell 6 Investerings- och transaktionskostnad per kg reducerad koldioxid .....                                                                | 19  |
| Tabell 7 Anvisade och beräknade medel för forskning och utveckling 1998-2004, miljoner kronor.....                                             | 21  |
| Tabell 3.1 Vissa energi- och miljöskatteintäkter under 90-talet, Mkr.....                                                                      | 48  |
| Tabell 3.2 För drivmedelsändamål sålda/förbrukade volymer av skattebefriad RME och etanol åren 1995 till 2000.....                             | 51  |
| Tabell 3.3 Anslag för att minska elanvändning för uppvärmning för åren 1998 - 2000, miljoner kronor.....                                       | 53  |
| Tabell 3.4 Anslagsfördelning för stöd av förnybar elenergi år 1997 – 2002, miljoner kronor. ....                                               | 54  |
| Tabell 3.5 Nuvarande stöd till elproduktion från förnybara källor. ....                                                                        | 56  |
| Tabell 3.6 Anslagsfördelning för information, rådgivning och märkning år 1997 – 2002, miljoner kronor.....                                     | 58  |
| Tabell 3.7 Klimatrelaterade projekt i investeringsprogrammet.....                                                                              | 62  |
| Tabell 3.8 Utmanarkommunernas åtagande för att minska utsläppen av koldioxid.....                                                              | 66  |
| Tabell 4.1 Anvisade och beräknade medel för forskning och utveckling 1998-2004, miljoner kronor.....                                           | 67  |
| Tabell 6.1 Resultat av genomförda projekt.....                                                                                                 | 94  |
| Tabell 6.2 Investerings- och transaktionskostnad per kg reducerad koldioxid.....                                                               | 95  |
| Tabell 6.3 Energirelaterade program i Österesjöregionen.....                                                                                   | 97  |
| Tabell 10.1 Prognoser för den ekonomiska utvecklingen, årlig procentuell förändring .....                                                      | 118 |
| Tabell 10.2 Faktisk och prognostiserad utveckling av BNP och industriproduktionen, årlig procentuell förändring. ....                          | 118 |
| Tabell 10.3 Faktisk och prognostiserad utveckling av den privata- och offentliga konsumtionen, årlig procentuell utveckling .....              | 119 |
| Tabell 10.4 Importpriser på råolja, kol, naturgas samt dollarkurs för 1997, 1999, 2010 och 2020. ....                                          | 119 |
| Tabell 10.5 Bränslepriser för stora värmeverk, värmecentraler, stora och mindre industrier i öre/kWh, inklusive energi- och miljöskatter.....  | 121 |
| Tabell 10.6 Bränslepriser för fastigheter och småhus, öre/kWh, inklusive skatter och moms..                                                    | 121 |
| Tabell 10.7 Elpriser och nätavgifter för olika typkunder inklusive punktskatter och moms, öre/kWh.....                                         | 124 |
| Tabell 10.8 Energi- och miljöskatter från 1 januari 2001, exklusive moms.....                                                                  | 127 |
| Tabell 10.9 Energi- och miljöskatter för industri, jordbruk, skogsbruk och vattenbruk från 1 januari 2001, exklusive moms .....                | 128 |
| Tabell 10.10 Koldioxidutsläpp per sektor, 1990, 1997, 1999 samt scenarier till 2020, miljoner ton .....                                        | 130 |
| Tabell 10.11 Energiförsörjningen 1990–2020 samt utvecklingen under perioden, TWh och procent. ....                                             | 135 |
| Tabell 10.12 De svenska reaktorernas effekt, startår samt slutår vid en livslängd på 40 år.....                                                | 137 |
| Tabell 10.13 Elbalans 1990–2020, TWh och procent .....                                                                                         | 141 |
| Tabell 10.13a Insatt bränsle för elproduktion, TWh och procent .....                                                                           | 141 |
| Tabell 10.14 Fjärrvärmebalans, åren 1990,1997,1999 samt scenarier för åren 2010 och 2020, TWh .....                                            | 144 |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabell 10.15 Fördelning av industrins produktionsvärde, energi- och elanvändning, procent, 1999 .....                                                                                    | 145 |
| Tabell 10.16 Industrins produktionsvärde och genomsnittlig årlig procentuell förändring 1990 och 1997 samt scenarioräkning år 2010 och 2020, Mdr SEK.....                                | 146 |
| Tabell 10.17 Energianvändningen i olika branscher 1990, 1997 och 1999 samt scenario för 2010 och 2020, TWh.....                                                                          | 150 |
| Tabell 10.18 Industrins energianvändning 1990, 1997 och 1999 samt scenario för år 2010 och 2020, TWh.....                                                                                | 150 |
| Tabell 10.19 Temperaturkorrigerad energianvändning inom bostäder, service m.m. fördelad på olika energislag åren 1990, 1997 och 1999, beräknade värden för åren 2010 och 2020, TWh. .... | 154 |
| Tabell 10.20 Användning av alternativa drivmedel samt antal fordon år 2000. ....                                                                                                         | 156 |
| Tabell 10.21 Trafik- och transportarbete för person- och godstransporter till 2020.....                                                                                                  | 159 |
| Tabell 10.22 Transportsektorns energianvändning 1990–2020. ....                                                                                                                          | 161 |
| Tabell 11.1 Energi- och koldioxidskatter i scenariot ”dagens styrmedel”, kr/MWh.....                                                                                                     | 170 |
| Tabell 11.2 Energiskatter i scenariot ”1990 års styrmedel”, kr/MWh.....                                                                                                                  | 170 |

## Figurförteckning

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figur 1 Utsläpp av koldioxid per invånare och per BNP för olika industriländer.....                                                                              | 11  |
| Figur 2 Totala koldioxidutsläpp i de olika styrmedelsscenarierna, miljoner ton koldioxid.....                                                                    | 16  |
| Figur 3 Utsläpp av koldioxid från energisektorn 1990-1999, samt scenarier över den framtida utvecklingen.....                                                    | 27  |
| Figur 1.1 Sveriges energitillförsel 1970–1999, TWh.....                                                                                                          | 35  |
| Figur 1.2 Sveriges energianvändning 1970–1999, TWh.....                                                                                                          | 36  |
| Figur 3.1 Installerade solfångare 1977 - 2000 .....                                                                                                              | 63  |
| Figur 9.1 Spotpriset på Nordpool 1996-2001, öre per kWh.....                                                                                                     | 110 |
| Figur 10.1 Nord Pools systempris 1996 till juli 2001 .....                                                                                                       | 122 |
| Figur 10.2 Löpande priser på inköpta bränslen i värmeverk .....                                                                                                  | 126 |
| Figur 10.3 Energisektorns utsläpp av koldioxid, åren 1990,1997,1999 samt scenarier för åren 2010 och 2020, miljoner ton koldioxid. ....                          | 128 |
| Figur 10.4 Genomsnittliga utsläpp av koldioxid per TWh el år 1997 samt utsläpp från produktion av 1 TWh el i kolkondenskraftverk och naturgaskombikraftverk..... | 133 |
| Figur 10.5 Persontransportarbetets faktiska utveckling mellan 1950 och 1997, med framskrivning till 2020, miljarder personkilometer.....                         | 158 |
| Figur 11.1 Totala koldioxidutsläpp i de olika styrmedelsscenarierna, miljoner ton koldioxid....                                                                  | 171 |
| Figur 11.2 Effekter av insatta ekonomiska styrmedel under perioden 1990-1999, uppdelad på olika sektorer, miljoner ton koldioxid.....                            | 171 |
| Figur 11.3 Fjärrvärmeproduktion år 2010 med ”1990 års styrmedel” och ”dagens styrmedel”. ....                                                                    | 172 |



# Sammanfattning

## ***Sammanfattande slutsatser i punktform***

- Sverige har minskat utsläppen av koldioxid med över 40 procent mellan 1970 och 1990. Utsläppen har sedan dess varit i stort oförändrade
- Energi- och koldioxidbeskattningen är det mest betydelsefulla stymmedlet för att begränsa koldioxidutsläppen, men även andra åtgärder för att främja energieffektivisering och förnybar energi har betydelse. Genom de olika stödprogrammen beräknas utsläppen av koldioxid minska med 3 – 4 miljoner ton år 2000-2005, varav en betydande del av utsläppsminskningarna sker i andra länder.
- Den samlade effekten av energi- och koldioxidbeskattningen och satsningarna på förnybara energikällor beräknas hålla tillbaka koldioxidutsläppen med 5 miljoner ton år 2000 och ca 10 miljoner ton år 2010. Sverige är därmed på väg att stabilisera koldioxidutsläppen på 1990 års nivå.
- Programmet för att minska utsläpp av växthusgaser i Östra Europa är kostnadseffektivt och leder till andra positiva effekter i mottagarländerna
- Sverige ligger väl framme inom forskning och utveckling inom bioenergiområdet. Ett teknikgenombrott har också skett för vindkraften genom *Windformern*. Ångströms Solar Center tillhör en av de världsledande forskningsgrupperna för solceller.
- Fram till år 2010 beräknas utsläppen av koldioxid vara i stort sett oförändrade på 1990 års nivå. Utvecklingen varierar dock mellan sektorer. Utsläppen ökar från industri- och transportsektorerna och minskar i samband med produktion av fjärrvärme och el. Även utsläppen från den småskaliga uppvärmningen minskar fram till 2010.
- Fram till 2020 beräknas utsläppen av koldioxid öka med 5 procent i scenarioalternativet där kärnkraftverken drivs vidare och med 11 procent i alternativet där kärnkraftreaktorerna avvecklas efter 40 års livslängd.
- Scenarioberäkningarna ger en relativt kraftigt ökad användning av förnybara energikällor som biobränslen till fjärrvärmeproduktion och kraftvärme samt vindkraft. I scenarioalternativet där kärnkraftreaktorerna börjar avvecklas efter 40 års livslängd fördubblas utsläppen av koldioxid från elproduktionssektorn genom att också ny naturgasbaserad elproduktion kommer in i energisystemet.
- Viktiga antaganden som påverkar beräkningsresultaten för scenarierna är de gällande energi- och koldioxidskatterna samt ett antaget stöd till el från förnybara energikällor. Inom transportsektorn antas överenskommelsen mellan den europeiska bilindustrin och EG-kommissionen ge en ökad effektiviseringstakt för personbilstrafiken. Energianvändningen växer långsammare under den andra perioden bland annat på grund av att BNP antas växa långsammare.

## ***Inledning***

Under miljökonferensen i Rio de Janeiro år 1992 undertecknades FN:s ramkonvention om klimatförändringar. Konventionen trädde i kraft år 1994. Enligt klimatkonventionen ska parterna löpande lämna in lägesrapporter över vilka åtgärder som vidtagits, hur utsläppen av växthusgaser utvecklats samt göra prognoser för de framtida utsläppen. Sveriges första rapportering gjordes år 1994 och den andra klimatrapporteringen lämnades år 1997. Den tredje rapporteringen ska lämnas till konventionens sekretariat i november år 2001.

Energimyndigheten har deltagit i arbetet med den tredje rapporteringen. Arbetet omfattar en beskrivning av utvecklingen inom energisektorn. Det inkluderar bland annat vilka åtgärder som gjorts, en bedömning av effekten av de insatta åtgärderna samt scenarier för de framtida utsläppen av koldioxid från energisektorn.

## ***Bakgrund***

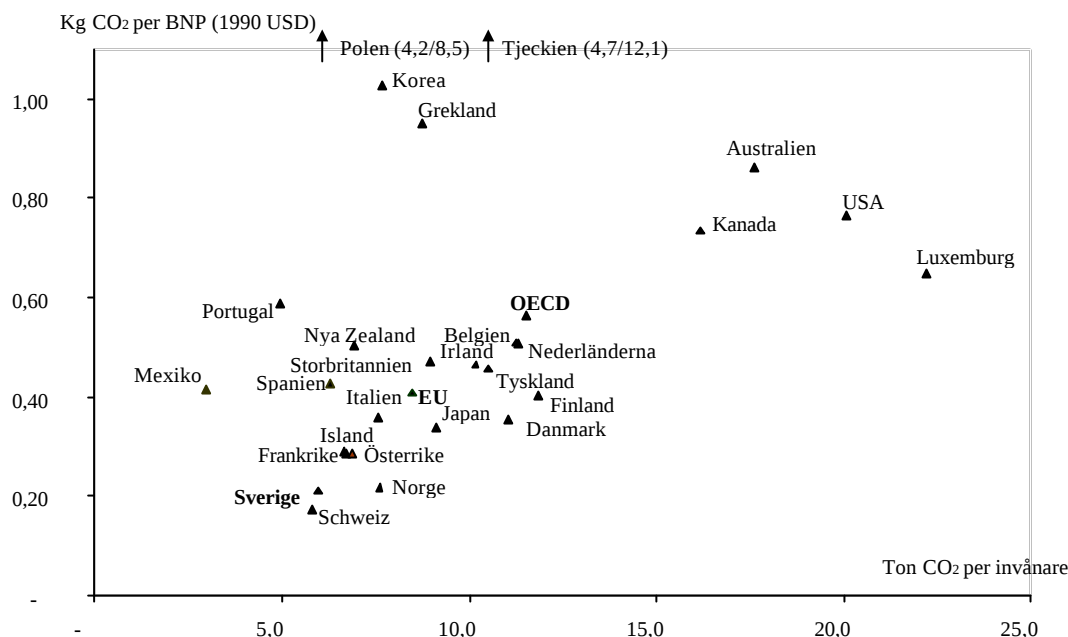
Utsläppen av koldioxid från energisektorn i Sverige uppgår i dag till ungefär 51 miljoner ton<sup>1</sup> och står för ungefär 80 procent av Sveriges sammanlagda utsläpp av växthusgaser. Under 1990-talet har utsläppen ökat endast marginellt, knappt 1 procent. Mellan åren 1970–1990 har utsläppen minskat med över 40 procent. Denna minskning är till stor del en följd av övergången från olja till el och andra energislag. Från 1970 har oljans andel av den totala tillförseln av energi minskat från 77 procent till 33 procent. Denna utveckling har möjliggjorts av bland annat en utbyggnad av vattenkraften och kärnkraften. Även biobränslen har ökat på bekostnad av oljeprodukterna, från 9 procent av den totala tillförseln år 1970 till 15 procent år 1999.

Jämfört med andra industrialiserade länder är Sveriges utsläpp förhållandevis låga. Ett sätt att jämföra utsläppen mellan länder är att fördela utsläppen per invånare. Ett annat är att fördela utsläppen per BNP (se figur 1).

---

<sup>1</sup> Exklusive utrikes transporter.

**Figur 1 Utsläpp av koldioxid per invånare och per BNP för olika industriländer**



## **Energipolitiken utvecklas**

Historiskt har det dagliga arbetet präglats av att förena skilda synsätt inom energiområdet. Detta framgår av 1991 års energipolitiska beslut nämligen; trygga tillgången på el och annan energi på konkurrenskraftiga villkor för den svenska industrin, fullfölja kärnkraftsavvecklingen och värna om miljön. Att förena dessa intressen har varit – och är – en utmaning i arbetet med att verkställa de energipolitiska besluten.

Förutsättningarna för den svenska energipolitiken har förändrats i flera avseenden under 1990-talet. Sverige blev år 1995 medlem i Europeiska unionen, vilket innebar nya arbetssätt. Svenska intressen inom energi- närings- och miljöpolitiken har därmed påverkats i väsentlig grad och den internationella prägeln har blivit alltmer påtaglig.

Energimarknaderna har successivt avreglerats och i Nordeuropa är handeln med elenergi över nationsgränserna idag en realitet. Därigenom har nationernas krav på självförsörjning av elenergi i stort övergivits. Avregleringen innebär också att en nationell politik inte kan avvika alltför mycket från andra länders för att inte marknaderna ska snedvridas. Slutligen har miljöfrågorna, och då framförallt förverkligandet av en hållbar utveckling, fått ett allt större utrymme i ländernas politik. Som en del i denna process utgör tillkomsten av Kyotoprotokollet för att minska utsläppen av växthusgaser en viktig brytpunkt.

På senare tid har de tre benen i hållbar utveckling – miljön, ekonomin och sociala utvecklingen – fått en allt större plats i diskussionerna och utnyttjas nu som gemensam plattform inom många politikområden. Det är också de enskilda samhällssektorerna som nu i allt större utsträckning får ta hand om och driva miljöfrågorna. Sakdepartement och sektorsmyndigheter har därför fått ett ökat ansvar för att driva miljöfrågorna.

Under 1990-talet har således tre trender varit betydelsefulla;

- Det europeiska och globala samarbetet ökar i omfattning
- Arbetet med att begränsa utsläppen av växthusgaser blir alltmer betydelsefullt
- Sektorerna driver miljöfrågorna och hållbar utveckling

Nu gällande energipolitiska beslut är från 1997. I allt väsentligt bekräftades 1991 års energipolitiska beslut men det omfattade också en stängning av de två kärnkraftreaktorerna i Barsebäck. Däremot anges inte längre år 2010 som ett datum då alla reaktorer ska vara avvecklade. Istället ska reaktorerna ställas av i en takt så att inga negativa effekter fås i fråga om elpriset, tillgången på el för industrin, effektbalansen eller miljön och klimatet. Riksdagen antog senare en ny lag om kärnkraftens avveckling. Regelverket för kärnkraftssäkerhet har inte förändrats genom den energipolitiska utvecklingen.

Politikområdet energipolitiken indelas i två delområden, *energimarknadspolitik* och *politik för ett uthålligt energisystem*. Det senare politikområdet omfattar program för ökad energieffektivisering, satsning på förnybar energi samt fortsatt forskning och utveckling inom energiområdet. Effekten av detta program beskrivs i nästa avsnitt.

## **Åtgärder för att begränsa utsläppen**

### **Flera styrmedel finns**

Sverige har vidtagit en rad åtgärder för att begränsa eller minska utsläppen av koldioxid från energisektorn. Det mest betydelsefulla styrmedlet utgör koldioxid- och energibeskattningen. Andra styrmedel och åtgärder har successivt vidtagits men i många fall har det primära syftet inte enbart varit att begränsa utsläppen av växthusgaser. Syftet har dessutom varit att;

- Effektivisera energianvändningen
- Minska användningen av elenergi för uppvärmningsändamål
- Främja användningen av förnybara energislag
- Förbättra elförsörjningen i Sydsverige
- Främja en hållbar utveckling av landets kommuner
- Främja ett ekologiskt byggande av bostäder
- Utöka det internationella samarbetet och
- Vidta åtgärder i andra länder för att minska koldioxidutsläppen

Koldioxidbeskattningen har ökat i flera steg och uppgår nu till 53 öre/kg utsläppt mängd koldioxid. Av konkurrensskäl är skattesatserna inte lika för alla användare. Det tas inte ut någon energi- eller koldioxidskatt för elproduktion. Delar av näringslivet har nedsatta energi- och koldioxidskatter. Riksdagen har fattat ett principbeslut att genom en skatteväxling successivt öka den miljörelaterade energibeskattningen. I samband med det arbetet väntas en reformering av energibeskattningsens utformning och nedsättningsregler ske. Statens intäkter från miljörelaterade energiskatter har ökat med mer än 50 procent sedan 1990.

Inom ramen för energibeskattningen ges s.k. pilotprojektdispenser för att främja förnybara drivmedel för fordon. Det innebär att ingen koldioxidskatt tas ut från biodrivmedel.

I samband med det energipolitiska beslutet 1997<sup>2</sup> infördes nya program för att öka energieffektiviseringen, minska uppvärmningen med elenergi och stötta tillförseln av

---

<sup>2</sup> En uthållig energiförsörjning (prop. 1996/97:84, bet. 96/97 NU:12, rskr. 97/97:272).

elproduktion från förnybara energislag. Till viss del blev det en fortsättning på 1991 års energipolitiska program. Investeringsstöd för att öka användningen av förnybara energislag som småskalig vattenkraft, vindkraft och biokraftvärme kompletterade styreffekten av energibeskattningen, eftersom det inte tas ut någon koldioxidskatt på elproduktion. Ett särskilt driftstöd för småskalig elproduktion infördes under 2000 och redan 1995 infördes en särskild miljöbonus för vindkraftproduktion. Nuvarande investeringsstöd och driftstöd uttryckt i öre/kWh, ges i *tabell 1*. Som framgår av tabellen är det statliga stödet till vindkraft störst och uppgår f.n. till drygt 30 öre/kWh.

**Tabell 1 Nuvarande stöd till elproduktion från förnybara källor.**

| El från                                | Nuvarande stöd <sup>3</sup> |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| Vind                                   |                             |
| Investeringsstöd, max 15 procent.      | 4-5 öre/kWh                 |
| Miljöbonus                             | 18,1 öre/kWh                |
| Småskalig elproduktion, högst 1500 kW. |                             |
| Tillfälligt stöd                       | 9 öre/kWh                   |
| Småskalig vattenkraft                  |                             |
| Investeringsstöd, max 15 procent.      | 3-4 öre/kWh                 |
| Småskalig elproduktion, högst 1500 kW. |                             |
| Tillfälligt stöd                       | 9 öre/kWh                   |
| Biobränsle                             |                             |
| Investeringsstöd, max 25 procent.      | 5-7 öre/kWh                 |

I *tabell 2* anges de ekonomiska ramarna för omställning av energisystemet. Nya insatser planeras inför budgetåret 2003, bl.a. har riksdagen beslutat att införa ett nytt marknadsbaserat stödsystem för förnybar elenergi som bygger på handel med certifikat kombinerat med kvoter för andel förnybar elenergi. Insatserna för forskning och utveckling redovisas i ett särskilt avsnitt.

**Tabell 2 Insatser från det energipolitiska beslutet 1997 för omställning av energisystemet**

| Typ av stöd                                                        | Ekonomisk planeringsram 1998-2002 |  |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--|
|                                                                    | Miljoner kronor                   |  |
| Bidrag för att minska elanvändningen                               | 1 650 <sup>4</sup>                |  |
| Bidrag till investeringar i elproduktion från förnybara energislag | 1 000                             |  |
| Åtgärder för effektivare energianvändning                          | 450                               |  |
| Åtgärder för värmeförsörjningen i Sydsverige                       | 400                               |  |
| Klimatpolitiskt motiverade insatser i andra länder                 | 420 <sup>5</sup>                  |  |

Sverige startade tidigt ett investeringsprogram för att främja energieffektivisering och förnybara energislag i Baltikum och övriga Östeuropa. Programmen inleddes sedermera i klimatkonventionens pilotprogram för gemensamt genomförande. Genom det energipolitiska beslutet fortsatte och fördjupades dessa insatser. Ett särskilt forsknings- och utvecklingssamarbete startades med länderna i Östersjöregionen. Effekten av detta program redovisas separat.

Två större statliga stödprogram för hållbar utveckling har tillkommit sedan det energipolitiska beslutet. År 1998 inrättades ett stöd till lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet i landets kommuner (LIP) och år 2001 bildades ett nytt program för ekologisk hållbarhet vid bostadsbyggandet. Dessa program har en bred ansats och beaktar såväl det sociala området som

<sup>3</sup> Investeringsstöden är omräknade med 5 % kalkylränta och 15 år avskrivningstid för vindkraft, 25 år för kraftvärme och 30 år för vattenkraft.

<sup>4</sup> En del av anslaget har omfördelats till forskning och utveckling.

<sup>5</sup> Avser 1998 – 2004, inkluderar även forskningssamarbete inom Östersjöregionen.

miljöområdet i stort. En viktig del i arbetet med att åstadkomma en hållbar utveckling inom miljöområdet är att minska användningen av fossila bränslen. Därför har programmen framträdande inslag av åtgärder som begränsar utsläppen av koldioxid. När det gäller LIP-programmet har ca 50 procent av det totala anslaget använts för klimatrelaterade projekt. Under tiden 1998-2003 finns 7 200 miljoner kronor anslaget för programmets genomförande.

Bidraget till ekologiskt byggande löper under en treårsperiod fram till 2003 och 635 miljoner kronor är avsatta för verksamheten.

### **Åtgärdsprogrammen har haft effekt**

De åtgärder som Sverige har genomfört för att begränsa utsläppen av koldioxid har haft flera syften. Inte desto mindre har programmen varit viktiga för att begränsa koldioxidutsläppen inom energisektorn. Sverige är också på väg att stabilisera koldioxidutsläppen på 1990 års nivå, enligt klimatkonventionens målsättning<sup>6</sup>. Totalt har utsläppen inom energisektorn blott ökat från 51,3 till 51,7 miljoner ton koldioxid mellan åren 1990 och 1999, eller med knappt 1 procent<sup>7</sup>.

*Tabell 3* summerar vidtagna åtgärder för att begränsa utsläppen av växthusgaser i Sverige inom energisektorn. Den visar vem som har ansvaret för genomförandet, programkostnaderna och i förekommande fall en beräkning av utsläppsreduktioner. Genom de olika stödprogrammen, och beviljade stöd t.o.m. år 2000, beräknas utsläppen av koldioxid minska med 3 – 4 miljoner ton, varav en betydande del av utsläppsminskningarna har skett i andra länder. Av denna summa beräknas programmet omställning av energisystemet ge 1,1 – 2,2 milj. ton koldioxid. Utsläppsreduktionen vid femårsperiodens slut beräknas bli ytterligare ca 0,2 – 0,4 milj. ton koldioxid.

I flera fall har syftet med de insatta åtgärderna varit att minska användningen av elenergi. Stöden till el från förnybara energikällor har också ökat denna produktion. Sverige har en gemensam elmarknad med Norge, Finland, Tyskland, Danmark, Polen och därmed ett omfattande kraftutbyte mellan länderna. Vintertid under höglast sker i allmänhet en import av kraft till Sverige medan motsatsen gäller under sommaren då det finns ledig kapacitet i svenska kraftanläggningar. Det kan därför diskuteras vilken typ av elenergi som ersätts genom de svenska insatserna. Energimyndigheten har räknat med ett fall då elenergin ersätter dels elenergi från befintlig kolkondenskraft i Europa och ett annat alternativ då elenergin ersätter ny naturgaskombi i Sverige och Europa. De reella utsläppsreduktionerna har således också skett i andra länder än Sverige. Direkta investeringar i östra Europa beräknas minska utsläppen med ca 0,3 miljoner ton koldioxid.

Effekten av energi- och koldioxidbeskattningen har främst varit synbar inom fjärrvärmesektorn och individuell uppvärmning av bostäder och lokaler. Energibeskattningen har gjort det lönsamt att använda energi med låga eller inga utsläpp av koldioxid. Effekten har varit mest betydelsefull inom fjärrvärmesektorn, där man nu i allmänhet använder fossila bränslen enbart till topplast eller till ca 10 procent av det totala värmebehovet under året.

---

<sup>6</sup> Artikel 4.2 a och b.

<sup>7</sup> Sveriges rapport till klimatkonventionens sekretariat, april 2001. Se [www.environ.se](http://www.environ.se)

**Tabell 3 Vidtagna åtgärder och styrmedel inom energisektorn för att begränsa utsläppen av växthusgaser, utöver energi- och koldioxidskatt.**

| Åtgärd/ styrmedel                                               | Målgrupp          | Växthusgas                          | Typ av styrmedel                                      | Status År Beviljat statligt stöd t.o.m. 2000 (totalt anslag) | Ansvarig myndighet                              | Beräknad effekt År 2000-2005                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Omställning av energisystemet <sup>8</sup>                      | Alla sektorer     | Koldioxid                           | Olika ekonomiska styrmedel, upphandling o information | Genomförd 1998-2002 1720 Mkr (2982)                          | Energi-myndigheten m.fl.                        | 2200 GWh el 920 GWh olja 1,1 – 2,1 milj. ton CO <sub>2</sub> |
| Åtgärder i andra länder enligt Klimatkonventionens bestämmelser | Alla sektorer     | Koldioxid Metan                     | Bidrag Lån                                            | Genomförd 1993-2004 267 Mkr (627)                            | Närings- departementet Energi-myndigheten       | 0,3 milj. ton CO <sub>2</sub>                                |
| Övrigt internationellt samarbete inom Östersjöregionen          | Energisektorn     | Koldioxid Andra syften              | Bidrag                                                | Genomförd 1996 – 264 Mkr                                     | Utrikes- departementet SIDA, Energi-myndigheten | Ej beräknad                                                  |
| Åtgärdsrelaterad forskning och utveckling                       | Alla sektorer     | Koldioxid                           | Stöd                                                  | Genomförd 1998-2004 (ca 5000 Mkr)                            | Energi-myndigheten m.fl.                        | Ej beräknad                                                  |
| Gröna bilen, samverkansprojekt mellan staten och bilindustrin   | Transport         | Koldioxid Andra miljöaspekter       | Bidrag                                                | Genomförd 2000-2006 ( 1 800 Mkr, varv staten 500 Mkr)        | Energi-myndigheten Vinnova Vetenskaps- rådet    | Ej beräknad                                                  |
| Pilotprojektdispenser för biodrivmedel                          | Transport         | Koldioxid                           | Skatte- reduktion                                     | Genomförd 63 Mkr (skattebortfall)                            | Finans- departementet (Energi-myndigheten)      | Brutto ca 55 kton <sup>9</sup> CO <sub>2</sub> år 2000       |
| Lokala investeringsprogram                                      | Samtliga sektorer | Koldioxid Metan Andra miljöaspekter | Bidrag                                                | Genomförd 1998-2003 2629 Mkr ( 7200 Mkr)                     | Miljö- departementet                            | 390 GWh el 1,6 milj ton <sup>10</sup> CO <sub>2</sub>        |
| Investeringsbidrag till ekologiskt byggande                     | Bostads- sektorn  | Koldioxid Metan Andra miljöaspekter | Bidrag                                                | Genomförd 2001-2003 ( 635 Mkr)                               | Finans- departementet (Boverket)                | Nytt program                                                 |
| Normer för energianvändning i bostäder och lokaler              | Bostads- sektorn  | Koldioxid                           | Föreskrift                                            | Genomförd                                                    | Boverket                                        | Ej beräknad                                                  |
| Kommunal energiplanering                                        | Energisektorn     | Koldioxid Metan                     | Lag                                                   | Genomförd 1977-                                              | Energi-myndigheten                              | Ej beräknad                                                  |
| Lokala initiativ                                                | Alla sektorer     | Koldioxid                           | Frivilliga initiativ EG-bidrag                        | 1998-                                                        | -- Energi-myndigheten                           | Ej beräknad                                                  |

### *Beräknade effekter på längre sikt*

För att analysera effekterna av de insatta ekonomiska styrmedlen på sikt har modellberäkningar gjorts med två olika styrmedelsuppsättningar, "1990 års styrmedel" och "dagens styrmedel". I beräkningen med dagens styrmedel antas dagens energi- och koldioxidskatter gälla under hela den studerade perioden. Även svavelskatten ingår. I denna beräkning har antagits att dagens

<sup>8</sup> Omfattar åtgärder för att främja el från förnybara energislag, energieffektivisering samt konvertering av elvärme till andra uppvärmningsformer.

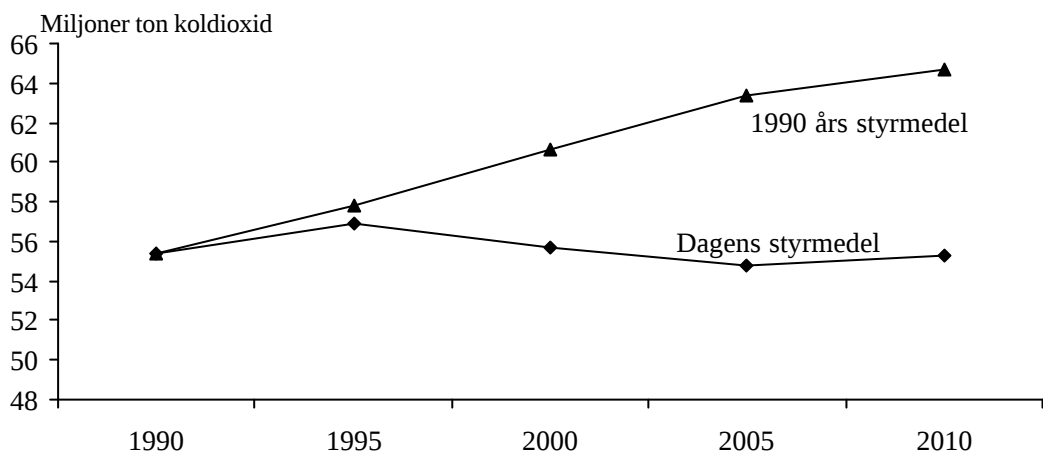
<sup>9</sup> Ev. utsläpp av koldioxid vid framställning av etanol ej inberäknad.

<sup>10</sup> Åtgärderna har ej utvärderats. Bedömningen bygger på kommunernas uppgifter i ansökan.

stödsystem för att främja elproduktion från förnybar energislag ersätts med ett nytt marknadsbaserat system, i enlighet med riksdagens beslut år 2001<sup>11</sup>.

I beräkningen med 1990 års styrmedel antas att 1990 års skatter gäller under hela den studerade perioden. År 1990 fanns ingen koldioxidskatt. Energiskatt togs ut även för användning inom industrin. Det fanns ingen moms på energianvändning och svavelskatten var inte införd. Det fanns inga driftstöd till vindkraft eller småskalig kraftproduktion och inte heller investeringsbidrag till särskilda tekniker.

**Figur 2 Totala koldioxidutsläpp i de olika styrmedelsscenarierna, miljoner ton koldioxid**



Källa: Energimyndighetens rapport ER 15:2001, Beräkningar med MARKAL - underlag till Energimyndighetens klimatrappport 2001

Av figuren framgår att det finns förutsättningar att dagens styrmedel i stort sett kan hålla nere utsläppen av koldioxid på 1990 års nivå under hela den studerade perioden. År 2000 beräknas utsläppsreduktionen uppgå till ca 5 miljoner ton koldioxid och år 2010 ca 10 miljoner ton koldioxid. Den beräknade utsläppsskillnaden är emellertid med stor sannolikhet en underskattning av den verkliga effekten, eftersom beräkningen med modellen inte inkluderar effekter på energianvändningen till följd av skillnader i energipriser.

### Kostnaderna och effektiviteten varierar

Som tidigare framgått är energi- och koldioxidbeskattningen alltjämt det mest betydelsefulla styrmedlet för att minska och begränsa utsläppen av koldioxid. De har också haft andra positiva effekter för miljön, exempelvis genom att svavelutsläppen minskat till följd av ökad användning av biobränslen.

Riktade statliga bidrag till vissa delområden inom energisektorn har ökat sedan den förra rapporteringen till klimatkonventionen. Det har huvudsakligen skett genom större sammanhållna program inom miljöområdet. De totala statliga subventionerna, fram t.o.m. år 2000 som direkt eller indirekt minskar utsläppen av koldioxid, uppgår till mer än 5 miljarder kronor. Bidrag till infrastruktursatsningar ingår inte i denna summa. Härtill kommer anslag till forskning och utveckling som för energisektorns del uppgår till ca 5 miljarder kronor.

Det lokala investeringsprogrammet är det största enskilda programmet och väntas bidra mest till reduktionen av koldioxid. Programmet är emellertid inte utvärderat utan beräkningarna bygger på

<sup>11</sup> I beräkningen simuleras detta med ett stöd på 15 öre/kWh.

kommunernas ansökningar. Utifrån uppgifter från de enskilda kommunerna i ansökningarna till Miljödepartementet beräknas programmen ge 0,43 TWh elbesparing och 1,6 miljoner ton minskade koldioxidutsläpp.

Vid den utvärdering som gjorts av övriga program har man konstaterat att konverteringsprogrammen av el till fjärrvärme eller andra uppvärmningssystem och att minska effektuttaget, inte fungerat som avsett. Konverteringen till andra uppvärmningssystem är i många fall dyra. Vidare är de relativa prisförhållandena mellan fjärrvärme och el ogynnsam för fjärrvärmerna. För närvarande är således inte konverteringen lönsam för den enskilde.

Programmen för investeringsstöd till biobränslebaserad kraftvärme och vindkraftverk har varit i stort sett lyckosamma och de mål som har satts upp för verksamheten har nåtts. En nackdel med investeringsstöd är emellertid att de inte utformats så att de leder till någon nämnvärd teknikutveckling. Driftsstöd å andra sidan innebär svåröverskådliga eller osäkra ekonomiska effekter på sikt, både för staten och för stödmottagaren.

Den totala effekten av investeringsprogrammen för konvertering och investering till förnybara energislag beräknas ge ett minskat elbehov av ca 0,4 TWh och en ökad elproduktion från förnybara energislag med ca 1,3 TWh. Omräknat i reducerade utsläpp av koldioxid motsvarar detta 0,8 – 1,6 milj. ton.

Tabell 4 summerar effekten av de investeringsprogram som Energimyndigheten haft ansvar att genomföra. Tabellen visar mängden koldioxid som reducerats i förhållande till den statliga insatsen. Av tabellen framgår exempelvis att det i allmänhet är mer effektivt att tillföra en ny mängd förnybar elenergi än att konvertera elvärme till andra uppvärmningsformer.

**Tabell 4 Prestationsmått för vissa åtgärder i omställningsprogrammet, mätt som kg minskad koldioxid per statlig bidragskrona**

| Investeringsprogram                                    | Effektivitet mätt som kg minskad koldioxid per statlig bidragskrona [kg/kr] |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Konvertering från elvärme till individuell uppvärmning | 0,2                                                                         |
| Konvertering från elvärme till fjärrvärme              | 0,4                                                                         |
| Minskat effektbehov                                    | 0,1                                                                         |
| Investeringsstöd till småskalig vattenkraft            | 0,8                                                                         |
| Investeringsstöd till vindkraft                        | 0,7                                                                         |
| Investeringsstöd till biokraftvärme                    | 1,1                                                                         |

Anm.: Tabellen är beräknad utifrån att de förnybara energislagen respektive den minskade elvärmerna ersätter elproduktion i naturgaskombikraftverk

Det är svårt att utvärdera effekterna av de olika stödformerna för att främja energieffektivisering. Teknikupphandling används för att möjliggöra och påskynda utvecklingen och introduktionen av ny teknik på marknaden, t.ex. för att stimulera en ökad användning av energisnålare och miljövänligare produkter. Det finns inga självklara metoder för att bedöma hur verksam teknikupphandlingen varit för att minska energianvändningen. Svårigheterna beror bl.a. på att effekterna vanligen börjar synas efter tre till fyra år efter start och ger fullt utvecklade spridningseffekter först efter kanske sex till åtta år. En del av anslaget används för att stödja informationsinsatser från regionala energikontor, intresseföreningar och liknande. Denna informationsverksamhet är viktig för att energipolitiken ska kunna genomföras effektivt, oavsett dess inriktning, men svår att utvärdera.

Utifrån försäljningsstatistik kan man få en uppfattning om vad teknikupphandling och märkning haft för effekt på marknaden för särskilt energisnåla produkter. Summeras alla typer av projekt

för effektivare energianvändning beräknas reduktionen bli 0,4 TWh olja och 0,4 TWh elenergi. Omräknat till koldioxidutsläpp motsvarar detta 100 – 200 kton. Hela denna reduktion kan dock inte hänföras till de statliga insatserna för effektivare energianvändning utan är också ett resultat av en spontan teknikutveckling. Något som inte heller fångas upp i en sådan beskrivning är den s.k. reboundeffekten, dvs. att det kan finnas utrymme till ökad konsumtion inom samma eller ett annat område till följd av resurseffektiviseringen.

### **Kostnadseffektiva åtgärder i Baltikum och övriga Östeuropa**

Utsläpp av växthusgaser ger miljöeffekter oberoende var på jorden de släpps ut. Kostnader för att begränsa utsläppen varierar däremot från sektor till sektor och från land till land. Sverige startade därför tidigt ett investeringsprogram för att främja energieffektivisering och förnybara energislag i Baltikum och övriga Östeuropa. Programmen blev så småningom en del av klimatkonventionens pilotprogram för gemensamt genomförande (Activities Implemented Jointly, AIJ) Mellan 1993 och 2002 har totalt ca 627 miljoner kronor anslagits för dessa ändamål.

Programmet syftar till att minska utsläppen av koldioxid och andra miljöpåverkande ämnen, att effektivisera de baltiska staternas energisystem, samt att introducera förnybara energikällor. I nuläget har över 70 projekt initierats av Energimyndigheten (och tidigare NUTEK), varav 64 stycken har rapporterats till FN:s Klimatsekretariat. Projekten har genomförts i fjärrvärmesektorn i de baltiska länderna samt i Sankt Petersburg- och Kaliningradområdena i Ryssland. Ett biogasprojekt har startats i Polen. *Pannkonverteringsprojekten* avser i huvudsak ombyggnad av pannor i storleksordningen 3-10 MW i värmecentraler som möjliggör en övergång från användning av fossila bränslen som tung eldningsolja och kol till biobränsle, d.v.s. träflis, skogsavfall samt restprodukter från trävarubaserad industri. *Distributionsprojekten* avser upprustning av fjärrvärmenäten genom utbyte eller omisolering av rörsystemen, vattenbehandling för att förlänga hela systemets livslängd samt installation av undercentraler och reglerutrustning m.m. *Effektiviseringsprojekten* i byggnader omfattar åtgärder som ombyggnad eller omisolering av yttertak, installation av undercentraler, värmeväxlare, mät- och reglerutrustning, balansering av systemen samt tätning av fönster och dörrar m.m.

Projekten har finansierats genom förmånliga lån till mottagarländerna varvid Energimyndigheten står för konsultkostnader, t.ex. genom förstudier. Lån till anläggningsägare eller motsvarande ges i allmänhet på tio år och med två års amorteringsfrihet. Räntan på lånen utgörs av STIBOR<sup>12</sup>, i något fall med ett påslag på 0,5 procent. Ambitionen i projekten är att dessa ska ha en återbetalningstid som är kortare än låneperioden. I pannkonverteringsprojekten beräknas återbetalningstiden i genomsnitt till ca 5 år, i distributionsprojekten varierar återbetalningstiden mellan ca 2 och 12 år beroende på i vilken utsträckning nya förisolerade fjärrvärmerör behövs. I byggnadsprojekten har de renodlade energieffektiviseringsåtgärderna en återbetalningstid på 7-9 år medan sådana renoveringar i byggnadsbeståndet som bedöms nödvändiga för en rationell energianvändning har en återbetalningstid på 16-20 år.

I tabell 5 redovisas resultaten av genomförda projekt. I tabellen redovisas vilka utsläppsreduktioner projekten givit för respektive projekt och land. I tabell 6 redovisas den specifika kostnaden uttryckt i svenska kronor (ören) per kilogram reducerat utsläpp under projektens livslängd: Ett genomsnitt har beräknats för samtliga berörda länders projekt i respektive grupp.

---

<sup>12</sup> Stockholm Inter Bank Official Rate.

**Tabell 5 Effekter av de svenska insatserna i Baltikum och Ryssland**

| Land         | Antal projekt | Investeringskostnad | Transaktionskostnad | Summa      | CO <sub>2</sub> reduktion år 2000 | Ack. CO <sub>2</sub> - reduktion år 2000 | Ackumulerad reduktion CO <sub>2</sub> för Projekt-livslängd |
|--------------|---------------|---------------------|---------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|              |               | Mkr                 | Mkr                 | Mkr        | Ton                               | Ton                                      | Ton                                                         |
| Estland      | 21            | 68                  | 21                  | 89         | 96 000                            | 433 000                                  | 1 531 000                                                   |
| Lettland     | 22            | 59                  | 20                  | 79         | 72 000                            | 370 000                                  | 1 305 000                                                   |
| Litauen      | 9             | 40                  | 16                  | 56         | 30 000                            | 127 000                                  | 629 000                                                     |
| Ryssland     | 12            | 30                  | 17                  | 47         | 23 000                            | 81 000                                   | 538 000                                                     |
| <b>Summa</b> | <b>64</b>     | <b>197</b>          | <b>74</b>           | <b>271</b> | <b>221 000</b>                    | <b>1 011 000</b>                         | <b>4 003 000</b>                                            |

Kostnaderna är uppdelade i investerings- och transaktionskostnader. Investeringskostnader är totala investeringen inklusive räntekostnader, i detta fall lån som skall återbetalas. Transaktionskostnader består av konsultstöd och administrativa kostnader, samt i vissa fall avskrivningar av lån- eller räntefordringar. Projekten har genomförts inom ramen för Klimakonventionens AIJ-program. Hur kostnaderna och kreditering av uppnådda utsläppsreduktioner ska fördelas mellan länderna vid ett verkligt JI-projekt är en förhandlingsfråga mellan parterna.

Kostnaden för projekten är 271 miljoner kronor, varav transaktionskostnaderna som helt finansierats av Sverige uppgår till 74 miljoner kronor. Investeringskostnaden tas i huvudsak av värdlandet för projekten genom lån från Energimyndigheten. De fördelaktiga räntevillkoren med räntenivåer som legat långt under kommersiella räntenivåer kan dock anses som en kostnad för Sverige.

Den totala minskningen av koldioxidutsläppen fram till år 2000 beräknas vara ca 1 miljon ton sedan driftstart.

**Tabell 6 Investerings- och transaktionskostnad per kg reducerad koldioxid**

| Typ av projekt                | Investeringskostnad öre per kg koldioxidreduktion | Transaktionskostnad öre per kg koldioxidreduktion | Summa öre per kg koldioxidreduktion |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Konverteringsprojekt          | 4,3                                               | 1,4                                               | 5,7                                 |
| Fjärrvärmeprojekt             | 7,9                                               | 4,3                                               | 12,2                                |
| Energieffektiviseringsprojekt | 27,0                                              | 16,0                                              | 43,0                                |
| <b>Totalt</b>                 | <b>4,9</b>                                        | <b>1,8</b>                                        | <b>6,7</b>                          |

Tabell 6 visar kostnaden i öre per kg minskade koldioxidutsläpp. Värdena gäller den totala kostnaden utslagen på projektens livslängd, som varierar mellan 10-25 år. Ytterligare transaktionskostnader för rapportering och uppföljning kan tillkomma och därmed höja priset en aning. Tabellen inkluderar inte intäkter för värdlandet i form av minskade kostnader för bränslen till följd av konvertering till annat energislag eller energibesparande åtgärder. Trots det visar tabellen att projekten är kostnadseffektiva jämfört med kostnader i Sverige, där marginalkostnaden för att minska koldioxidutsläpp i allmänhet överstiger 50 öre/kg.

De projekt som genomförts inom ramen för klimatkonventionens pilotfas för gemensamt genomförande (AIJ) visar att det finns förutsättningar för att genomföra projekt i enlighet med kriterierna för de flexibla mekanismerna, dvs. att de är kostnadseffektiva och att stora utsläppsreduktioner kan göras med förhållandevis små medel. I nuläget finns det inte förutsättningar för ytterligare AIJ-projekt eftersom nya projekt skall ske som krediterbara projekt under ett kommande nationellt klimatinvesteringsprogram. Myndigheten slutför dock det fåtal AIJ-projekt som var beslutade före 1999 men som av olika skäl inte kunnat startas förrän efter 1999.

Programmet har kontinuerligt utvärderats av lokala experter och oberoende konsulter och har fått internationell uppmärksamhet p.g.a. ett kostnadseffektivt och ett väl fungerande genomförande. Programmet har uppmärksammats inte enbart för minskade utsläpp av växthusgaser utan även andra positiva effekter, både i Sverige och i mottagarländerna. Programmet har haft en positiv inverkan på inställningen till en miljöinriktad energitillförsel och energianvändning hos de personer i mottagarländerna som har varit inblandade eller haft kontakt med programmet. Attityderna har förändrats och kunskaperna (om t ex FN:s ramkonvention) har förbättrats. För det andra har programmet haft en positiv inverkan på uppbyggnaden av en inhemsk marknad för biobränsle och pannor för att elda biobränsle. Vidare har programmet bidragit till att långsiktigt samarbete etablerats mellan svenska företag och företag i värdländerna inklusive samarbete på tredje marknad. Programmet har bidragit till en god relation till de baltiska energi- och miljöministerierna och energimyndigheter och på så vis har ett långsiktigt förtroendefullt samarbete etablerats.

### ***Forskning och utveckling på längre sikt***

Klimatförändringar är ett långsiktigt miljöproblem. Åtgärder vidtas nu för att begränsa utsläppen av växthusgaser, men det krävs fortsatt teknikutveckling för att långsiktigt lösa problemen. Forskning, utveckling och demonstration är basen i den svenska strategin för att skapa en hållbar utveckling av energisystemet med begränsad klimatpåverkan. Ett övergripande mål för svensk energiforskning och energiteknikstöd är att satsningarna ska minska kostnaderna för att utnyttja de förnybara energislagen så att dessa blir ekonomiskt bärkraftiga alternativ till kärnkraft och fossila bränslen. Under de närmaste tio till femton åren ska inslaget av el- och värmeproduktion baserad på förnybara energikällor öka kraftigt. För detta krävs att ny teknik utvecklas till att bli lönsam och kommersiellt tillgänglig.

Energimyndigheten finansierar både forskning och utveckling. Forskningsprogrammen finansieras helt av Energimyndigheten, medan utvecklingsprogrammen samfinansieras med näringslivet. Behov av forskningsinsatser identifieras och program utformas ofta i samråd med forskare, näringsliv och berörda myndigheter. Programmen har vanligen en löptid om ca 2-4 år men de kan följas av nya programomgångar för att uppnå en längre kontinuitet i forskningen.

Forskningsområden som särskilt ska prioriteras är;

- biobränslebaserad kraftvärme
- biobränsleförsörjning med tillhörande askhanteringsfrågor
- nya processer för etanolproduktion baserad på cellulosahaltiga råvaror
- alternativa drivmedel
- ny teknik för storskalig utnyttjande av vindkraft och havsbaserad vindkraft
- solceller
- forsknings- och utvecklingsarbete för energieffektivisering i bebyggelse-, industri- och transportsektorn.

Riksdagen anvisade år 1997 totalt ca 5 miljarder kronor för en sjuårsperiod, med start år 1998 för forskning och utveckling av energiteknik<sup>13</sup>. I tabell 7 visas anvisade medel inom olika områden. Medlen förfogas av flera myndigheter men energimyndigheten har samordningsansvar.

**Tabell 7 Anvisade och beräknade medel för forskning och utveckling 1998-2004, miljoner kronor.**

| Anslag/anslagspost                   | 1998<br>Mkr | 1999<br>Mkr | 2000<br>Mkr | 2001<br>Mkr | Beräknat<br>2002<br>Mkr | Beräknat<br>2003<br>Mkr | Beräknat<br>2004<br>Mkr | Summa<br>Mkr |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| Energiforskning totalt <sup>14</sup> | 320         | 335         | 402         | 431         | 461                     | 426                     | 426                     | 2801         |
| Energiteknikstöd                     | 90          | 130         | 130         | 130         | 130                     | 130                     | 130                     | 870          |
| Introduktion av ny energiteknik      | 160         | 230         | 230         | 230         | 230                     | 230                     | 300                     | 1 610        |
| Summa                                | 570         | 695         | 762         | 791         | 821                     | 786                     | 856                     | 5281         |

## Vattenkraft

Inom vattenkraftområdet är utgångspunkten att behålla och effektivisera befintliga produktionsanläggningar. Energimyndigheten finansierar forskning inom programmen *Vattenturbinteknik* och *Vattenkraft – miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten*. Det första programmet ska bl.a. bidra till utvecklingen av vattenturbiner med hög verkningsgrad och goda möjligheter till varierat effektuttag. Det andra programmet ska för ett givet vattendrag ge underlag för att tekniskt och ekonomiskt kunna värdera olika möjligheter att uppnå önskvärda mål för naturmiljön.

Turbinteknikprogrammets övergripande mål är att vattenkraft ska kunna vidareutvecklas för att möta framtida krav på miljöanpassning och effektivitet, samt att verka för att kraftproducerande och tillverkande industri långsiktigt kan försörjas med personal som har kompetens inom vattenturbinområdet. En viktig del av programmet är att praktiskt verifiera teoretiska studier och modeller i försöks- och pilotanläggningar. "Powerformern" är en ny tillämpning som leder till ökad verkningsgrad genom att elkraften kan matas in direkt på nätet.

Kollektivforskningsprogrammet *Vattenkraft – miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten* samfinansieras av Energimyndigheten, Fiskeriverket och ELFORSK AB, med Naturvårdsverket som deltagare. Programmets övergripande mål är att ta fram ett gemensamt vetenskapligt underlag för bedömning av vattenkraftens miljöpåverkan, samt att vattenkraft skall kunna utnyttjas effektivt efter anpassning till nationella miljökvalitetsmål och direktiv avseende vattenkvalitet, fiske, ekologisk funktion, biologisk mångfald och genetisk variation. Verksamheten

<sup>13</sup> Propositionen om en *Uthållig energiförsörjning* (prop. 1996/1997: 84, bet. 96/97 NU:12, rskr 96/97:272).

<sup>14</sup> Ca 80 % av anslaget förfogas av Energimyndigheten, resterande av Vinnova, Formas och Vetenskapsrådet.

går ut på att pröva hypoteser och teoretiska studier i försöks- och pilotanläggningar samt i naturliga vatten.

## Vindkraft

Vindkraft har den största tekniska potentialen att nå marknadsframgångar på kort sikt jämfört med andra förnybara alternativ. Svenska satsningar har nyligen resulterat i ett tekniskt genombrott, den s.k. "Windformern" som väntas få stor genomslagskraft. Den nya tekniken möjliggör att elkraften kan matas in direkt på nätet utan att gå omvägen via transformator. Det sänker kostnaden och ökar verkningsgraden.

I Sverige finns kunskap på ett antal institutioner vid högskolor och universitet, vid företag i vindkraftbranschen och i vindkraftutvecklingsföretag. Svensk teknik ligger långt framme i ett internationellt perspektiv. Sverige ligger även långt framme på off-shoresidan, världens första havsbaserade vindkraftverk finns i Sverige. Exempel på framgångsrik forskning är att bladprofiler som utvecklats genom svensk aerodynamikforskning numer används av kommersiella tillverkare av vindkraftverk.

Vindkraften blir allt mer storskalig både för hela vindkraftparker och enskilda vindkraftverk. Medan andra länder tidigare satsat på småskalig vindkraft har Sverige istället fokuserat på utveckling av stora vindkraftverk från 1 MW och uppåt, något som hittills dock inte lett till någon kommersiell produkt. Satsningen har dock lett till en stor kunskapsuppbyggnad under lång tid i Sverige, vilket kan visa sig bli av avgörande vikt vid en kommersiell introduktion av storskalig teknik. Vindkraften har ännu alltför höga investeringskostnader för att på egna meriter kunna slå sig in i något EU-land, varför stöd i någon form är nödvändigt. Det kan utgöras av skattelättnader, investerings- och driftbidrag eller marknadsbaserade styrmedel som exempelvis gröna certifikat.

## Solceller

På lång sikt kan även elproduktion från solceller bli konkurrenskraftig. I Sverige finns en liten men växande marknad för de fristående solesystem som till exempel används på fyrar, i båtar och i husvagnar, dvs. då energiförsörjning med mer konventionell teknik av praktiska eller ekonomiska skäl inte är möjlig. De självförsörjande solcellsanläggningarna är än så länge vanligast i landet. Den tekniska potentialen för sol i Sverige är 5-10 TWh per år utan extra kostnad för lagring i det svenska elnätet genom att vattenkraften utnyttjas som buffert. Solcellstekniken i sig är beprövad och tillförlitlig och forskningen är nu inriktad på att hitta material och metoder som kan leda till en konkurrenskraftig storskalig produktion.

Svensk forskning kring sol i Sverige är idag samlad i två stora forskningsprogram. Inom *SolEl 00-02* undersöks dels möjligheterna att använda solceller i det befintliga elsystemet på rimliga ekonomiska villkor, och dels vilka utvecklingsinsatser som behövs för att öka möjligheterna för solceller att spela en roll i Sveriges elproduktion. I programmet analyseras bl.a. vilken miljöpåverkan olika solcellstekniker har. Det gäller råvarubrytning, transporter, produktionsteknik, återvinning och skrotning. Inom delområdet *Solceller i byggnader* satsas på kompetensutveckling och informationsspridning till byggindustri och arkitekter. När det gäller montage-teknik är reflektorer en intressant lösning för att öka solinstrålningen per solcellsyta och sänka den totala energiproduktionskostnaden.

Vid Ångström Solar Center i Uppsala, som till 50 procent finansieras av Energimyndigheten, forskas bl.a. kring tunnfilmssolceller, nanokristallina solceller och "smarta fönster". Ångström Solar Center har för närvarande världsrekordet för en tunnfilmsmodul med s k CIGS-solceller.

När det gäller tunnfilm är inriktningen att ta fram processer för storskalig tillverkning av billiga tunnfilmsbaserade solceller. Det handlar bl.a. om forskning och utveckling av tunnfilmssolceller av CIGS-typ. För nanokristallina solceller (NSC) handlar det mer om grundforskning. På laboratoriet tillverkas NSC mycket enkelt, vilket innebär goda möjligheter att producera billiga solceller i framtiden. Inom området ”smarta fönster” arbetar man med fönster vars förmåga att släppa igenom ljus kan varieras med en elektrisk spänning. Målet för forskningen inom ”smarta fönster” är att utveckla ett fönster med utmärkta optiska egenskaper och god stabilitet över lång tid.

## **Bränslebaserad el- och värmeproduktion**

I jämförelse med internationella förhållanden använder Sverige betydande mängder bioenergi. Biobränslen används främst på värmemarknaden och i skogsindustrin. Biprodukter från sågverk och massaindustrier dominerar, men användningen av avverkningsrester och gallringsvirke från skogsbruket ökar. Det finns en avsevärd teknisk och ekologiskt tillgänglig men outnyttjad potential i primärt skogsbränsle till rimlig kostnad. Inom 20 år kan ca 130-150 TWh vara en realistisk biobränslepotential<sup>15</sup>, vilket skulle innebära en ökning med ca 50 procent från dagens nivå. På längre sikt kan intensivodlad skog ge ytterligare bränsle. Teknik för att paketera hyggesrester i storbalar minskar kraven på omlastning och sänker kostnaderna. Denna metod befinner sig nära marknadsetablering. För odlade biobränslen, främst Salix energiskog, pågår marknadsintroduktion. Det finns grundläggande kunskap för att odla energigrödor och skogsbränsle kan tas ut på ett miljömässigt bra sätt. Ett ekologiskt uthålligt uttag av avverkningsrester förutsätter att växtnäring, t ex i form av aska, återförs. Teknik för askåterföring har demonstrerats men är ännu inte rutin.

Pågående forskning syftar till att förbättra hela biobränslekedjan från produktion, ekologi, hantering, transport och eventuell förädling, till energiomvandling och effektivaste utnyttjande. Forskning om bioenergens ekologiska, ekonomiska och tekniska förutsättningar för skogsbränsleproduktion inklusive askåterföring, energiskog och energigrödor samt även för intensivodlad skog, ska precisera hur stor biobränslepotentialen är i praktiken.

Energimyndigheten driver flera forsknings- och utvecklingsprogram med målet att utveckla tekniker för biobränsle för el- och värmeproduktion med allt högre verkningsgrad och lägre miljöpåverkan med på sikt konkurrenskraftig kostnadsnivå. Särskilda satsningar görs för att minska utsläpp av hälsopåverkande ämnen från småskalig förbränning. För ångturbinprocessen utvecklas material och system för att undvika korrosion i överhettare och för att nå högre ångdata och elverkningsgrader. För naturgasbaserad kraftproduktion är processer med gasturbiner centrala. Flera tekniker är aktuella för kommersialisering fram till 2010, t ex evaporativ gasturbin, s k Bio-IGCC, indirekt eldad gasturbin och Sterlingmotor, samt mikroturbiner.

I Sverige bedrivs grundläggande forskning om en process för vätgasproduktion via artificiell fotosyntes. Målet är att skapa ett system där vätgas framställs av vatten och solljus. Den svenska forskningen på området hör till internationella forskningsfronten och väntas nå tillämpad fas om 5-10 år. Om vätgas kan produceras på ett förnybart och konkurrenskraftigt sätt med artificiell fotosyntes är den potentiella marknaden extremt stor, t ex i kombination med bränsleceller. Demonstrationsanläggningar bedöms finnas om 15-20 år, och en etablering på marknaden förväntas om ca 20-25 år.

Stationära bränsleceller har stora miljöfördelar och utvecklingen går mycket snabbt. Internationellt väntas marknaden utvecklas inom de närmaste åren i takt med att kostnaderna sjunker. Forskning kring stationära bränsleceller drivs i nära samarbete med näringslivet och siktar på

---

<sup>15</sup> Energimyndighetens underlag till Förslag till Svensk Klimatstrategi, SOU 2000:23.

kommersiell tillämpning, t ex driftoptimering, materialegenskaper, förbättrad prestanda, driftegenskaper för olika förhållanden, olika bränsletyper, tillämpningsområden, tillförlitlighet etc. För fastoxidbränslecellen (större stationära anläggningar) fokuseras forskningen på möjligheterna att koppla bränslecellen till en gasturbin och på så sätt öka verkningsgraden, samt andra sätt att få ut mer energi.

## **Industrin**

Energieffektivisering inom industrin är en kontinuerlig process som sker i många små steg. Teknikutveckling som medför mindre klimatpåverkan är en viktig uppgift för framtiden. Den svenska satsningen ligger på hela innovationssystemet, från ren grundläggande forskning inom speciella områden till marknadsintroduktion via utvecklingsarbete på högskolor och industriföretag..

Energimyndigheten driver forskningsprogrammet processintegration. Inom programmet utvecklas metoder för utformande och ombyggnad av industriella processer med avseende på investerings- och driftskostnader. Enhetsprocesser inom industrin omfattar de strategiskt viktiga och energikrävande processtegen inom olika tillverkningsprocesser, t.ex. masugnen inom stålindustrin, och sulfatmassakokning inom pappersmasseindustrin. Energimyndigheten är vid sidan av industrin den enskilt största finansiären av energirelaterad utveckling inom industrin. En viktig del i Energimyndighetens arbete är att peka ut viktiga processteg och/eller enhetsprocesser för framtida effektiviseringar.

Att ge stöd till branschforskningsinstitutens pilotinriktade verksamhet är viktigt för att stödja teknikutveckling inom den tunga industrin. Stöd ges till forskning och utveckling genom samverkan med bl.a. Skogsindustrins tekniska forskningsinstitut (STFI) och Stiftelsen för metallurgisk forskning (MEFOS). Processen för framställning av klor/alkali genom membranteknik är ett exempel på utveckling inom kemiindustrin. Andra exempel är utvecklingen av svartlutsförgasning inom sulfatmassatillverkningen och en ny teknik för energieffektivare ugnar genom högtemperaturförbränning som för tillfället testas i en försöksugn vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm, samt ett samarbete mellan Energimyndigheten och Svenska Gjuteriföreningen som syftar till att höja kunskapen om energieffektiva gjutmetoder.

## **Transporter**

Utvecklingen av el- och elhybridfordon förväntas ge upphov till högre verkningsgrader och lägre nivåer av utsläpp. Satsningar på batteriteknik kommer att öka användningsområdet för dessa fordon och även möjliggöra användning av bränslecellsteknik. Bränslet till en bränslecell kan vara såväl fossilt som biobaserat. På sikt bedöms användningen av biodrivmedel vara det mest betydelsefulla utvecklingssteget för att minska utsläppen från tunga långväga godstransporter på väg. För att minska det totala utsläppet av koldioxid från landsvägstransporter lämnar Energimyndigheten även bidrag till demonstrationsprojekt för att öka energieffektiviteten för godstransporter på vatten och järnväg.

Energimyndigheten har påbörjat ett programarbete där målet är att uppföra en pilotanläggning för förgasning av skogsråvara med tillhörande biodrivmedelsproduktion. Målet är att kunna producera etanol ur skogsråvara till en kostnad som är likvärdig med etanol ur spannmål. Idag finns inga direkta plattformar för samarbete kring förgasning inriktad mot produktion av drivmedel som metanol, dimetyleter, bioparaffin och bioalkylat. På lång sikt bedöms förutsättningarna för etanol och metanol som i stort sett likvärdiga och det finns planer på att uppföra pilotanläggningar för såväl etanolutvinning ur cellulosa som biobaserad metanol.

Dagens kunskapsnivå i Sverige får anses som hög inom *förbränningsområdet*, och fordonsindustrin i Sverige är idag ledande inom forskning och utveckling av förbränningsmotorer. Ett viktigt område för ny teknik i framtiden är att binda ihop förbränningsmotorteknik och elteknik i ett hybridfordon. ”Gröna Bilen” är ett nystartat samverkansprogram mellan svenska fordonstillverkare och staten. Programmet syftar dels till att få fram fordon med bättre miljöegenskaper, dels att stärka den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft.

Energimyndighetens insatser är viktiga för den svenska industrins utveckling och kompetensförsörjning. Det finns idag ett antal större forsknings- och utvecklingssamarbeten mellan industri, universitet och stat för demonstration av *elektrisk transmissionsteknik*. Energimyndigheten har genom det avslutade programmet el- och hybridfordonsteknik och det pågående programmet energisystem i vägfordon verkat för en kunskapsuppbyggnad i Sverige.

## Byggnader

Staten stödjer forskning och utveckling inom området *energieffektivisering*, främst att vidareutveckla känd och beprövad byggnads- och installationsteknik, samt utveckla nya material, komponenter, metoder och system. Brukaren får alltmer tyngd när det gäller att utforma energieffektivitet för ett hus. På grund av den låga nybyggnadstakten ger energieffektiviserings- och hushållningsinsatser i nybebyggelse endast ringa genomslag. Energiinsatser i samband med ombyggnader är därför viktiga men eftersom även dessa för närvarande är på en låg nivå bör effektiviseringsinsatser vara anpassade för att kunna appliceras i samband med normala underhållsåtgärder. Inom sektorn finns dock stora potentialer. Med ny kommersiell teknik kan nybyggda hus förbruka endast 8 000 kWh per år i jämförelse med gängse 14 000 kWh per år.

Långsiktigt stöd till forskning och utveckling beträffande byggnaders energianvändning sker för bl.a. solvärme, fjärrvärme, värmepumpande tekniker och småskalig biobränsleanvändning. Tack vare långvarig satsning på *solvärme* är kunskapsnivån i Sverige mycket god. Beträffande *solvärme* sker satsningar på forskning, utveckling och demonstration via ett integrerat program med deltagare från forskningsledet, tillverkande industri och beställargrupper.

Inom området *värmepumpar* är kunskapsnivån i Sverige vid den internationella frontlinjen och har en ledande position då det gäller att ersätta miljöskadliga ”freoner” med andra köldmedier och i synnerhet naturliga köldmedier såsom ammoniak, propan och koldioxid. Energimyndigheten finansierar, utöver basforskning vid ett par högskoleinstitutioner, tillsammans med ca trettio företag ur svenskt näringsliv ett tillämpat forsknings- och utvecklingsprogram. Syftet är att utveckla och ta fram effektiva system med låg negativ miljöpåverkan till en låg kostnad.

Belysning och ventilation, som i början på 1990-talet svarade för ungefär 70 procent av användningen av driftel<sup>16</sup>, har blivit effektivare till följd av bättre ljuskällor samt förbättrad driftstyrning och dimensionering. Energimyndigheten med flera stöder forskning på vita lysdioder (LED) för *belysningsändamål* med två parallella forskningsprojekt

Utöver ovanstående teknikinriktade satsningar finansierar myndigheten tillsammans med ELFORSK ett forskningsprogram riktat mot elanvändning i byggnader och mindre/medelstor industri (ELAN). Målet med programmet är att stärka utvecklingen inom området elanvändning/elapplikationer. Därutöver finansieras ett program kring *Smarta hus*, som utnyttjar IT-teknologi i stor utsträckning för att styra olika processer i hemmen. Målet med detta program är bl.a. att stärka kunskapsbasen och utvecklingen inom området Smarta hus.

---

<sup>16</sup> Driftel är den el som används till olika elektriska apparater(t.ex. kontorsmaskiner) samt belysning och ventilation i kontors- och affärslokaler samt offentliga lokaler som kyrkor, sjukhus och skolor.

## **Forskningsprogram om kolbalanser**

Energimyndigheten driver ett forskningsprogram om kolbalanser. Målet med programmet är att ta fram kunskap kring skogens kolflöden och som möjliggör att skogsbruket kan användas som ett effektivt medel för att minska koldioxidhalten i atmosfären. Programmet väntas ge underlag för strategier för att upprätthålla eller öka upptaget av koldioxid i sänkor inom skogsbruket. Åtgärder som aktualiserats i de internationella klimatförhandlingarna uppmärksammas särskilt. Delmål för programmet är;

- att öka kunskapen om kollagring, kolflöden och kolbalanser i skogsekosystem baserat på svenska ekologiska förhållanden, med hänsyn tagen till svensk skogsskötselpraxis.
- att bygga upp svensk kompetens kring skogens kolbalanser och kolsänkor som bl.a. möjliggör analys av konsekvenserna av förslag som läggs fram inom det globala klimatarbetet.
- att ta fram underlag för ett skogsnyttjande som kostnadseffektivt kan minska koldioxidhalten i atmosfären. Här inkluderas att minska koldioxidhalten i atmosfären med hjälp av skogsbränsleproduktion och användning av skogsprodukter på ett kostnadseffektivt sätt.

Energimyndighetens program kompletterar *MISTRA:s forskningsprogram - Strategier för att reducera utsläpp av växthusgaser från markanvändning*. Programmets syfte är att ta fram integrerade strategier för hur ändrad markanvändning och skötsel kan bidra till att reducera nettoemissioner av växthusgaser på ett optimalt sätt i Sverige.

## **Fortsatt arbete med styrmedel**

Riksdagen har fattat beslut om att nuvarande stödsystem för förnybara energislag ska upphöra år 2002. I stället ska ett system för att främja elproduktion från förnybara energislag introduceras. Systemet skall bygga på handel med certifikat kombinerat med en skyldighet att inkludera en viss andel förnybar el som uppfyller vissa miljöegenskaper i elleveranser eller elinköp. I anslutning till detta arbete har Energimyndigheten föreslagit ett planeringsmål för utbyggnad av vindkraften på 10 TWh om 10 – 15 år. Planeringsmålet har som syfte att inrätta en god handlingsberedskap bland kommuner och myndigheter i samband med lokalisering mm.

Riksdagen har också fattat ett principbeslut om en fortsatt skatteväxling mellan arbete och energi- och miljörelaterade skatter. Under en tioårsperiod bör 30 miljarder kronor kunna skatteväxlas. De nuvarande skatteintäkterna från energi- och miljörelaterade skatter uppgår till ca 50 miljarder kronor.

Det pågår också arbete med andra styrmedel som långsiktiga avtal med industrin, handel med utsläppsrätter och andra flexibla mekanismer.

## **Scenarier för energisektorns utsläpp av koldioxid**

Olika scenarier har tagits fram för att belysa den framtida utvecklingen av Sveriges utsläpp av koldioxid från energisektorn. Utgångspunkten för arbetet har varit att se hur utvecklingen blir med dagens styrmedel.

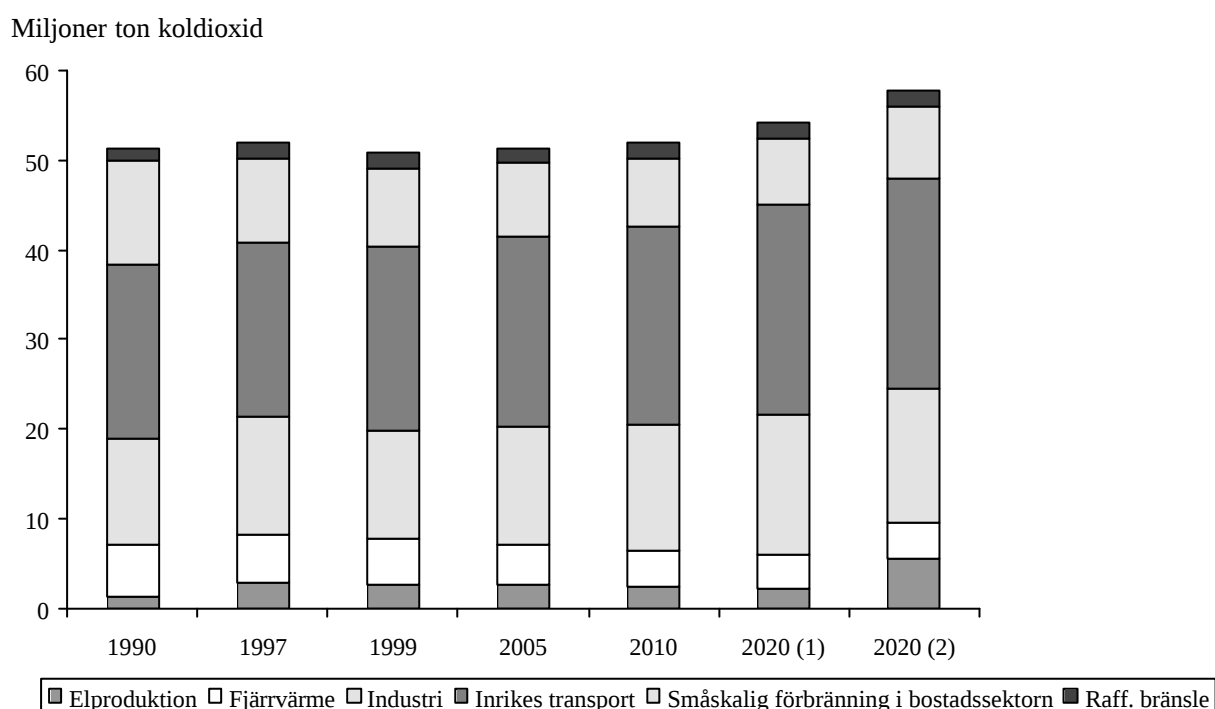
Utsläppen av koldioxid från energisektorn beräknas öka fram till 2020. I olika omfattning beroende på vilket antagande som görs för den svenska kärnkraften. Fram till år 2010 beräknas utsläppen vara i stort sett oförändrade.

Två olika alternativa scenarier har beräknats för den senare perioden 2010–2020. I det ena alternativet (1) är utgångspunkten att det görs reinvesteringar i kärnkraftverken och att dessa drivs vidare på marknadsmässiga villkor. Elpriserna ökar endast svagt i detta alternativ jämfört

med dagens prisnivåer. I det andra scenariot (2) avvecklas kärnkraftverken efter 40 års drift. Det innebär att reaktorerna börjar avvecklas år 2012. Under scenarioperioden stängs sammanlagt fem reaktorer. Detta ger ett högre elpris under slutet av perioden.

Utvecklingen av utsläppen skiljer sig åt mellan de olika delsektorerna. Utsläppen ökar i transport- respektive industrisektorn men minskar från fjärrvärmeproduktionen samt i samband med den småskaliga uppvärmningen i bostadssektorn. Utsläppen i samband med elproduktion minskar något i scenariot där kärnkraftverken drivs vidare. I scenariot där kärnkraften börjar avvecklas efter 40 års drift beräknas utsläppen fördubblas.

**Figur 3 Utsläpp av koldioxid från energisektorn 1990-1999, samt scenarier över den framtida utvecklingen.**



Bedömningen av den framtida utvecklingen av utsläppen av koldioxid från energisektorn är ett s.k. "business as usual"-scenario. Det innebär framför allt att analysen utgår från dagens energi- och miljöpolitiska ramar samt att antagandena i övrigt, exempelvis effektiviseringsantaganden, antas ligga i linje med den historiska utvecklingen. För bedömningar över teknikutveckling och eventuella teknikgenombrott är utgångspunkten den kunskap som finns i dag över i vilken takt olika tekniker kan komma att utvecklas.

Scenarierna bygger på antaganden om bland annat energipolitiken, den ekonomiska och den tekniska utvecklingen. Var för sig omgärdas dessa antaganden med osäkerhet. Flera förenklingar har behövt göras. Resultaten ska därför tolkas med försiktighet.

### Ökande utsläpp i industrisektorn

Industrins utsläpp av koldioxid beräknas öka med ungefär 20 procent fram till 2020, eller 2,7 miljoner ton, från basåret 1997. I scenarioalternativ 2 där kärnkraften börjar avvecklas efter 40 år beräknas ökningen av utsläppen bli något lägre. Det beror på att några av de elintensivaste branscherna/företagen bedöms avveckla produktionen eller förlägga produktionen utomlands.

Detta gör att framför allt elanvändningen minskar, men även användningen av fossila bränslen och fjärrvärme minskar något.

Scenarioberäkningarna ger en ökad användning av samtliga energislag. Inom massa- och pappersindustrin väntas biobränslen öka på oljans bekostnad. Denna utveckling dämpas dock, särskilt under den senare delen av scenarioperioden. Orsaken är att det är lönsamt för skogsindustrin att sälja biobränsle (restbränsle) till andra sektorer. Incitamenten till sådan försäljning beror på att tillverkningsindustrin betalar 35 procent av den generella koldioxidskatten. Olje användningen blir därför förhållandevis billigare inom industrin jämfört med övriga sektorer, med undantag av elproduktionssektorn.

Elanvändningen beräknas öka med knappt 9 TWh i scenarioalternativet där elpriserna är i stort sett oförändrade och med knappt 6 TWh i alternativet där elpriserna stiger till följd av att kärnkraften börjar avvecklas. Den ökande elanvändningen sker framför allt inom elintensiva branscher såsom massa- och pappersindustrin samt järn-, stål- och metallindustrin.

### **Förändrad sammansättning av energibärare i bostadssektorn**

Utsläppen från sektorn bostäder, service m.m. minskar med 20 procent från basåret 1997 fram till 2020. Det motsvarar 2 miljoner ton koldioxid. I scenariot där elpriserna stiger till följd av att kärnkraften börjar avvecklas minskar utsläppen fortfarande men i lägre takt, ungefär 15 procent. Vidare minskar utsläppen mer under den första delen av scenarioperioden, från 1997 till år 2010.

Den totala energianvändningen i sektorn bostäder, service m.m. ökar med ungefär 5 TWh från basåret 1997 fram till år 2020. Under den första scenarioperioden, 1997–2010, beräknas dock energianvändningen växa långsammare än under den senare delen av scenarioperioden. Den ökade energianvändningen tillskrivs fram för allt en högre nybyggnationstakt samt ökad användning av el till drift av apparater. Nybyggnationen antas vara högre under den senare delen av scenarioperioden.

Fördelningen mellan olika energislag förändras markant, vilket påverkar utsläppen av koldioxid. Fram till 2010 ökar el- och fjärrvärmeanvändning kraftigt samtidigt som användningen av olja minskar. Fram till 2020 fortsätter el- och fjärrvärmeanvändningen att öka, fast inte lika kraftigt. Under denna period minskar olje användningen men i en långsammare takt. Under den senare delen av scenarioperioden ökar användningen av trädbränslen, och då särskilt användningen av pellets. Den främsta anledningen är att det ekonomiskt är fördelaktigt.

Användningen av värmepumpar ökar under scenarioperioden. År 1997 producerades 6,5 TWh värme med värmepumpar. År 2020 beräknas produktionen av värme från värmepumpar uppgå till 10 TWh. En värmepump drivs nästan uteslutande med el och genererar 2-3 gånger så mycket energi som används för driften. Den energi i form av värme som genereras av värmepumparna inkluderas inte i redovisningen av sektorns sammanlagda energianvändning. Däremot inkluderas energin till driften av värmepumparna.

I scenarioalternativ 2 där kärnkraften börjar avvecklas efter 40 års drift beräknas ett högre elpris leda till en lägre elvärmeanvändning och högre olje användning jämfört med scenarioalternativ 1. Priset på elvärme ökar med ungefär 10 procent, inklusive skatter. Till följd av det högre elpriset antas även värmepumparna bli färre. Som ersättning förväntas både olje- och trädbränsle användningen öka.

## **Fortsatt ökade utsläpp från transportsektorn**

Utsläppen av koldioxid från transportsektorn beräknas öka med 20 procent från basåret 1997 fram till år 2020, d.v.s. 3,9 miljoner ton koldioxid. I beräkningen ingår inte utsläppen från utrikes sjöfart och utrikes flyg. Utsläppen från utrikes transporter beräknas öka med över 60 procent fram till 2020, dvs. 4 miljoner ton koldioxid. Bunkring för utrikes sjöfart står för hälften, ungefär 2 miljoner ton. Denna bedömning är dock mycket osäker eftersom användningen varierar beroende på relativpriserna mellan hamnar i olika länder.

Transportsektorn använder i dag nästan uteslutande fossila bränslen. Alternativa drivmedel, dvs. etanol, metanol, rapsmetylester(RME), biogas och naturgas är i dag marginella i förhållande till den totala bränsleanvändningen. Med dagens styrmedel bedöms användningen även år 2020 utgöras av fossila bränslen. Alternativa drivmedel kan emellertid användas i större omfattning inom vissa begränsade områden, t ex för kollektivtrafik i tätort.

Utsläppen av koldioxid i transportsektorn påverkas både av transportens längd, vilka transportslag som används samt vilka bränslen som används och hur effektiv energianvändningen är.

Persontransporternas utveckling är nära kopplad till den ekonomiska utvecklingen. Särskilt viktiga är antaganden om disponibel inkomst, sysselsättningsgrad, befolkningens storlek och struktur och kostnader för olika sätt att resa. Under scenarioperioden beräknas det sammanlagda persontransportarbetet fortsätta öka relativt kraftigt. Bilen står för den absolut största ökningen. Även flygresandet väntas öka starkt. Järnvägstrafiken ökar kraftigt fram till år 2010 men betydligt långsammare mellan 2010-2020 beroende på antagandet att det inte görs några nya investeringar i järnvägsinfrastruktur efter dem som påbörjats 2001.

Godstransportarbetet påverkas främst av hur näringslivet utvecklas, varför t.ex. antagandena om utveckling av BNP, industriproduktion och sysselsättning är viktiga i scenarieberäkningarna. I scenarierna ökar det sammanlagda godstransportarbetet med 25 procent till 2010 och med ytterligare 18 procent till 2020. Av den ökade mängden gods som transporteras förflyttas en allt större andel med lastbil.

Eftersom godstransporterna växer och lastbilstransporternas andel ökar beräknas dieselanvändningen öka relativt mycket under scenarioperioden. Användningen ökar särskilt mycket fram till år 2010. Detta beror på en förhållandevis kraftig ökning av antalet dieseldrivna personbilar samt en mycket kraftig ökning av andelen dieseldrivna lätta lastbilar.

Även användningen av flygbränsle ökar kraftigt. Bensinanvändningen ökar inte lika mycket. Detta är dels en effekt av att antalet dieseldrivna personbilar antas öka men också en effekt av att personbilarnas bränsleanvändning antas effektiviseras i en relativt snabb takt.

Den s k ACEA-överenskommelsen antas fullföljas. ACEA-överenskommelsen är en frivillig överenskommelse som har ingåtts mellan EG-kommissionen och den europeiska bilindustrin om att minska nya personbilars koldioxidutsläpp med 25 procent fram till år 2008 jämfört med 1995 års nivå. I beräkningarna får ACEA-överenskommelsen en relativt stor betydelse. Den årliga effektiviseringstakten beräknas uppgå till i genomsnitt 0,75 procent per år fram till 2020, jämfört med 0,2 procent per år utan överenskommelse. Detta motsvarar en sänkning med cirka 2 miljoner ton utsläpp av koldioxid under scenarioperioden. I bedömningen av hur stor effektiviseringstakten blir utan ACEA-överenskommelsen är utgångspunkten hur utvecklingen sett ut historiskt. Den bränsleeffektivisering som har skett under 1980- och 1990-talen har i stor

utsträckning vägts upp av starkare motorer, större och tyngre fordon samt mer extrautrustning som t ex luftkonditionering

Under den senare delen av scenarioperioden, 2010–2020, dämpas ökningen av utsläppen till följd av att bl.a. BNP-tillväxten antas vara lägre än perioden innan.

### **Kraftigt ökad biobräsleanvändning i fjärrvärmeproduktionen**

Utsläppen av koldioxid från fjärrvärmesektorn minskar med ungefär 30 procent, eller med 1,8 miljoner ton från basåret fram till 2020. Detta trots att användningen beräknas öka.

Sammanlagt beräknas fjärrvärmeproduktionen öka med nästan 20 procent mellan 1997 och 2020. Den kraftigaste ökningen sker under den första delen av perioden då användningen ökar med drygt 5 TWh inom bostadssektorn.

Att utsläppen trots detta kan minska förklaras av att användningen av biobränslen i fjärrvärmeproduktionen ökar betydligt. År 2020 förväntas användningen av biobränslen uppgå till ungefär 40 TWh, vilket är drygt 85 procent av den totala bränsletillförseln. Prisrelationen mellan de olika bränslena gör att det är lönsamt att använda biobränslen. Framför allt påverkas prisrelationen av utformningen av energi- och koldioxidskatterna. Biobränslen är obeskattade medan fossila bränslen beskattas relativt mycket. Därutöver förväntas priset på biobränsle vara konstant medan priset på fossila bränslen ökar något.

Förutom en fortsatt substitution av bränslen i befintliga anläggningar förväntas en ökad utbyggnad av biokraftvärme när gamla hetvattencentraler tas ur drift.

Värmetillförseln från elpannor bedöms minska. Nivån på elpriset gör att det inte är lönsamt att investera i nya elpannor. Elpannorna bedöms även i viss mån läggas ner i förtid eftersom produktionskostnaden är hög. Dagens värmepumpar har hunnit bli ganska gamla och kommer att behöva reinvesteringar för att förlänga livslängden eller ersättas av ny kapacitet. Ett högre elpris påverkar värmepumparnas lönsamhet. Viss nybyggnation och reinvestering bedöms ske i scenarierna. Trots detta minskar tillförseln av fjärrvärme från värmepumpar. Detta gäller särskilt i scenarioalternativ 2 där elpriserna stiger mer.

### **Utsläpp av koldioxid från elproduktionssektorn**

Utsläppen av koldioxid i samband med elproduktion minskar något fram till år 2010. Detta gäller även fram till år 2020 i alternativ 1, där reinvesteringar görs i kärnkraftverken. I alternativ 2 där kärnkraften avvecklas efter 40 års drift fördubblas utsläppen av koldioxid.

Före år 2005 beräknas elproduktionskapaciteten i kärnkraftverken minska med ungefär 4 TWh till följd av stängningen av Barsebäck 2. De övriga reaktorerna kommer att finnas kvar under perioden fram till 2010. Vid en livslängd på 40 år för kärnkraftreaktorerna stängs den första reaktorn år 2012.

Den möjliga nettoimporten av el ett normalår har begränsats i scenarierna. Elhandeln antas, liksom i dag, ha en systemreglerande funktion. En del av överföringskapaciteten måste finnas för att balansera tillfälliga över- och underskott i systemen. Handelsströmmarna kommer att variera under året och mellan åren bland annat beroende på temperatur, nederbörd och konjunktursvängningar.

På sikt förväntas dagens produktionskapacitet reduceras på den konkurrensutsatta elmarknaden. Detta medför att elproduktionskapaciteten i Sveriges grannländer kommer att minska. På lång

sikt kommer därför Sveriges möjligheter till import att minska. Ny produktionskapacitet antas byggas där efterfrågan finns.

Att utsläppen av koldioxid kan hållas nere samtidigt som elanvändningen väntas öka beror på att elproduktionen från förnybara energikällor beräknas bli alltmer lönsam. Den bibränslebaserade kraftvärmeproduktionen och vindkraften väntas kunna ta del av det samlade stödsystem som lämnas till el från förnybara energikällor, därmed sänks kostnaderna. I beräkningen uppgår stödet till 15 öre/kWh. Även importerad el antas bidra till att täcka det ytterligare kraftbehov som kan uppkomma. Nettoimporten av el beräknas uppgå till ungefär 4 TWh åren 2010 och 2020.

Det samlade stödet gör det även lönsamt att genomföra effektiviseringar i befintlig vattenkraftskapacitet och bygga småskaliga vattenkraftsstationer. Sammantaget beräknas detta ge en ökad produktionsförmåga på drygt 3 TWh för vattenkraften under ett normalår.

Den förbränningsbaserade elproduktionen beräknas öka, framför allt i kraftvärmeverken. En ökad användning av fjärrvärme i industri- och bostadssektorn ökar möjligheterna till kraftvärmeproduktion. Den största ökningen står kraftvärmeverken i fjärrvärmenäten för.

Användningen av bibränsle ökar relativt mycket. År 1997 stod fossila bränslen, dvs. olja, kol och naturgas, för drygt 70 procent av bränsleinsatsen för elproduktion och bibränslen för 28 procent. År 2010 beräknas andelen bibränslen ha ökat till 46 procent och år 2020 beräknas andelen bibränslen öka till omkring 65 procent av den sammanlagda bränsleinsatsen för elproduktion.

Vindkraftproduktionen beräknas öka till ungefär drygt 4 TWh år 2020 i alternativet där kärnkraften drivs vidare och till drygt 10 TWh år 2020 när kärnkraftverken börjar avvecklas. Landbaserad vindkraft är i dagsläget en väl etablerad teknik och till följd av sjunkande kostnader, förväntningar om stigande intäkter samt stödsystem väntas den landbaserade vindkraften expandera. Havsbaserad vindkraft har i dag en högre kostnad, vilket beror på att installationen är mer komplicerad. Detta leder till att en kraftig expansion av havsbaserade vindkraftverk fördröjs och det krävs ett högt elpris för att tekniken ska bli konkurrenskraftig på marknaden. Av denna anledning är det bara i alternativ 2 som havsbaserad vindkraft beräknas expandera kraftigt under scenarioperioden fram till 2020.

I scenariot där kärnkraften börjar avvecklas tillgodoses det ökade behovet av ny produktionskapacitet även genom en ökad elproduktion från naturgasbaserade kombikondensverk. Utsläppen av koldioxid ökar därför kraftigt från elproduktionen i detta scenarioalternativ.

### *Gasprisets betydelse*

Hur mycket naturgasbaserad elproduktion som kommer in beror bl. a. på vilket naturgaspris som antas. I scenarioberäkningarna antas gaspriset stiga relativt kraftigt mellan åren 2010-2020. Hade naturgaspriset varit lägre skulle den havsbaserade vindkraften inte komma in, i stället skulle mer naturgasbaserad elproduktion byggas.

### *Elimportens betydelse*

År 2020 begränsas nettoimporten till 4 TWh i scenarierna. För att illustrera hur stor betydelse denna import kan ha på utsläppen av koldioxid har en beräkning gjorts där nettoimporten har satts till noll år 2020. De 4 TWh som beräknades importeras antas istället produceras i naturgaseldade kraftverk. Det skulle då ge 1,4 miljoner ton ytterligare utsläpp av koldioxid år 2020.

### *Utvecklingen efter år 2020 när kärnkraften antas avvecklas efter 40 år*

I alternativ 2 är det fyra reaktorer utöver Barsebäck 2 som stängs innan 2020. Under perioden mellan 2020 och 2025 stängs de resterande reaktorerna. Utifrån samma antaganden som gäller i scenarioräkningarna till 2020 skulle det vara fossilbränslebaserad elproduktion som ersätter den nedlagda kärnkraftskapaciteten efter 2020. Utsläppen av koldioxid skulle därmed komma att öka kraftigt efter år 2020.

### *Stöd till el från förnybar elproduktion*

I scenarierna ökar elproduktionen från förnybara energikällor. Utvecklingen påverkas av det stöd på 15 öre/kWh som inkluderats i beräkningarna. Stödet utgör en approximation för det kommande systemet för handel med certifikat från förnybara energikällor.

För närvarande utreds hur ett system för handel med certifikat för el från förnybara energikällor ska utformas. Priset på certifikaten (stödet till el från förnybara energikällor) kommer att bero på vilket krav som ställs för den sammanlagda andelen el från förnybara energikällor av den totala elanvändningen. Priset kommer vidare att variera över tiden. Det gäller både kortsiktiga variationer och prisförändringar på längre sikt. I scenarioräkningarna är det emellertid för komplicerat att ta hänsyn till kort- och långsiktiga prisvariationer. I beräkningarna antas 15 öre/kWh gälla under hela scenarioperioden.

En högre stödnivå än den som antagits i beräkningarna skulle inte påverka scenarioresultat i någon stor omfattning. Detta eftersom det redan kommer in betydande mängder el från förnybara energikällor. Även om stödnivån sätts högre finns det omständigheter som begränsar hur mycket elproduktion från förnybara energikällor som kan komma in. Omfattningen av vindkraft begränsas exempelvis av vad systemet klarar utan kraftiga nätförstärkningar och anpassningar med mer snabbreglerad produktionskapacitet. Elproduktionen i biobränslebaserade kraftvärmeanläggningar begränsas av värmeunderlaget och den småskaliga vattenkraften begränsas av vad som är tillåtet att bygga ut.

En lägre stödnivå skulle i första hand påverka den havsbaserade vindkraften eftersom den kostar mer än de övriga alternativen. Den havsbaserade vindkraften kommer in i scenariot där elpriserna stiger (alternativ 2). En lägre stödnivå skulle utifrån dagens kostnadsbedömningar kunna innebära att det i stället för havsbaserad vindkraft byggs naturgaskombikondens. Även nivån på gaspriset påverkar kostnadsförhållandet mellan de två kraftslagen.

### *Påverkan på elsystemet*

I scenarioräkningarna för perioden fram till 2020 väntas förändringar ske i den installerade elproduktionskapaciteten. Dessa förändringar påverkar elsystemet på flera sätt.

I båda scenarierna stängs Barsebäck 2 innan år 2005, vilket innebär att risken för effektbrist ökar markant i södra Sverige. Den första reaktorn i Oskarshamn får då en ännu större betydelse för effektbalansen i södra Sverige. Vid effektbrist är bortkoppling av områden det enda sättet att upprätthålla frekvensen i elnätet.

I scenariot med 40 års livslängd på reaktorerna är det de två minsta reaktorerna som stängs först, Barsebäck 2 och Oskarshamn 1. Påverkan på energitillförseln blir inte så stor men eftersom dessa två reaktorer är belägna i södra Sverige medför det en ännu större risk för effektbrist i området. Oskarshamn 1 stängs år 2012. För att möjliggöra bibehållen effektbalans vid denna stängning behövs stora förändringar i det svenska eldistributionssystemet. Antingen genom att installera nya produktionsanläggningar med hög utnyttjningsgrad i det södra området eller genom att öka överföringskapaciteten.

Fyrtio års livslängd på reaktorerna medför att de reaktorer som ligger i det mellersta området kommer att börja stängas år 2014, vilket ställer stora krav på att ny elproduktionskapacitet byggs. År 2025 kommer alla reaktorer att vara stängda.

I scenarierna för år 2020 beräknas naturgasbaserade kombikondenskraftverk byggas. Detta leder till en mycket kraftig ökning av naturgastillförseln. Den totala tillförseln av naturgas år 2020 i alternativ 2 uppgår till 24 TWh. Detta är dock fortfarande inom ramen för den befintliga stamledningen.

De nya kombikondensverken bör med tanke på utformningen av dagens överföringssystem vara lokaliserade i närheten av de nedlagda kärnkraftreaktorerna. Dagens utbyggda naturgasnät finns i de sydvästra delarna av landet medan Forsmark- och Oskarshamnsverken är placerade i de östra delarna.

Den stora vindkraftsproduktionen (drygt 10 TWh) i alternativ 2 ställer även stora krav på regleringsberedskapen och på reglerkraften. En betydande del av elproduktionen kommer att bestämmas av vindförhållandena och kommer således att variera.

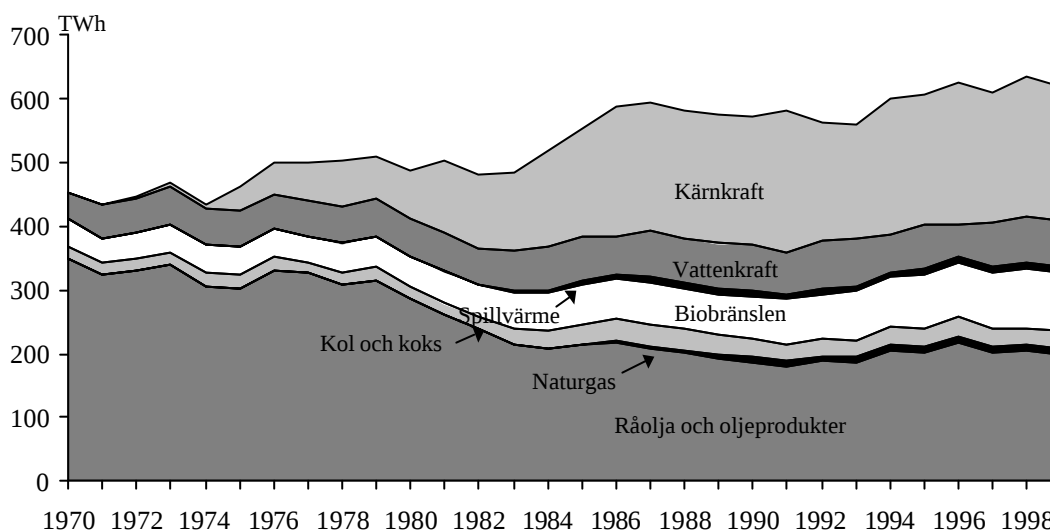


# 1. Bakgrund och historik

## 1.1 Tillförsel och användning av energi 1970–1999

Sveriges energitillförsel har ökat med nästan 150 TWh jämfört med år 1970.<sup>17</sup> Energitillförselns sammansättning har förändrats betydligt under perioden. Framför allt har oljans andel minskat kraftigt, från 77 procent år 1970 till 33 procent år 1999. Denna utveckling har möjliggjorts bland annat genom en utbyggnad av vattenkraften och kärnkraften. Även användningen av biobränslen och torv har ökat på bekostnad av oljeprodukterna, från 9 procent av den totala tillförseln år 1970 till 15 procent år 1999.

**Figur 1.1** Sveriges energitillförsel 1970–1999, TWh



Anm: Kärnkraften redovisas som avgiven värmemängd, vilken är närmare tre gånger större än den producerade elenergin. Under perioden har handeln med el varierat mellan en nettoimport på 6 TWh och en nettoexport på 11 TWh.

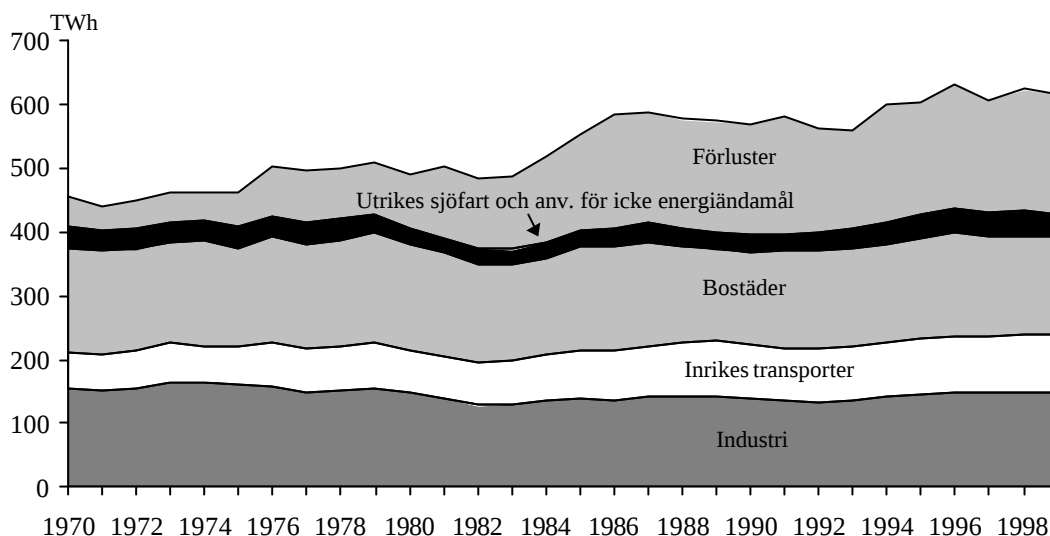
Källa: Energiläget 2000, Energimyndigheten

### Förändringar i användningen av energi

Under perioden 1970–1999 minskade användningen något inom industrin- och bostadssektorerna. Transporternas energianvändning ökade istället dramatiskt, med över 40 procent. Det är framför allt användningen av olja som har minskat inom industri- och bostadssektorn men ökat i transportsektorn. Elanvändningen har ökat betydligt inom industrin respektive bostadssektorn och mindre inom transportsektorn.

<sup>17</sup> Detta enligt den internationella metoden att redovisa kärnkraftproduktionen, vilket innebär att statistiken utgår från den avgivna värmemängden. Denna är närmare tre gånger större än den producerade elenergin.

**Figur 1.2 Sveriges energianvändning 1970–1999, TWh**



Anm: År 1999 utgjorde förlusterna vid kärnkraftsproduktionen 140 TWh av de sammanlagda omvandlings- och distributionsförlusterna på 187 TWh.

Källa: Energiläget 2000, Energimyndigheten

### Industrins energianvändning

Industrins energianvändning svarar för ungefär 40 procent av landets slutliga energianvändning. Av denna är 26 procent fossil energi och 35 procent bibränsle, torv m m. Återstoden består av el- och fjärrvärmeanvändning.

I Sverige svarar ett fåtal branscher för merparten av industrins energianvändning. Massa- och pappersindustrin står för nästan 45 procent, järn- och stålverken för 14 procent och den kemiska industrin för 7 procent. Därmed svarar de energiintensiva branscherna för två tredjedelar av industrins totala energianvändning. Verkstadsindustrin, som inte räknas som en energi-intensiv bransch, svarar emellertid för nästan 8 procent av industrins totala energianvändning på grund av sin stora andel av den totala industriproduktionen i Sverige.

I ett längre tidsperspektiv har det skett en tydlig omfördelning mellan olika energislag, framför allt genom en övergång från olja till el. Olje användningen har, trots en ökande industriproduktion, minskat kraftigt sedan 1970. Detta har möjliggjorts genom ökad elanvändning och energieffektivisering. Denna utveckling startade i samband med oljekriserna under början av 1970-talet. Kriserna ledde till att såväl näringslivet som samhället i stort påbörjade ett intensivt arbete med att minska olje användningen. År 1970 utgjorde elanvändningen 20 procent av den totala energianvändningen inom sektorn, vilket kan jämföras med dagens 36 procent. Samtidigt har olje användningen minskat från 48 procent till 14 procent av industrins energianvändning. Andelen bi bränsle, torv m m har under perioden 1970 till 1999 ökat från drygt 21 procent till 35 procent av den totala energianvändningen.

Övergången från olja till el har medfört att energianvändningen i sektorn har minskat, dels beroende på att elenergi ofta har högre verkningsgrad än olja i användarledet, dels beroende på att omvandlingsförlusterna vid elproduktion tillförs elsektorn. Dessa förluster bokfördes tidigare på industrisektorn.

## **Transportsektorns energianvändning**

Transportsektorns energianvändning består nästan uteslutande av olika oljeprodukter som bensin, diesel och flygbränsle. Från 1970 och framåt visar energianvändningen inom transportsektorn en trendmässig ökning, vilket är en följd av de ökande transporterna i samhället. Mellan 1970–99 ökade både person- och godstransportarbetet med över 50 procent. Under oljekriserna i början av 1970-talet och 1980-talet, då priset på råolja steg kraftigt, minskade transportsektorns energianvändning. Transportsektorns energianvändning (exklusive bunkring för utrikes sjöfart) har ökat med 60 procent under perioden 1970–1999. Bensin användningen har ökat med ungefär 45 procent och dieselanvändningen har fördubblats. Även användningen av flygbränsle har ökat.

## **Användningen av energi i bostadssektorn**

Energianvändningen i sektorn bostäder, service m.m. svarar för cirka 40 procent av Sveriges totala slutliga energianvändning. Drygt 60 procent av energianvändningen i sektorn åtgår till uppvärmning och varmvatten. Denna påverkas av temperaturförhållandena, vilket leder till att betydande slumpmässiga variationer i energiefterfrågan mellan olika år kan uppstå. För att ge en rättvisande bild av utvecklingen korrigeras energianvändningen för temperaturskillnader.

Den totala temperaturkorrigerade energianvändningen har varit relativt stabil mellan åren 1970 och 1999, men fördelningen mellan olika energislag har förändrats. Oljekriser, ökade energipriser, ändringar i energibeskattningen och investeringsprogram har påverkat övergången från olja till andra energibärare. År 1999 uppgick den totala användningen av olja i sektorn bostäder, service m.m. till 30 TWh jämfört med 113 TWh år 1970. Användningen av el har haft omvänd utveckling och ökat kontinuerligt från 1970 till mitten av 1990-talet. De senaste åren har elanvändningen legat runt 70 TWh. Nedgången i oljeanvändningen beror till stor del på en övergång från olja till el och fjärrvärme för uppvärmningsändamål. Detta har lett till att elvärme i dag svarar för merparten av uppvärmningsbehovet i småhus och fjärrvärme för huvuddelen i flerbostadshus och lokaler.

Övergången från olja till el och fjärrvärme för uppvärmningsändamål samt ökad användning av värmepumpar under 1990-talet har lett till att den totala slutliga energianvändningen i sektorn minskat som en följd av lägre omvandlingsförluster hos slutanvändarna. Andra faktorer som motverkat en ökad energianvändning av värme och varmvatten i bostäder och lokaler, är olika typer av energibesparande åtgärder såsom installation av reglersystem, tilläggsisolering och fönsterbyten i gamla hus.

Mellan åren 1970 och 1999 har användningen av hushållsel mer än fördubblats från 9 till 19 TWh. Utvecklingen kan förklaras med ett ökande antal hushåll och ett ökat innehav av hushållsapparater.

Även användningen av driftel har ökat kraftigt sedan 1970-talet, från 8 TWh år 1970 till 22 TWh år 1999. Orsaken till denna utveckling är bland annat en snabb tillväxt inom serviceverksamheten och ett ökat innehav av kontorsmaskiner.

## **1.2 Ökad användning av biobränslen**

Biobränslen, torv mm används inom tre huvudområden: fjärrvärmeverken, skogsindustrin och småhussektorn.<sup>18</sup> Dess andel av den totala energitillförseln i Sverige uppgick år 1999 till 15 procent. Den största ökningen har skett i fjärrvärmesektorn där användningen har ökat från 2 TWh år 1980 till drygt 26 TWh år 1999. Även inom industrin, främst skogsindustrin, har biobränsleanvändningen ökat. Av ekonomiska skäl använder skogsindustrin sina biprodukter, d v s det som faller vid tillverkningsprocesserna och från avlutar, till processvärme och elproduktion. Den ökade användningen av biobränslen inom skogsindustrin beror bl.a. på att eldningsolja blivit relativt sett dyrare. Dessutom är det ekonomiskt fördelaktigt att återvinna de processkemikalier som ingår i avlutarna. Industrisektorns biobränsleanvändning uppgick till drygt 54 TWh år 1999, vilket motsvarar nästan 60 procent av den totala användningen av biobränslen.

Sedan 1980 har bostadssektorns användning av biobränslen legat på en relativt konstant nivå mellan 10–12 TWh. År 1999 användes 3,6 TWh biobränslen till elproduktion, vilket motsvarar drygt två procent av den totala elproduktionen. Till största delen sker den biobränslebaserade elproduktionen i industrin.

## **1.3 Minskade koldioxidutsläpp**

Utsläppen av koldioxid från energisektorn, d.v.s. exklusive industriprocesser och utrikes transporter, har under perioden 1970–1980 minskat med närmare 15 procent och för perioden 1980–1990 med ytterligare drygt 30 procent.<sup>19</sup> Denna minskning är till stor del en följd av övergången från olja till el och andra energibärare på både användnings- och tillförselsidan samt energieffektivisering. Under samma tidsperiod 1970–1990 har utsläppen från inrikes transporter ökat med ungefär 35 procent.

Mellan 1990 och 1999 har utsläppen av koldioxid från energisektorn ökat från 51,3 till 51,7 miljoner ton eller med knappt 1 procent.<sup>20</sup> Utsläppen har ökat i samband med elproduktion samt från transportsektorn. Även utsläppen från industrisektorn har ökat. Däremot har utsläppen minskat från fjärrvärmesektorn samt i samband med den småskaliga förbränningen i bostadssektorn.

I figur 1.3 redovisas energisektorns koldioxidutsläpp för åren 1970, 1975 och 1980–99.

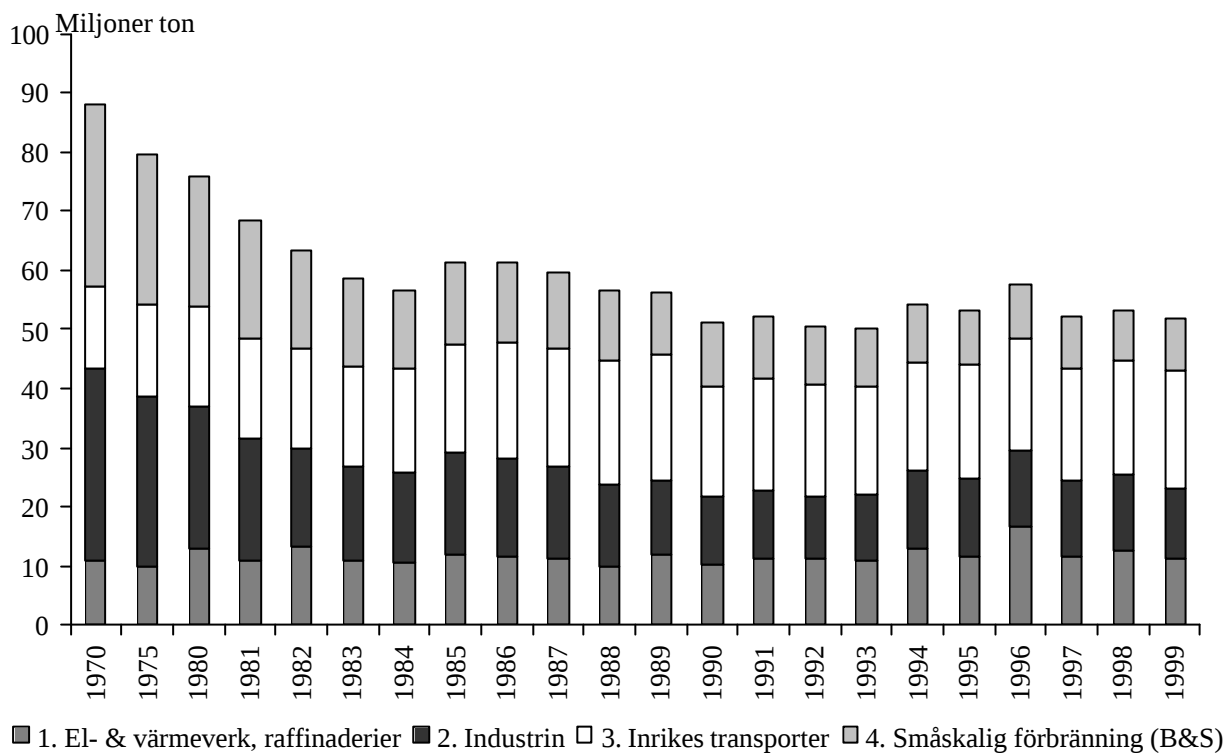
---

<sup>18</sup> År 1999 uppgick användningen av torv till knappt 3 TWh och användningen av avfall till drygt 5 TWh. Den resterande delen, ungefär 85 TWh, utgjordes av biobränslen, och av dessa utgjorde massaindustrins returlutar ca 34 TWh.

<sup>19</sup> SCB, Na18, Mi18. Energisektorns utsläpp av koldioxid utgör drygt 90 % av Sveriges totala utsläpp av koldioxid samt ungefär 80 % av Sveriges sammanlagda utsläpp av växthusgaser.

<sup>20</sup> SCB, Na18, Mi18. Till energisektorn räknas förbränning för energiändamål. Utsläppsvärdet innehåller inte s.k. diffusa utsläpp.

**Figur 1.3 Koldioxidutsläppens utveckling mellan 1970, 1975 och åren 1980–99, miljoner ton**



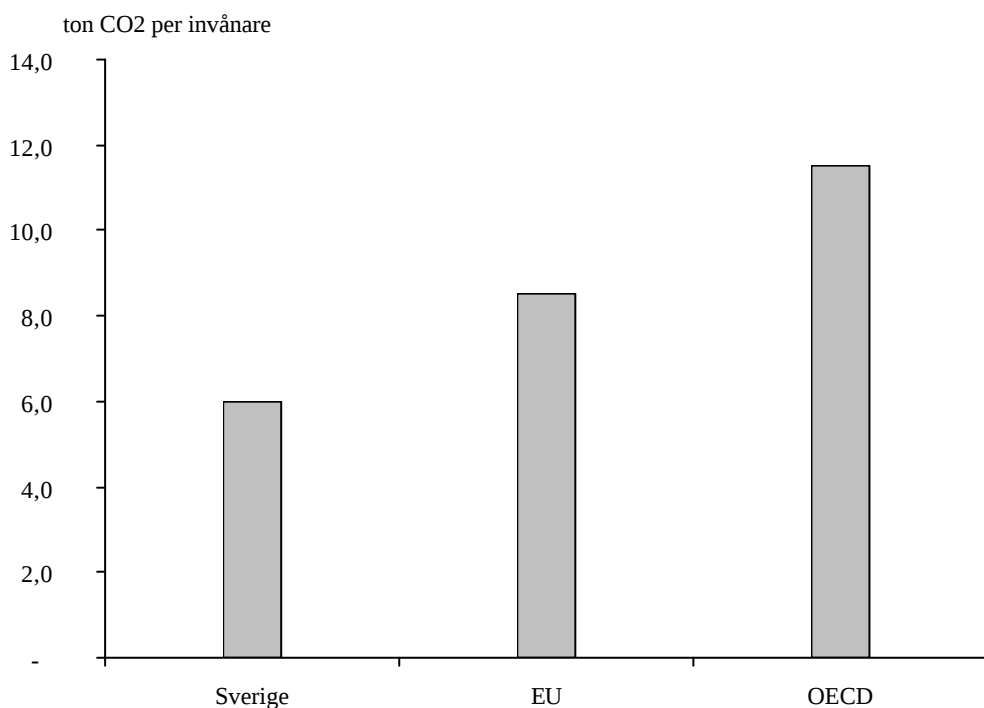
Anm: Bunkring för internationell flyg och sjöfart inkluderas ej. Utsläppen från utrikes transporter har varierat under perioden mellan 3 och 5 Mton. De senaste åren har utsläppen från utrikes transporter ökat till mellan 6 och 7 Mton.

Källa: SCB Na18, Mi18.

## 1.4 Internationell jämförelse

Sverige har en förhållandevis hög energianvändning per invånare i jämförelse med andra OECD-länder. Detta beror på en god tillgång till naturresurser som skog och vattenkraft, vilket i sin tur medfört en relativt stor andel energiintensiv industri. Det geografiska läget med låga årsmedeltemperaturer och låg befolkningstäthet medför ett stort uppvärmningsbehov och långa transportavstånd. Jämfört med andra industrialiserade länder är emellertid koldioxidutsläppen per invånare förhållandevis låga i Sverige. Detta beror på att andelen fossila bränslen i energisystemet uppgår till 40 procent, medan motsvarande andel i genomsnitt uppgår till 80 procent i OECD-länderna. I figur 1.4 redovisas energisektorns koldioxidutsläpp per invånare i Sverige samt ett genomsnitt för EU- och OECD-länderna.

**Figur 1.4 Energisektorns utsläpp av koldioxid per invånare år 1998 i Sverige, EU samt i OECD, ton per invånare.**



Källa: UNFCCC samt Energy Balances of OECD Countries 1997/1998, Edition 2000.

## 2. Energipolitikens utveckling

Nedan redovisas en mycket översiktlig historisk genomgång över hur den svenska energipolitiken förändrats.

### 2.1 Kriser och olyckor

Den svenska energipolitiken har ändrat karaktär från 1970 fram till i dag. Under 1970-talet var målet framför allt att minska oljeberoendet. Bland de åtgärder som vidtogs fanns informationskampanjer för energisparande och bidrag för energisparande investeringar. I viss utsträckning användes även ekonomiska styrmedel, som energiskatt.

I början av 1970-talet startade dessutom ett stort investeringsprogram för kärnkraftsreaktorer och den första reaktorn, i Oskarshamn, togs i drift 1972. Som en följd av olyckan i kärnkraftverket Three Mile Island år 1979, och den därpå följande folkomröstningen år 1980 om kärnkraften, beslutade riksdagen att de kärnkraftsaggregat som var under utbyggnad skulle tas i drift, men att ingen ytterligare utbyggnad skulle ske och att kärnkraften skall avvecklas i den takt som är möjlig med hänsyn till behovet av elektrisk kraft för att upprätthålla sysselsättning och välfärd. Vidare angav riksdagen att det bör slås fast att den sista reaktorn i Sverige skall stängas senast år 2010.<sup>21</sup>

Vid denna tidpunkt, dvs. 1979/80, steg priserna på den internationella oljemarknaden återigen kraftigt. I det energipolitiska beslutet presenterades begreppet oljeersättning för att markera en precisering av energipolitiken. I och med detta beslut ändrade energipolitiken karaktär till ett mer pris- och marknadsmässigt synsätt. Ett nytt energiskattesystem infördes, vilket resulterade i att flera styrsatser på energi infördes.

I mitten av 1980-talet sjönk oljepriserna snabbt vilket förändrade förutsättningarna för energipolitiken. För att försöka undvika ett trendbrott i den minskande oljekonsumtionen försökte staten hålla oljepriset uppe genom att höja skatten. Skattehöjningarna kunde emellertid inte hålla jämna steg med prisfallet på världsmarknaden.

År 1986 inträffade kärnkraftsolyckan i Tjernobyl, vilket återigen aktualiserade frågan om kärnkraften. Sedan dess har energipolitiken varit inriktad på att skapa förutsättningar för en omställning av energisystemet i syfte att avveckla kärnkraften.

### 2.2 Miljö- och klimatproblemen i fokus

Energisektorns inverkan på miljön har kommit att bli alltmer styrande för energipolitiken. De stora orörda älvarna har skyddats från utbyggnad. Förbränningens skadliga inverkan, försurningen och övergödningen, har lett till åtgärder. Sedan mitten av 1980-talet har också koldioxidutsläppens inverkan på klimatet uppmärksammas än mer och frågan har fått en framträdande roll i energipolitiken.

---

<sup>21</sup> Prop.1979/80:170, bet. 1979/80:NU70, rskr.1979/80:410.

## 2.3 Energipolitiken från 1990 och framåt

### Förutsättningarna för energipolitiken förändras

Under 1990-talet har förutsättningarna för den svenska energipolitiken förändrats i flera



avseenden. Historiskt har det dagliga arbetet präglats av att förena skilda synsätt inom energiområdet. Detta framgår av 1991 års energipolitiska beslut nämligen; trygga tillgången på el och annan energi på konkurrenskraftiga villkor för den svenska industrin, fullfölja kärnkraftsavvecklingen och värna om miljön. Att förena dessa intressen har varit – och är – en utmaning för att verkställa de energipolitiska besluten.

Förutsättningarna för den svenska energipolitiken har förändrats i flera avseenden under 1990-talet. Sverige blev år 1995 medlem i Europeiska unionen, vilket innebar nya arbetssätt. Svenska intressen inom energi- närings- och miljöpolitiken har därmed påverkats i väsentlig grad och den internationella prägeln har blivit alltmer påtaglig.

Energimarknaderna har successivt avreglerats och i Nordeuropa är handeln med elenergi över nationsgränserna idag en realitet. Därigenom har nationernas krav på självförsörjning av elenergi minskat påtagligt. Avregleringen innebär också att en nationell politik inte kan avvika alltför mycket från andra länders, för att inte marknaderna ska snedvridas. Slutligen har miljöfrågorna, och då framförallt förverkligandet av en hållbar utveckling, fått ett allt större utrymme i ländernas politik. Som en del i denna process utgör tillkomsten av Kyotoprotokollet för att minska utsläppen av växthusgaser en viktig brytpunkt. På senare tid har de tre benen i hållbar utveckling – miljön, ekonomin och sociala utvecklingen – fått en allt större plats i diskussionerna och utnyttjas nu som gemensam plattform inom många politikområden. Det är också de enskilda samhällssektorerna som nu i allt större utsträckning får ta hand om och driva miljöfrågorna. Sakdepartement och sektorsmyndigheter har därför fått ett ökat ansvar för att driva miljöfrågorna. Under 1990-talet har således tre trender varit betydelsefulla;

- Det europeiska och globala samarbetet ökar i omfattning
- Arbetet med att begränsa utsläppen av växthusgaser blir alltmer betydelsefullt
- Sektorerna driver miljöfrågorna och hållbar utveckling

## Nu gällande energipolitik

Riksdagen antog de nya energipolitiska riktlinjerna år 1997 efter regeringens överläggningar med riksdagspartierna om energipolitiken. Överläggningarna slutfördes i februari 1997, med en överenskommelse mellan socialdemokraterna, centerpartiet och vänsterpartiet. Av det energipolitiska beslutet framgår att energipolitiken ska underlätta omställningen till ett ekologiskt uthålligt samhälle

Riksdagen bekräftade också att 1980 och 1991 års riktlinjer fortfarande gäller, dvs. att kärnkraften ska avvecklas i den takt som är möjlig med hänsyn till behovet av elektrisk kraft för att upprätthålla sysselsättning och välfärd. Däremot anges inte längre år 2010 som ett datum då alla reaktorer ska vara avvecklade. Istället ska reaktorerna ställas av i en takt så att inga negativa effekter fås i fråga om elpriset, tillgången på el för industrin, effektbalansen eller miljön och klimatet. Beslutet omfattade också en stängning av de två kärnkraftsreaktorerna i Barsebäck.

Riksdagen antog senare en ny lag om kärnkraftens avveckling (1997: 1320). Lagen innebär att regeringen får fatta beslut om avveckling med utgångspunkten att varje kärnkraftsreaktor skall tas ur drift vid den tidpunkt som bäst gagnar syftet med att ställa om energisystemet till en hållbar energiförsörjning, byggd på förnybara energislag.

Hänsyn ska också tas till reaktorns geografiska läge. För varje reaktor ska andra förhållanden såsom ålder, konstruktion och betydelse för energisystemet vägas in i beslutet. Regelverket för kärnkraftssäkerhet har inte förändrats.

Den första reaktorn i Barsebäckverket ställdes av den 30 november 1999, sedan ett avtal om ersättning till kraftverkets ägare hade slutits mellan företrädare för staten, Vattenfall AB och Sydkraft AB. Den andra reaktorn i Barsebäck ska enligt 1997 års energipolitiska beslut stängas av före den 1 juli 2001. Regeringen har dock nyligen i en skrivelse till riksdagen<sup>23</sup> bedömt att villkoren för en stängning av den andra reaktorn i Barsebäck inte är uppfyllda. Regeringen bedömer nu att stängningen kan ske senast vid utgången av år 2003, då erforderliga åtgärder fått genomslag.

### Riktlinjer för energipolitiken<sup>22</sup>

Den svenska energipolitikens mål är att på kort och lång sikt trygga tillgången på el och annan energi på med omvärlden konkurrenskraftiga villkor. Energipolitiken ska skapa villkoren för en effektiv energianvändning och en kostnadseffektiv svensk energiförsörjning med låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat samt underlätta omställningen till ett ekologiskt uthålligt samhälle. Härigenom främjas en god ekonomisk och social utveckling i Sverige.

Energipolitiken ska bidra till att stabila förutsättningar skapas för ett konkurrenskraftigt näringsliv och till en förnyelse och utveckling av den svenska industrin. Energipolitiken ska också bidra till ett breddat energi-, miljö- och klimatsamarbete i Östersjöregionen. Landets elförsörjning ska tryggas genom ett energisystem som grundas på varaktiga, helst inhemska och förnybara, energikällor samt en effektiv energianvändning. Energin ska användas så effektivt som möjligt med hänsyn taget till alla resurstillgångar. Stränga krav ska ställas på säkerhet och omsorg om hälsa och miljö vid användning och utveckling av all energiteknik. Kärnkraften ska ersättas med effektivisering av elanvändningen, konvertering till förnybara energislag samt miljömässigt acceptabel elproduktionsteknik. Användningen av fossila bränslen bör hållas på en låg nivå. Naturgasen är det fördelaktigaste fossila bränslet och det befintliga naturgasnätet bör utnyttjas. Nationalälvarna och de övriga älvsträckor som riksdagen har undantagit från utbyggnad skyddas även fortsättningsvis. En säker tillgång på el till ett rimligt pris är en viktig förutsättning för den svenska industrins internationella konkurrenskraft. Energipolitiken ska utformas så att denna förutsättning bevaras. En ökad produktion och ekonomisk aktivitet är av avgörande betydelse för sysselsättningen och därmed för vår framtida välfärd. Med utgångspunkt i den politik för ekonomisk tillväxt som riksdagen beslutat om bör elanvändningen för industrins produktion ges möjlighet att öka under det närmaste decenniet. En effektiv elanvändning ska främjas i såväl industrin som andra samhällssektorer.

<sup>22</sup> Utdrag ur En uthållig energiförsörjning, prop. 1996/97:84.

<sup>23</sup> Den fortsatta omställningen av energisystemet m.m., Skr. 2000/01:15.

## Riksdagens miljö kvalitetsmål

Under 1999 fattade riksdagen beslut om en ny struktur för arbetet med miljömål. Femton nationella miljö kvalitetsmål fastställdes av riksdagen. Genom Miljö kvalitetsmålen anges vilket miljö tillstånd som skall uppnås, oftast i ett generationsperspektiv. Till Miljö kvalitetsmålen ska fogas delmål. Delmålen utgör utgångspunkter för en precisering av mål och strategier inom olika samhällssektorer på skilda nivåer. Arbetet med att ta fram delmål pågår. Riksdagen har fattat beslut om miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*.

### Miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan

Halten av växthusgaser i atmosfären skall i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet skall 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 detta globala mål kan uppnås

Miljö kvalitetsmålet innebär:

Åtgärdsarbetet inriktas på att halten av koldioxid i atmosfären stabiliseras på en halt lägre än 550 ppm samt att halterna av övriga växthusgaser i atmosfären inte ökar. Målets uppfyllande är till avgörande del beroende av insatser i alla länder.

Den parlamentariskt sammansatta Klimatkommittén har föreslagit delmål för utsläppen av växthusgaser i Sverige<sup>24</sup>. För perioden 2008 till 2012 föreslog kommittén att utsläppsmålet ska vara 2 procent lägre än utsläppen år 1990. Utsläppen ska räknas som koldioxidekvivalenter. Målet omfattar de sex växthusgaserna enligt Kyotoprotokollets och IPCC:s definitioner. Åtgärder som vidtas utanför landets gränser ska vara supplementära. Betydande utsläppsminskningar ska ske inom landets gränser.

Förslagen bereds f.n. i regeringskansliet.

## Integrering av miljö hänsyn i sektorerna

Målet om hållbar utveckling och att miljöfrågorna ska integreras i varje politikområde/ sektor är numera en central del i EU:s arbete. Amsterdamfördraget, som trädde i kraft den 1 maj 1999, betonar målet om en hållbar utveckling. Dessutom ska, enligt artikel 6 i fördraget, miljökraven integreras med EU:s politikområden och verksamhet. Sverige har varit pådrivande i arbetet med att integrera miljö hänsyn och hållbar utveckling i all EU-politik.

Vid Europeiska rådets<sup>25</sup> möte i Cardiff sommaren 1998, beslutades att varje ministerråd självt ska ansvara för omställningsarbetet till en hållbar utveckling inom sitt område. Avsikten är att de som har störst insikt i hur verksamheten bedrivs, är mest lämpade att klarlägga brister och problem, utarbeta förslag till lösningar och se till att de genomförs. Rådet beslutade också att alla viktiga förslag från Europeiska kommissionen måste innehålla en bedömning av förslagens miljöeffekter.

Hittills har Europeiska rådet beslutat att de olika ministerråden ska ta fram strategier för integrering av miljö hänsyn för att främja en hållbar utveckling inom nio olika sektorer. Vid toppmötet i Helsingfors beslutade stats- och regeringscheferna att be Kommissionen ta fram ett förslag till en strategi för en ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbar utveckling. Strategin antogs vid Europeiska rådets möte i Göteborg i juni 2001. En viktig aspekt på strategin är att den ska utgöra en central del i EU:s bidrag till FN-konferensen om hållbar utveckling i Johannesburg år 2002, tio år efter världskonferensen om miljö- och hållbar utveckling i Rio de Janeiro.

<sup>24</sup> Förslag till svensk klimatstrategi, SOU 2000:23.

<sup>25</sup> EU-ländernas stats- och regeringschefer.

## **Integrering av klimat- och energipolitiken**

Det finns en stark koppling mellan energi- och klimatpolitik. I Sverige härrör ungefär 80 procent av de totala utsläppen av växthusgaser från energianvändning. En framgångsrik klimatpolitik kommer därför att medföra genomgripande förändringar med avseende på bränslen, distributionssystem, energieffektiv teknik m.m. Styrmedlen för att minska utsläppen av växthusgaser kommer att medföra nya prisrelationer mellan energibärare, energianläggningar, och i nästa led förändrade relativpriser på färdiga varor, halvfabrikat, råvaror och tjänster. En effekt kommer att bli anpassningssvårigheter för vissa verksamheter och även ändrade handelsmönster mellan länderna. Men anpassningsförloppen rymmer, som alla förändringar, stora möjligheter för dem som rätt uppfattar situationen. *Klimatpolitikens långsiktiga uppgift* är att styra förändringsprocesserna. *Klimatpolitikens möjligheter* är att utnyttja dem för en förnyelse och vitalisering av den svenska ekonomin. Därigenom finns det starka kopplingar mellan energi-, industri- och klimatpolitiken. Det innebär en möjlighet för näringslivet att kunna styra sin förnyelse i produkter och produktionsprocesser för att tidigt etablera sig på en ny, men endast i konturerna känd marknad.

## **Organisation av energirelaterade frågor**

### *Förändringar i organisationen*

I samband med det energipolitiska beslutet 1997 ansåg regeringen att myndighetsfunktionen inom energiområdet borde tydliggöras och förstärkas. Den nya energipolitiska överenskommelsen ställde också nya och utökade krav hur omställningen av energisystemet ska genomföras. En ny central energimyndighet inrättades därför den 1 januari 1998.

Energimyndigheten ansvarar för att verkställa huvuddelen av omställningen av energisystemet och samordna omställningsarbetet. En central uppgift för myndigheten är vidare att bevaka energimarknadernas och energisystemets utveckling och att analysera dess betydelse för miljö, teknisk utveckling och ekonomisk tillväxt. Myndigheten ansvarar också för statliga insatser för att främja forskning och utveckling på energiområdet.

Ytterligare en organisatorisk förändring genomfördes i samband med regeringsombildningen 1998. I ett nytt Näringsdepartement samlades industri-, energi-, transport- och arbetsmarknadsfrågorna. Inom Näringsdepartementets ansvarsområde finns därför många olika politikområden. Syftet med att samla dessa i ett departement är att genom en integrering av politikområdena öka förutsättningarna för att skapa bättre välfärd och ökad sysselsättning samt en god, varaktig och hållbar tillväxt i hela landet.

En ny uppgift för regeringskansliet innebar riksdagens beslut år 1998, att inrätta ett stöd till lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet till kommuner i Sverige. Lokala investeringsprogram ingår inte i 1997 års energipolitiska program. Programmet har dock delvis samma inriktning. Stödet till lokala investeringsprogram har två syften; dels att bidra till ökad sysselsättning, dels att påtagligt öka takten i omställningen av Sverige till ett ekologiskt uthålligt samhälle. En stor del av bidragen har gått till energirelaterade projekt. Miljödepartementet har ansvar för att genomföra programmet.

### *Övriga myndighetsuppgifter inom energiområdet*

Konsumentverket har ansvar för att genomföra provning, märkning, certifiering och information om energikrävande utrustning m.m. Målet är att stimulera utveckling av energieffektiv teknik och

se till att konsumenterna har kunskaper för att de ska kunna minska sin energianvändning. Detta utgör ett av de fem övergripande målen för Konsumentverkets verksamhet.

Boverket är den nationella myndigheten för samhällsplanering, stadsutveckling, byggande och boende. Boverket skall främja en god hushållning med energi i bebyggelsen och särskilt verka för minskad användning av el för uppvärmning av bostäder och vissa lokaler. Boverket svarar för byggnormer bl.a. med avseende på energianvändning samt inom det energipolitiska programmet för effektminskande åtgärder och konvertering från elvärme till annan uppvärmning, med målet att minska elanvändningen.

En annan viktig uppgift för Boverket är att verka för en hållbar användning av mark och vatten och den fysiska miljön. Samhällets byggande av infrastruktur, boende och arbetsplatser har stor betydelse för den långsiktiga energianvändningen.

### 3. Vidtagna åtgärder och styrmedel

Sverige har vidtagit en rad åtgärder för att begränsa eller minska utsläppen av koldioxid från energisektorn. Det mest betydelsefulla styrmedlet utgör koldioxid- och energibeskattningen. Andra styrmedel och åtgärder har successivt vidtagits men i många fall har det primära syftet inte enbart varit att begränsa utsläppen av växthusgaser. Syftet har dessutom varit att

- Effektivisera energianvändningen
- Minska användningen av elenergi för uppvärmningsändamål
- Främja användningen av förnybara energislag
- Förbättra elförsörjningen i Sydsverige
- Främja en hållbar utveckling av landets kommuner
- Främja ett ekologiskt byggande av bostäder
- Utöka det internationella samarbetet och
- Vidta åtgärder i andra länder för att minska koldioxidutsläppen

Programmen för hållbar utveckling i kommunerna och inom bostadsområdet, har en bred ansats och omfattar såväl det sociala området som inom miljöområdet i stort. En viktig del i arbetet med att åstadkomma en hållbar utveckling inom miljöområdet är att minska användningen av fossila bränslen. Därför har programmen framträdande inslag av åtgärder som begränsar utsläppen av koldioxid.

#### 3.1 Energi- och miljöbeskattning

Det mest betydelsefulla styrmedlet utgör energi- och koldioxidbeskattningen, som successivt har utvecklats under 1990-talet. Koldioxidskatten har ökat från 25 öre/kg CO<sub>2</sub> år 1991, till 53 öre/kg CO<sub>2</sub> år 2001. Förändringar i beskattningssystemet har också skett under perioden vilket framgår av nedanstående framställning.

##### Bakgrund

I oljekrisens tidevarv på 1970-talet fanns en önskan att styra energikonsumenter från användning av olja mot el. På 1980-talet tillkom miljöpolitiska målsättningar, t ex differentierades bensenbeskattningen för att öka användningen av blyfri bensin. I början av 1990-talet förstärktes energibeskattningsens miljöprofil i samband med den stora skattereformen 1990/91. När det gäller energi infördes vid reformen bland annat en koldioxidskatt, moms på energi, och skatten på oljeprodukter differentierades för användning till uppvärmning respektive som drivmedel. Vid Sveriges inträde i EU harmoniserades energibeskattningen med EG-lagstiftningen, främst enligt det s.k. mineraloljedirektivet (92/81/EEG). Direktivet syftar till en harmonisering av strukturerna för punktskatter på mineraloljor. I statsbudgeten för år 2001 fortsätter den gröna skatteväxlingen (se avsnitt 7.4).

Utöver styrfunktionen har skatterna också en fiskal funktion och intäkterna från energi- och miljöpunktskatterna ger ett viktigt bidrag till statsbudgeten. Energiskatterna, exklusive moms, utgjorde år 1999 över 52 miljarder kronor vilket motsvarar ungefär 2,6 procent av BNP. Momsen ger enligt beräkningar ytterligare 13 miljarder kronor. I samband med Sveriges inträde i EU genomfördes vissa förändringar inom energiskatteområdet för att finansiera EU-avgiften. Andra höjningar av energiskatter har använts exempelvis för att finansiera en bred satsning inom utbildningsområdet. I *tabell 3.1* visas intäkter av olika miljörelaterade skatter mellan 1990-1999.

**Tabell 3.1 Vissa energi- och miljöskatteintäkter under 90-talet, Mkr**

|                                              | 1990          | 1991          | 1992          | 1993          | 1994          | 1995          | 1996          | 1997             | 1998          | 1999          |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
| Bensinskatt                                  | 17 169        | 14 538        | 14 344        | 17 554        | 22 030        | 1 711         | -2            | - <sup>1</sup>   | -             | -             |
| Summa skatt på energiprodukter               | 15 165        | 18 945        | 18 930        | 18 706        | 17 399        | 38 680        | 45 636        | 46 945           | 49 811        | 50 488        |
| energiskatt                                  | 15 165        | 10 489        | 9 546         | 7 875         | 10 239        | 27 456        | 30 371        | 34 212           | 36 900        | 37 573        |
| koldioxidskatt                               | -             | 8 157         | 9 194         | 10 641        | 6 943         | 11 078        | 15 053        | 12 599           | 12 796        | 12 811        |
| svavelskatt                                  | -             | 299           | 190           | 190           | 217           | 146           | 212           | 134              | 115           | 104           |
| Särskild skatt på elkraft från kärnkraftverk | 130           | 139           | 117           | 116           | 137           | 133           | 974           | 1 478            | 1 537         | 1 553         |
| Vattenkraftsskatt                            | 1 018         | 896           | 1 030         | 1 026         | 817           | 908           | 1 423         | 194 <sup>2</sup> | -             | -             |
| Särskild skatt mot förurning                 | 57            | 73            | 63            | 58            | 63            | 69            | 64            | 58               | 58            | 65            |
| Miljöskatt inrikes flyg                      | 27            | 156           | 168           | 190           | 271           | 177           | 128           | -                | -             | -             |
| <b>Skatt på energi och miljö</b>             | <b>33 566</b> | <b>34 747</b> | <b>34 652</b> | <b>37 650</b> | <b>40 717</b> | <b>41 678</b> | <b>48 223</b> | <b>48 675</b>    | <b>51 406</b> | <b>52 106</b> |

<sup>1</sup>Vattenkraftsskatten omvandlades till en förhöjd fastighetsskatt 1 januari 1997

<sup>2</sup>Från och med 1996 ingår bensinskatten i energi och miljöskatter

Källa: Riksskatteverket och Särskilda skattekontoret i Ludvika

Energiskattesystemet är komplext. Det finns olika skatter eller avgifter på energi, avfall, koldioxid, svavel och kväveoxid. Skatterna varierar beroende på om bränslet används för uppvärmning eller som drivmedel, om el används i norra eller övriga Sverige, om det används av hushållen, industrin eller energisektorn m.m. En sammanställning över gällande skatter på energiområdet i tabellform återfinns i Bilaga 1.

### Skattetyper

Energibesättning regleras i lagen om skatt på energi (SFS 1994: 1776). *Energiskatt* betalas för bensen, eldningsolja, dieselolja, fotogen, gasol, naturgas, kol, petroleumkoks och numera även råttolja. Den allmänna principen är att bränslen ska beskattas om de används för uppvärmning eller motordrift. Energiskatten varierar från bränsle till bränsle och är oberoende av energiinnehållet. Dessutom betalas skatt för användning av el. Eftersom el beskattas i konsumentledet är produktion av el skattebefriad.

*Koldioxidskatt*, som infördes 1991, betalas per utsläppt kilo koldioxid för alla bränslen utom biobränsle och torv. Skatten är oberoende av om bränslet används för uppvärmning eller som drivmedel. Den höjdes den 1 januari 2001 från 37 öre per kg till 53 öre per kg.

Vid *produktion i kärnkraftverk* betalas sedan 1 juli år 2000 en årlig effektskatt för den termiska effekten i reaktorer som uppgår till 5 514 kronor/MW. Kärnkraftsskatten beräknades tidigare på basis av elproduktion<sup>26</sup>. Vidare betalas i genomsnitt ca 1 öre per kWh enligt lagen (1992:1537) om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle. Avgiften ska också täcka avveckling och rivning av reaktorerna, samt viss övervakning och kontroll. Avgiften fastställs årligen av regeringen. Dessutom tas 0,15 öre per kWh ut för att täcka kostnader för avfallshantering från den tidigare reaktorforskningen, den s.k. Studsvikslagen.

En *svavelskatt* infördes 1991 och uppgår till 30 kronor per kilogram svavelutsläpp på kol och torv, samt 27 kronor per kubikmeter för varje tiondels viktprocent svavelinnehåll i olja. Om svavelinnehållet i flytande eller gasformiga bränslen är högst 0,1 viktprocent betalas dock ingen

<sup>26</sup> Effektskatten motsvarar, vid vissa driftbetingelser, den tidigare skatten på 2,7 öre per kWh.

svavelskatt, vilket gäller för t ex bensin, dieselolja och lätt eldningsolja. Dessutom betalas ingen svavelskatt om åtgärder för att minska svavelutsläppen sätts in. Vidare är bränslen som används i produktion av kalk, sten och cement samt bränslen som används i skogsindustrins sodapannor befriade från svavelskatt.

En miljöavgift för utsläpp av *kväveoxider* infördes 1992 (SFS 1990:613) och uppgår till 40 kronor per kilogram utsläppta kväveoxider för pannor, gasturbiner och stationära förbränningsanläggningar på minst 25 GWh. Kväveoxidavgiften är dock statsfinansiellt neutral och återbetalas i proportion till respektive anläggnings energiproduktion och utsläpp så att endast de med högst utsläpp blir nettobetalare.

### Särskilda regler vid beskattningen

Bränslen som används för *elproduktion* är befriade från energi- och koldioxidskatt, men i vissa fall betalas kväveoxidavgift och svavelskatt. Vid kondenskraft- och gasturbinproduktion hänförs 5 procent av tillfört bränsle till intern förbrukning och beskattas med energi- och koldioxidskatt.

För vindkraft, biobränslebaserad kraftvärme och småskalig vattenkraft ges investeringsstöd (se kapitel 3.2). Det ges även ett särskilt stöd i form av driftbidrag till vindkraft, den s.k. miljöbonusen, som motsvarar elskatten i södra Sverige på 18,1 öre/kWh. Den 1 november 1999 avskaffades mottagningsplikten för småskalig elproduktion. I stället finns f.n. ett särskilt stöd för småskalig elproduktion, som uppgår till 9 öre/kWh.

Bränslen som används för *värmeproduktion* belastas med energi-, koldioxid-, i vissa fall svavelskatt samt kväveoxidavgift. Biobränslen, avfall och torv är i princip obeskattade för all energianvändning, men för torv utgår svavelskatt. En skatt på avfallsförbränning utreds för närvarande.

För samtidig produktion av värme och el, s.k. *kraftvärme*, gäller särskilda regler. För beskattningen fördelas bränsle i proportion till el- respektive värmeproduktion. Producenten kan välja vilka bränslen som ska hänföras till el- eller värmeproduktion. För bränslet som används för produktion av elkraft får fullt avdrag göras för energi- och koldioxidskatt. För bränslet som används för nyttiggjord värme betalas full koldioxidskatt och halv energiskatt.

Vid kraftvärmeproduktion uppstår vissa snedvridningar eftersom principerna om elbeskattning i konsumentledet respektive bränslebeskattning för värme i producentledet kolliderar<sup>27</sup>. Nuvarande beskattningssystem leder, inte minst vid kraftvärmeproduktion till att relativt miljöskadliga bränslen används för elproduktion och biobränslen för värmeproduktion.

Vid kraftvärmeproduktion i fjärrvärmenät betraktas 3 procent som intern förbrukning och beskattas. Dessutom infördes den 1 juli 1998 en högre energiskatt som gäller under perioden 1 november till 31 mars för el som förbrukas i elektriska pannor med en installerad effekt större än 2 MW.

*Hushållen* i norra Sverige betalar en lägre elskatt än hushållen i södra Sverige. Dessutom är skatten vid användningen av eldningsolja för uppvärmning lägre än motsvarande användning av tunn eldningsolja/diesel för motordrift.

För bränsle som förbrukats vid tillverkningsprocessen i *industrin*, växthusnäringen samt sedan den 1 juli 2000 även vid yrkesmässig verksamhet inom jordbruk, skogsbruk och vattenbruk, tas

---

<sup>27</sup> Se t ex Utvärdering av Skatteväxlingskommitténs energiskattmodell, Ds 2000:73.

inte energiskatt ut och endast 35 procent av koldioxidskatten. Koldioxidskatten för industrin uppgår till 18,5 öre per kg koldioxid. Enligt särskilda nedsättningsregler kan skatt som överstiger 0,8 procent av de framställda produkternas försäljningsvärde sättas ned till 24 procent och skillnaden återbetalas. Den s.k. 1,2 procent-regeln för cement-, kalk-, sten- och glasindustrin innebär att den totala skatten uppgår till högst 1,2 procent av försäljningsvärdet. Den skulle avskaffas till utgången av 1999 men har nu förlängts till utgången av 2002. Dessutom betalar industrin inte moms på energi.

För transporter gäller att alla bränslen ska beskattas och skatterna är i regel högre än om bränslet används för uppvärmning. Även biobränslen för motordrift beskattas. Det finns dock en möjlighet för regeringen att befria från eller reducera skatten för bränslen som används för att utveckla mer miljövänliga bränslen, s k pilotprojektdispenser. Sådan nedsättning ges för viss volym av alternativt drivmedel.

För diesel och bensen förekommer olika skattenivåer beroende på drivmedlets miljöklass. Dessa skatter har lett till att användningen koncentrerats på de bästa miljöklasserna. För diesel- och eldningsolja som används i yrkesmässig sjöfart, spårbunden trafik samt flygbensen och flygfotogen som förbrukas i flygplan betalas varken energi- eller koldioxidskatt och inte heller svavelskatt.

Enligt fordonsskattelagen (SFS 1988: 327) tas fordonsskatt ut för motorcyklar, personbilar, bussar, lastbilar, traktorer m.m. För personbilar i vissa glesbygdsområden gäller nedsatt fordonsskatt. År 1991 infördes ett miljöklasssystem för att differentiera försäljningsskatt och därmed främja introduktion av fordon med bättre miljöegenskaper. Enligt EU-bestämmelser är denna möjlighet till differentiering begränsad och 1998 avskaffades den. För personbilar avskaffades försäljningsskatten år 1996. År 2001 avskaffades den även för lätta lastbilar, bussar och motorcyklar. Detta syftar till att stimulera nybilsförsäljningen och därmed en förnyelse av fordonsparken. I genomsnitt är den svenska bilparken relativt gammal och äldre bilar har i regel sämre avgasrening och högre bränsleförbrukning. Av samma skäl har fordonsskatten på dieseldrivna personbilar av 1993 års modell och äldre höjts till samma nivå som gäller för nyare dieseldrivna bilar.

### **Effekter av energibeskattningen**

Under 1990-talet har användningen av biobränsle ökat med 16 TWh, eller med ca 45 procent, något som kan tillskrivas skattereglema. Användningen inom fjärrvärmesektorn har mer än fördubblats under perioden 1990 till 1999. Under andra hälften av 90-talet har användningen av förädlade biobränslen i form av pelletar ökat. Det har vuxit fram en småskalig industri för tillverkning av pelletar och särskilda brännare och värmekällor, De förädlade biobränslena används både i småhus och stora kolpulvereldade pannor.

Statens Energimyndighet har i uppdrag att handha kontroll och utvärdering av s.k. pilotprojektdispenser avseende nedsättning av drivmedelsskatten för biobaserade alternativa drivmedel för fordon som regeringen meddelat med stöd av lagen (1994:1776) om skatt på energi. Volymen skattebefriade bränslen framgår av tabell 3.2. Biogas är befriat från drivmedelsskatt genom ett så kallat 8.4 undantag (mineraloljedirektivet) varför några pilotprojektdispenser ej meddelats.

**Tabell 3.2 För drivmedelsändamål sålda/förbrukade volymer av skattebefriad RME och etanol åren 1995 till 2000**

|                          | 1995 | 1996 | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   |
|--------------------------|------|------|--------|--------|--------|--------|
| RME (m <sup>3</sup> )    | 500  | 7500 | 8000   | 7500   | 7000   | 8000   |
| Etanol (m <sup>3</sup> ) | 6000 | 8000 | 12 000 | 14 000 | 16 000 | 21 000 |

Statistiken för biodrivmedel är inte helt tillförlitlig. Ibland kan den använda volymen av drivmedlet i fråga ha redovisats av fler dispensinnehavare. Där så kunnat påvisas har hänsyn tagits till detta i redovisningen. Det kan dock inte uteslutas att det skett vid ytterligare tillfällen, vilka inte framkommit i rapporteringen eller uppmärksammats på annat sätt. De nedan redovisade volymerna kan därför i viss utsträckning vara större än den verkligt anspråkstagna volymen. Den dispensgivna volymen är också mycket större än den försålda mängden. Anledningen beror bl.a. på att en större fabrik för produktion av etanol är under uppstart. Den försålda mängden biodrivmedel år 2000 beräknas ersätta 2000 m<sup>3</sup> bensin och 18 000 m<sup>3</sup> dieselolja. Utsläppsreduktionen uppgår då till ca 55 000 ton koldioxid brutto. Den verkliga reduktionen blir lägre eftersom en viss mängd fossil energi åtgår vid framställningen av biodrivmedlen. Av gjorda undersökningar<sup>28</sup> framgår emellertid att insatsen av fossil energi och drivmedel vid produktionen av biobaserade drivmedel spelar en betydligt mindre roll än vad som tidigare antagits.

### Skatteväxling

Under år 2001 har en växling skett mellan höjda skatter på energi som balanseras av sänkta skatter på arbete. Skatteväxlingen omfattar totalt 3,3 miljarder kronor. Tanken med den gröna skatteväxlingen är att nå en ökad miljörelatering av energibeskattningen och att använda de ökade skatteintäkterna för att sänka andra skatter. Inom ramen för den gröna skatteväxlingen ska därför höjda energiskatter balanseras genom ett höjt grundavdrag på 1200 kronor i inkomstbeskattningen och sänkt arbetsgivaravgift med 0,1 procentenheter.

Från 1 januari 2001 höjdes koldioxidskatten från 37 öre till 53 öre per kg utsläppt koldioxid vilket motsvarar en höjning med 40 procent. Denna höjning balanserades delvis, motsvarande 25 procent, med en sänkning av energiskatten på 8 procent. Därmed är denna del av skatteförändringen intäktsneutral ur fiskal synpunkt. En skatt på koldioxid ger en tydligare prissignal om externa effekter från koldioxid än en energiskatt. Omläggning av energiskatt till koldioxidskatt förstärker därmed skatternas miljöstyrande effekt vid valet mellan olika fossila bränslen. Sveriges utsläpp av koldioxid ska begränsas och därför infördes, utöver den intäktsneutrala delen, en ytterligare höjning av koldioxidskatten motsvarande 15 procent. Genom höjda skatter på koldioxid blev el billigare än annan energi, varför elskatten höjdes med 1,8 öre/kWh.

Denna höjning av skatten berör endast hushållen. Eftersom Sverige är en öppen och liten ekonomi har industrin, liksom jordbruk, skogsbruk och vattennäring undantagits från höjningen av koldioxidskatt. Industrin betalar således samma koldioxidskatt som före 2001 års skatteförändringar och fortsatt ingen elskatt. Även transportsektorns skatter är i huvudsak oförändrade. Utöver indexuppräknings har bensinskatten inte höjts 2001, däremot har dieselskatten, inklusive indexuppräknings, ökat med 11,7 öre per liter. För att reducera eventuella nackdelar av höjd dieselskatt på kollektivtrafik och annan yrkesmässig trafik beslutades att

<sup>28</sup> Livscykelanalys av drivmedel, KFB-Meddelande 1997:5; Miljöeffekter av alternativa drivmedel, Kemiinformation för Energimyndigheten och Naturvårdsverkets Jämförelseprojekt; Alternativa drivmedel Lägesrapport 1999, Atrax Energi AB och Kemiinformation AB för Naturvårdsverket.

samtidigt sänka momsen för personbefordran från 12 procent till 6 procent. Momssänkningen avser alla former av kollektivtrafik såsom bussar, tunnelbana, tåg, taxi och inrikesflyg.

### **3.2 Stöd till förnybar energi och energieffektivisering**

I enlighet med 1997 års energipolitiska beslut<sup>29</sup> startades ett omfattande program för ett ekologiskt uthålligt energisystem. Programmet innehåller åtgärder för att minska elanvändningen och utveckla ny elproduktion. Åtgärderna är en viktig förutsättning för att kompensera för bortfallet av elproduktion från stängningen av Barsebäcksverket<sup>30</sup>. Enligt det energipolitiska beslutet kan den andra reaktorn endast stängas under förutsättning att bortfallet av elproduktion kan kompenseras genom tillförsel av ny elproduktion och minskad användning av el. Programmet omfattar också åtgärder på lång sikt såsom forskning och utvecklingsåtgärder, detta program redovisas i kapitel 4.

Som framgått av tidigare avsnitt har Sverige sedan länge energi- och koldioxidskatt på bränslen och drivmedel. Emellertid är elproduktion undantaget av konkurrensskäl, varför andra stöd för att främja förnybar elenergi behövs för att få en förändring till stånd. Likaså är energiskatten på elenergi för uppvärmningsändamål inte tillräckligt styrande för att skapa incitament att övergå till andra uppvärmningsformer. Därför behövs särskilda riktade insatser för att öka incitamenten för en övergång till andra uppvärmningsformer.

Bedömningarna över effekten baseras på Energimyndighetens rapport "Det kortsiktiga programmet för omställning av energisystemet, ER 4:2001". I flera fall har syftet med de insatta åtgärderna varit att minska användningen av elenergi. Stöden till förnybara energikällor har också ökat produktionen av förnybar el. Sverige har en gemensam elmarknad med Norge, Finland, Tyskland, Danmark, Polen och därmed ett omfattande kraftutbyte mellan länderna. Vintertid under höglast sker i allmänhet en import av kraft till Sverige medan motsatsen gäller under sommaren då det finns ledig kapacitet i svenska kraftanläggningar. Det kan därför diskuteras vilken typ av elenergi som ersätts genom de svenska insatserna. Energimyndigheten har räknat med ett fall då elenergin ersätter dels elenergi från befintlig kolkondenskraft i Europa och ett annat alternativ då elenergin ersätter ny naturgaskombi i Sverige och Europa. De reella utsläppsreduktionerna har således också skett i andra länder än Sverige. (se också bilaga 2)

#### **Åtgärder för att minska elanvändning för uppvärmning**

Ungefär 40 procent av uppvärmningen av småhus sker med elenergi. Sett ur ett internationellt perspektiv är det en hög andel. Åtgärder har därför satts in för att begränsa eluppvärmningen, särskilt i ljust av en förestående avveckling av kärnkraften.

I 1997 års energipolitiska beslut konstateras att en stängning av Barsebäcksverket snarare medför effektbrist än energibrist. Åtgärderna utformades därför också med ambitionen att leda till ett minskat effektuttag under höglasttid

Konverteringen till fjärrvärme och konverteringen till andra uppvärmningssystem, inklusive åtgärder för att minska effektuttaget via effektvakter, kom inte att fungera som önskat. Kostnaderna för konvertering av uppvärmningssystemen är i många fall för höga. Vidare är fjärrvärmesatserna<sup>31</sup> i många fall så höga att konvertering är olönsam för den enskilde, trots det statliga bidraget.

<sup>29</sup> En uthållig energiförsörjning, prop. 1997/97:84, bet. 96/97 NU:12, rskr 96/97:272.

<sup>30</sup> Prop. 1996/97:84, s.28.

<sup>31</sup> "Fjärrvärmerna på värmemarknaderna", ER 19:2000, Statens energimyndighet.

Anslagen stoppades den 20 april 1999 genom den s.k. stoppförordningen<sup>32</sup> och omfördelades från år 2000 till förmån för utveckling och demonstration av projekt för konvertering och minskad elanvändning, snarare än att nå volym på konverteringen. Anslagsposterna och anslagen redovisas för åren 2000 och 2001 i *tabell 3.3*. Efter omfördelningen har Energimyndigheten arbetat för att sänka konverteringskostnaden för hus med direktverkande elvärme. Arbetet har huvudsakligen inriktats mot att tillämpa ny teknik och nya systemlösningar, samordna teknikupphandlingar och stimulera till ökad satsning på så kallade närvärmeprojekt. Dessa åtgärder ensamma är inte tillräckliga för att göra konvertering lönsamt. Energimyndigheten stödjer dock även forskning och utveckling, och bedriver försöksverksamhet inom fjärrvärmeområdet. Målet på medellång sikt är att minska kostnaderna så att fjärrvärmen blir konkurrenskraftig gentemot elvärme.

De statliga anslagen för att minska elanvändningen för uppvärmning framgår av *tabell 3.3*. Stödet till solvärme redovisas under avsnitt 3.5.

**Tabell 3.3 Anslag för att minska elanvändning för uppvärmning för åren 1998 - 2000, miljoner kronor.**

| Anslagspost                                                           | 1998       | 1999       | 2000       | (beräknat) |            |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                                                       |            |            |            | 2001       | 2002       |
| Utbyggnad av fjärrvärmenät                                            | 100        | 200        | 15         | 15         | 15         |
| Effektminskande åtgärder                                              | 50         | 95         | 35         | 0          | 0          |
| Konvertering till individuell bränsleeldning                          | 140        | 5          | 5          | 132        | 107        |
| Konvertering av eluppvärmda fastigheter som ansluts till fjärrvärme   |            | 200        | 11         | 132        | 107        |
| Utveckling av projekt för minskad elanvändning i bostäder och lokaler |            |            | 25         | 2          | 2          |
| Solvärme                                                              |            |            | 10         | 20         | 20         |
| Till regeringens disposition                                          |            |            | 4          | 24         | 4          |
| <b>Summa</b>                                                          | <b>290</b> | <b>300</b> | <b>105</b> | <b>325</b> | <b>255</b> |

#### *Konvertering till fjärrvärme*

Ett kvantitativt mål har angivits för att till år 2001 ersätta 1,5 TWh elenergi med fjärrvärme. 1998 anvisades 100 miljoner kronor för stöd till konvertering till fjärrvärme. Stödet har endast varit i kraft under 1998 och första kvartalet 1999.

Resultaten av bidraget för fjärrvärmekonvertering beräknas utifrån de uppgifter som de sökande lämnat på hur mycket el de använde innan konverteringen gjordes. Elreduktionen för alla beviljade ärenden beräknas till 262 GWh och effektreduktionen till 144 MW. De beviljade ärendena av konverteringen till fjärrvärme reducerar utsläpp av CO<sub>2</sub> och ger en beräknad utsläppsreduktion inom intervallet 88 – 236 kton/år. Intervallet beror på om man antar att elenergin baseras på ny naturgaskombi eller befintlig kolkondenskraft.

<sup>32</sup> Förordningen (SFS 1999:187) om ändring i förordningen (1997:635) om statligt bidrag till vissa investeringar för att minska elanvändningen i bostäder och vissa lokaler respektive Förordningen (SFS 1999:188) om ändring i förordningen (1997:634) om statligt bidrag till investering för ombyggnad och anslutning av eluppvärmda byggnader till fjärrvärme.

Målet att ersätta 1,5 TWh el bedöms inte kunna nås med den nuvarande kostnadsbilden samt beslutade statliga bidragsmedel då ekonomin i dagsläget är oförmånlig p.g.a. dels höga konverteringskostnader, dels liten eller ingen prisskillnad gentemot fjärrvärme. För boende i flerfamiljshus och småhus med direktelvärme är benägenheten att ställa om till andra värmesystem liten. Dessa fall uppvisar de högsta specifika investeringen. De fallande elpriserna i Sverige under perioden 1997– 2000, som resultat av elmarknadens liberalisering, har minskat incitamenten att ansluta sig till fjärrvärme. Sammantaget bedöms elreduktionen via anslutning till fjärrvärme bli knappt 0,5 TWh vid femårsperiodens slut. Under 2001 har emellertid elpriserna stigit

Stödet till eleffektminskande insatser har upphört.

#### *Konvertering från elvärme till annan individuell uppvärmning*

Inga kvantitativa mål har ställts upp. 80 procent av inkomna ansökningar har gällt konvertering från direktverkande el. Under 1998 och 1999 har länsstyrelserna beviljat bidrag till drygt 7 000 lägenheter. De beviljade medlen uppgår till 113,8 miljoner kronor.

Den beräknade eleffekt- och elenergireduktionen som resultat av bidraget till konvertering från elvärme är 47 MW och 117 GWh/år för beviljade ärenden. De eleffektreducerande åtgärderna ger minskat utsläpp av koldioxid inom intervallet 34 – 81 kton/år för de beviljade ärendena. Intervallet beror på om man antar att elenergin baseras på ny naturgaskombi eller befintlig kolkondenskraft. Konverteringarna har skett från direktvärmande elvärme trots att det är betydligt billigare att konvertera från vattenburna system. Detta bedöms bero på att hushåll med direktverkande el är mer beroende av elpriset och därför utnyttjar möjligheten till bidrag för att konvertera. Intresset för stödet har minskat sedan inledningen av programperioden vilket förmodas bero på de höga konverteringskostnaderna och att elpriset har sjunkit under perioden.

#### **Ökad användning av förnybar energi**

För att stimulera utbyggnaden av elproduktion baserad på förnybara energikällor lämnas investeringsbidrag<sup>33</sup>. Medel finns också avsatta för upphandling av ny elproduktionsteknik. Totalt har 1 000 miljoner kronor anslagits för perioden 1997 – 2002 för tillförsel av ny elproduktion med fördelning enligt *tabell 3.4*.

**Tabell 3.4 Anslagsfördelning för stöd av förnybar elenergi år 1997 – 2002, miljoner kronor.**

| Anslagspost                                                         | 1997      | 1998       | 1999       | 2000      | 2001       | 2002<br>(beräknat) |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|--------------------|
| Investeringar i biobränslebaserad kraftvärme                        | 45        | 90         | 74,8       | 25        | 130        | 85                 |
| Investeringar i vindkraftverk                                       | 30        | 60         | 60         | 60        | 100        | 70                 |
| Investeringar i småskalig vattenkraft*                              | 5         | 4          | 0          | 5         | 47         | 4                  |
| Upphandling av ny teknik för elproduktion med förnybara energislag. |           | 20         | 0,1        | 5         | 28         | 9                  |
| <b>Summa</b>                                                        | <b>80</b> | <b>174</b> | <b>135</b> | <b>95</b> | <b>305</b> | <b>168</b>         |

Anm.: Anslaget till investeringar är omfördelat sedan det ursprungliga anslaget.

I det energipolitiska beslutet anges att målen, för bidragen till investeringar i ny elproduktion från förnybara energikällor, är att uppnå en sammanlagd tillförsel om 1,5 TWh per år inom fem år.

<sup>33</sup> Förordning (1998:22) om statligt bidrag till vissa investeringar inom energiområdet.

### *Investeringsstöd till biobränslebaserad kraftvärme*

Bidrag lämnas med 3 000 kronor per installerad kW elproduktionskapacitet för investeringar i anläggningar för kraftvärmeproduktion med biobränslen. Bidraget får dock högst utgöra 25 procent av investeringskostnaden. Målet med investeringsstödet till biobränsleeldad kraftvärme är att öka tillförseln av el från biobränslen med minst 0,75 TWh/år inom en femårsperiod.

Anslaget uppgår till 450 miljoner kronor för femårsperioden. Beviljat stöd hittills är 445 miljoner kronor. Tio anläggningar har beviljats bidrag. I slutet av 2002 kommer samtliga anläggningar att vara tagna i drift. För samtliga projekt finns krav på fem års rapportering av driftdata och drifterfarenheter liksom bränsleanvändning

De tio ansökningar som har beviljats bidrag omfattar totalt 164 MW. Anläggningarna beräknas producera 0,88 TWh el per år. Investeringsstödet till beviljad biobränslebaserad kraftvärme beräknas reducerar utsläppen av koldioxid inom intervallet 490 – 820 kton/år. Intervallet beror på om man antar att elenergin baseras på befintlig ny naturgaskombi eller kolkondenskraft.

Av alla stödformerna i det kortsiktiga omställningsprogrammet uppvisar de nya eller planerade kraftvärmeverken den bästa kostnadseffektiviteten. De senaste årens relativt låga elpriser har inte utgjort hinder för beslut utan samtliga som beviljats bidrag genomför projekten.

### *Investeringsstöd och driftstöd till vindkraftverk*

För vindkraftverk med en eleffekt på minst 200 kW lämnas investeringsbidrag om högst 15 procent av investeringen. Målet med investeringsstödet till vindkraftverk är att öka tillförseln av el från vindkraft med minst 0,5 TWh per år inom en femårsperiod.

Driftsstödet till den fortlöpande vindkraftproduktionen är för närvarande 27 öre per kWh. Driftsstödet består av två delar, den s.k. miljöbonusen som motsvarar energiskatten på el och är år 2001 18,1 öre/kWh samt ett särskilt stöd till elproduktion från småskaliga produktionsanläggningar<sup>34</sup>. Det särskilda stödet gäller till den 31 december 2001 och utgår med 9 öre per kWh.

Anslaget uppgår till 380 miljoner kronor under en femårsperiod. Beviljat stöd är 235 miljoner kronor. Till och med utgången av år 2000 hade 269 vindkraftverk beviljats investeringsbidrag. Av dessa är 167 slutredovisade och tagna i drift. De resterande beräknas vara slutredovisade och tagna i drift före den 30 september 2001.

Elproduktionen från de vindkraftverk som beviljats stöd till och med 2000 beräknas till 0,444 TWh. Målet bedöms kunna uppnås under femårsperioden. Idrifttagna vindkraftverk har en nyinstallerad eleffekt på 112 MW och beräknas ge en årlig elproduktion på 0,232 TWh. Den samlade eleffekten för vindkraftverken som beviljats stöd är 188 MW. Reduktionen av CO<sub>2</sub>-utsläpp beräknas bli mellan 414 kton/år beräknat på kolkondens på marginalen och 170 kton/år för elproduktion med ny naturgaskombi. Denna reduktion beror förutom på investeringsstödet även på driftstödet och miljöbonusen.

Investeringsstödet tillsammans med driftstödet innebär en god lönsamhet vid investering av vindkraftverk. Driftstödet till småskalig vindkraftsutbyggnad gäller för verk < 1500 kW och vilket kan hindra uppförandet av större vindkraftverk. Ansökningar har kommit för verk med en effekt på 1750 kW men som spärras vid en maximal effekt på 1500 kW för att kunna dra nytta av driftstödet.

---

<sup>34</sup> Förordning (2000:614) om stöd till småskalig elproduktion.

### *Investeringsstöd till småskalig vattenkraft*

För småskalig vattenkraft lämnas investeringsbidrag om högst 15 procent av investeringen till utbyggnad av vattenkraftverk med en effekt på minst 100 kW och högst 1 500 kW. Målet för stödet till småskalig vattenkraft är att under en femårsperiod åstadkomma en ökning av den årliga elproduktionen från småskalig vattenkraft med minst 0,25 TWh.

Energimyndigheten har beviljat 9 ansökningar om bidrag till småskalig vattenkraft. De vattenkraftverk som hittills beviljats stöd beräknas öka elproduktionen med 12,9 GWh el. De inkomna ansökningar som beräknas byggas, kan ge ett tillskott av elproduktion på cirka 24,8 GWh. CO<sub>2</sub>-reduktionen för beviljade ansökningar ligger i intervallet 4 – 12 kton/år beräknat på elproduktion med naturgaskombi respektive befintlig kolkondens på marginalen.

Det uppsatta målet på 0,25 TWh årlig elproduktion från små vattenkraftverk bedöms inte kunna nås. Orsaken till att inte fler småskaliga vattenkraftverk byggs är att det är svårt att samtidigt uppnå de miljömässiga kraven.

### *Summering av stödet till förnybar elenergi*

Nuvarande stödsystem innebar till viss del blev det en fortsättning på 1991 års energipolitiska program. Investeringsstöd för att öka användningen av förnybara energislag som småskalig vattenkraft, vindkraft och biokraftvärme kompletterade styreffekten av energibeskattningen, eftersom det inte tas ut någon koldioxidskatt på elproduktion. Ett särskilt driftstöd för småskalig elproduktion infördes under 2000 och redan 1995 infördes en särskild miljöbonus för vindkraftproduktion. Den sammanlagda stödnivån av både investeringsstöd och driftstöd ges i tabell 3.5. Som framgår av tabellen är det statliga stödet till vindkraft störst och uppgår f.n. till drygt 30 öre/kWh.

**Tabell 3.5 Nuvarande stöd till elproduktion från förnybara källor.**

| El från                                | Nuvarande stöd <sup>35</sup> |
|----------------------------------------|------------------------------|
| Vind                                   |                              |
| Investeringsstöd, max 15 procent.      | 4-5 öre/kWh                  |
| Miljöbonus                             | 18,1 öre/kWh                 |
| Småskalig elproduktion, högst 1500 kW. |                              |
| Tillfälligt stöd                       | 9 öre/kWh                    |
| Småskalig vattenkraft                  |                              |
| Investeringsstöd, max 15 procent.      | 3-4 öre/kWh                  |
| Småskalig elproduktion, högst 1500 kW. |                              |
| Tillfälligt stöd                       | 9 öre/kWh                    |
| Biobränsle                             |                              |
| Investeringsstöd, max 25 procent.      | 5-7 öre/kWh                  |

### **Teknikupphandling för effektivare energianvändning**

Enligt det energipolitiska beslutet 1997 anvisades 100 miljoner kronor under en femårsperiod för upphandling av ny energieffektivare teknik. Målet är att stimulera utveckling och öka marknadsintroduktion av energieffektiv teknik genom att initiera och driva teknikupphandlingsprojekt.

Stöd till upphandling av energieffektiv teknik infördes 1988 som ett bidrag med högst 50 procent av utvecklingskostnaderna eller som ett lån med högst fem års löptid<sup>36</sup>. Syftet med stödet var att

<sup>35</sup> Investeringsstöden är omräknade med 5 % kalkylränta och 15 år avskrivningstid för vindkraft, 25 år för kraftvärme och 30 år för vattenkraft.

<sup>36</sup> Förordning (1988:806) om statligt stöd till teknikupphandling.

reducera beställarens ekonomiska och tekniska risk för att därigenom stimulera till upphandling av produkter och system som kan ersätta el och är eleffektiva. I 1991 års energipolitiska program vidgades stödet till att gälla effektivisering av all slags energianvändning. I 1997 års energipolitiska beslut omformulerades och förtydligades stödet till teknikupphandling av energieffektiv teknik. Den nya förordningen<sup>37</sup> trädde i kraft den 1 juli 1999. Enligt denna förordning lämnas bidrag med 50 procent för merkostnaderna för själva teknikupphandlingen och med 30 procent för merkostnaderna vid investering.

En bedömning utifrån uppgifter om försäljning av nya produkter beräknas ha lett till en minskad elanvändning på cirka 0,4 TWh och en minskad oljeanvändning på 0,4 TWh. Effektiviseringarna ger en CO<sub>2</sub>-reduktion som ligger i intervallet 200 - 400 kton/år beräknat på elproduktion med ny naturgaskombi respektive kolkondens på marginalen.

### **3.3 Information och rådgivning**

Energimyndigheten genomför informations- och kommunikationsprojekt som bidrar till att levandegöra visionen om ett ekonomiskt och ekologiskt hållbart energisystem. Andra målsättningar med verksamheten är att stimulera till långsiktigt tänkande och sätta dagordningen för energidebatten. Ytterligare mål är att rätt målgrupp ska få rätt kunskap och information i rätt tid.

Verksamheten indelas i:

- allmän energiinformation
- riktad information om effektivare energianvändning och förnybara energikällor
- bidrag till informationsprojekt
- bidrag till kommunal energirådgivning
- information om kommunal energiplanering
- sambanden mellan energi, ekonomi och miljö
- information i anslutning till EU-gemensamma åtgärder samt informationskontoret OPET.

Redovisningen nedan täcker åtgärder inom Energimyndighetens verksamhetsområde under åren 1998-2000. Finansieringen kommer dels från anslaget för information och utbildning för effektivare energianvändning (kortsiktiga energipolitiska åtgärder) och dels från Energimyndighetens förvaltningsanslag och program. Anslaget för information om energieffektivisering har varit drygt 30 miljoner kr totalt för åren 1998-2000. Hur mycket av förvaltningsanslaget och övriga programmedel som använts till informationsaktiviteter kan inte särredovisas. De medel som avsattes i 1997 års energipolitiska beslut framgår av nedanstående tabell.

---

<sup>37</sup> Förordning (1999:344) om statligt bidrag till teknikupphandling av energieffektiv teknik och ny energiteknik.

**Tabell 3.6 Anslagsfördelning för information, rådgivning och märkning år 1997 – 2002, miljoner kronor.**

|                                  | 1997     | 1998      | 1999      | 2000      | 2001      | 2002<br>(beräknat) |
|----------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| Information, utbildning etc.     |          | 12        | 9,4       | 11,9      | 14        | 13                 |
| Provning, märkning, certifiering | 4        | 8         | 8         | 8         | 8         | 4                  |
| Kommunal energirådgivning        |          | 50        | 43,5      | 45        | 56        | 55                 |
| <b>Summa</b>                     | <b>4</b> | <b>70</b> | <b>61</b> | <b>65</b> | <b>78</b> | <b>72</b>          |

### Allmän energiinformation

Information sprids till en bred målgrupp i energisektorn, exempelvis energiproducenter, -distributörer, användare, kommuner, energiexperter, arkitekter, installatörer, andra myndigheter och massmedia. Informationskanaler är Energimyndighetens hemsida<sup>38</sup> och tidskrift, samt den årliga energikonferensen Energitinget. Innehållet bygger på kunskap från projekt och program för forskning, utveckling och marknadsintroduktion, som hel- eller delfinansierats av Energimyndigheten. Därutöver sprids kunskap om energisystemet, analyser och prognoser samt information om förändringar av regelverk. Sambanden mellan energi, ekonomi och miljö har ett särskilt fokus. Kommunikation via nätverk har fått en ökad betydelse. Kontakter med massmedia hålls kontinuerligt.

### Riktad information inklusive kampanjer och ”verktyg”

Den riktade informationen syftar till att ge specifik kunskap och beslutsunderlag till en eller flera väldefinierade målgrupper. Förutom teknisk information kan det röra sig om kunskap som leder till acceptans och insikt framförallt inom områdena förnybara energikällor och effektivare energianvändning. Informationen bygger till mycket stor grad på kunskap som kommer fram inom Energimyndighetens och andra myndigheters verksamhet, men även internationellt tillgänglig kunskap.

Informationsspridningen till konsumenter har varit omfattande och fakta har givits om olika uppvärmningssystem och olika sätt att spara energi. I tre år i rad har en turné i Sverige visat två trailers med alternativa energisystem för uppvärmning av bostäder, t ex pellets, värmepumpar och fjärrvärme. I de cirka 300 orter som besökts har vid varje tillfälle cirka 200-300 personer besökt utställningen.

Under år 2000 genomfördes en vindkrafttour med syfte att informera lokala/regionala myndigheter samt kommunala energirådgivare om forskning, utveckling och implementering av vindkraft i Sverige.

Sedan 1998 delas årligen ut ett pris till det industriföretag som genomfört energieffektivisering inom ett kontinuerligt förbättringsarbete (projektet kallas Eko-energi).

Energimyndigheten verkar också i ett flertal nätverk med andra myndigheter och med intressegrupper. Exempelvis har kunskap uppbyggt i ett forskningsprogram lett till att Skogsvårdsstyrelsen tagit fram ett regelverk om miljömässigt bra sätt att ta ut skogsbränsle.

<sup>38</sup> [www.stem.se](http://www.stem.se)

År 2001 startades frivilliga överenskommelser med ett tiotal svenska kommuner. Avtalet gäller omställning av energisystem och energieffektivisering för att bidra till att mängden CO<sub>2</sub>-utsläpp reduceras till 1990 års nivå. Kommunerna erbjuder utbildning.

Som ett led i teknikupphandlingsförfarandet har myndigheten spridit information för att stimulera den vinnande produktens marknadsintroduktion. Spridning av informationen sker t.ex. genom broschyrer eller faktablad i populär form avsedda för villaföreningar, konsumentvägledare, kommunala energirådgivare, fastighetsförvaltare, arkitekter, byggherrar och energibolag.

Energimyndigheten har under 1998-2000 beslutat om stöd till särskilda informations- och utbildningsinsatser med syfte att öka kunskapen om effektivare energianvändning. Bidragen har främst gått till regionala energikontor, branschföreningar och andra organisationer.

Statligt stöd till kommunernas rådgivningsverksamhet inom energiområdet gavs för första gången 1977-1986. Det statliga bidraget återinfördes 1998-2002. Målet är att genom kommunerna sprida kunskap om miljöanpassad energitillförsel och effektivare energianvändning till allmänhet, företag och lokala organisationer. Bidraget kan utnyttjas för att finansiera en verksamhet med energirådgivare i den egna kommunen eller för energirådgivning i samarbete med andra kommuner. Bidraget är 150 000 kronor per år, samt därutöver ett tilläggsbelopp med hänsyn till antalet invånare i kommunen.

### **Information i anslutning till EG-märkning av apparater och andra EG-direktiv**

Myndigheten har under 1998-2001 genomfört vitvarukampanjen "Stoppa elätarna - köp elsnålt", som medfinansierats av branschen. Målet var att påverka konsumenten till att göra ett elsnålt val när det är dags att byta ut gamla vitvaror. Aktiviteten är ett komplement till EU:s energimärkning av kyl, frys, disk, tvätt och torkapparater.

Informationsaktiviteter genomförs också för att stimulera de åtgärder som nämns i EU:s direktiv EEC/93/76, nämligen individuell mätning och debitering av värme och varmvatten, pannkontroll, isolering av byggnader samt s.k. tredjepartsfinansiering.

### **OPET – Organization for the Promotion of Energy Technology – har två svenska kontor**

OPET har till huvuduppgift att som en del i ett EU-nätverk arbeta för att sprida resultat från forskning kring ny energiteknik. I Sverige finns två kontor - OPET Sweden (på Energimyndigheten) och OPET Arctic. Verksamheten startade 1997. Den totala medelstillgången år 2000 var 2,5 miljoner kronor. Syftet med OPET är att främja energiteknik genom att få till en snabbare marknadsintroduktion av ny innovativ energiteknik. Övergripande mål är att bidra till skapandet av ett långsiktigt ekonomiskt och ekologiskt hållbart energisystem.

OPET sprider resultat från framgångsrika demonstrationsprojekt från EU:s energiprogram eller från nationella demonstrationsprogram. OPET arbetar genom att arrangera seminarier, workshops, studieresor, tekniköverföringsmöten, ta fram faktablad och listor på leverantörer med mera. OPET Sweden arbetar brett inom följande områden: bioenergi, solvärme, småskalig vattenkraft, vindkraft, transport, energieffektivisering i byggnader samt naturgas. Under år 2000 arrangerade OPET Sweden en seminarieserie på sju orter i Sverige i samarbete med marknadsaktörer. Temat var finansiering av energieffektiv belysning. Sundsvalls kommun inspirerades att byta 16.000 gatljus. OPET Sweden har också samarbetat med Stockholm stad och arrangerad miljöbilsdagar för svenska och internationella aktörer. OPET Sweden är med i nio internationella aktiviteter inom bioenergiområdet.

## Bedömning av resultaten av programmen

Målet med informationsaktiviteterna är att öka kunskaperna. Dessa kunskaper ska i sin tur leda till handlingar som bidrar till effektivare energianvändning och ökad tillämpning av förnybara energikällor. Uppföljningen inriktas på att mäta i vilken mån kunskaperna har ökat hos målgrupperna och i vilken mån detta leder till handling. Sådan uppföljning är dock kostsam och mätningar av effekterna har koncentrerats till de större aktiviteterna såsom kampanjer.

Över 23 procent av konsumenterna har sett vitvarukampanjen under 1998-2000. Energieffektivitet en viktig faktor vid köp av kyl/frys eller tvätt/tork för mellan 50 och 54 procent av konsumenterna. Vitvaruhandlare uppger att kunder i större utsträckning än tidigare frågar efter de energieffektiva produkterna. Vid jämförelse av försäljningsstatistik mellan 1997 och år 2000 (dvs. kampanjperioden) syns en kraftig förskjutning från mindre elsnåla apparater till de elsnåla A- och B-klasserna. Enligt beräkningar kan försäljningsökningen ha gett en effektivisering med drygt 120 GWh.

Omkring 40 procent av hushållen har uppmärksammat kampanjen för lågenergilampor. Försäljningsökningen av lågenergilampor under 1998-1999 beräknas ha lett till cirka 5 GWh lägre energiförbrukning.

Effekterna av turnén ”vatten-värmer-bättre” har enligt deltagande installatörer varit stor och beställningar har kommit i samband med att trailern besökt en viss ort. Antal installationer av värmepumpar och pellets har ökat. Effekterna t.o.m. år 2000 av Eko-energiprojektet i industrin (utifrån de företag som rapporterat) är hittills en energibesparing på 33 GWh, varav drygt 10 GWh el.

Information om ny teknikupphandlad teknik bedöms ha bidragit i hög grad till introduktionen av de 17 tekniker som varit föremål för teknikupphandling under 1998-2000. Det är dock inte möjligt att urskilja effekterna av informationsspridningen och effekten av teknikutvecklingsprojekten. Särskilt stor spridning har ny teknik för värmepumpar fått och dessa har ersatt såväl oljeeldning som elvärme. En mycket grov beräkning av effekterna av nya värmepumpar är 0,4 TWh minskad oljeanvändning och 0,13 TWh minskning i elvärme.

Summeras alla typer av projekt för energieffektivisering beräknas cirka 0,4 TWh el och 0,4 TWh eldningsolja kan ha uppnås i form av minskad energianvändning. Beräkningen bygger på försäljningsstatistik. Andra beräkningsmetoder kan ge andra resultat.

Bidraget till kommunal energirådgivning är tämligen svårt att följa upp och att mäta effekterna i kWh eller koldioxid-utsläpp är nästan omöjligt. Flera utvärderingar har dock gjorts. Trots att ganska få samtal kommer dagligen upplever 40 procent av rådgivarna att energirådgivningen bidragit till en ökad energimedvetenheten hos allmänheten. Intervjuer med drygt 200 konsumenter som fått energirådgivning visar att nästan alla ”kunder” är småhusägare som vill ha antingen allmänna energisparråd eller har frågor om förändringar av sitt uppvärmningssystem, t.ex. om värmepumpar eller om pellets. 86 procent tyckte att informationen var mycket eller ganska användbar. Efter energirådgivningen har cirka hälften gjort en investering eller ändrat beteende. Den andra hälften planerar någon form av energieffektivisering.

### **3.4 Kommunal energiplanering samt kunskapsspridning om sambanden energi, ekonomi och miljö**

Kommunerna ska enligt lagen (1977:439) om kommunal energiplanering ta fram en aktuell plan för tillförsel, distribution och användning av energi i kommunen. Kommunerna ska också vid sin planering undersöka förutsättningarna att samverka med annan kommun eller betydande intressent på energiområdet

Energimyndigheten verkar för att underlätta för kommunal energiplanering vilket ska bidra till lokala ekonomiskt och ekologiskt uthålliga energisystem. Arbetet bedrivs genom att myndigheten lämnar synpunkter på förslag till kommunala energiplaner samt genom informations- och kunskapsspridning om sambanden mellan energi, ekonomi och miljö. Flera skrifter har tagits fram i samarbete med Naturvårdsverket. Boken ”20 grader – men hur” gavs ut 1996 och jämför bland annat kostnadseffektivitet, miljöbelastning och energieffektivitet för olika uppvärmningssystem i småhus, flerfamiljshus, kontorsbyggnader och skolor. Målgruppen är fastighetsägare, driftspersonal, VVS-installatörer, tjänstemän i kommuner och energiföretag, lokala Agenda 21-grupper samt utbildningsinstitutioner, bland annat högskolor, universitet och utbildning inom VVS och elinstallation.

Fler böcker med samma koncept har följt, t.ex. ”Ekonomi, energi och miljö på lokal nivå” som bl.a. tar upp kopplingar mellan energi, miljö och ekonomi på lokal och regional nivå på ett nytt metodiskt sätt. Vidare ges exempel på åtgärder eller projekt som är kostnadseffektiva och lönsamma samtidigt som de reducerar energianvändningen och miljöbelastningen. Målgruppen är både lokala och regionala aktörer. ”Lokala Uppvärmningsstrategier” ger idéer till lokal omställning av värmesystem. Det kan t.ex. handla om en strategi för ny fjärrvärme i en stadsdel eller för projektförslag för närvärme med biobränsle. Skriften ”Miljöanpassade lokala energiplaner – Exempel” kompletterar genom att ge bra exempel på miljöanpassade kommunala energiplaner t.ex. planeringsprocesser, mål, strategier, miljökonsekvensbeskrivningar samt idéer till konkreta projekt. Ytterligare en bok finns om regler för lokala energisystem.

### **3.5 Lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet**

År 1998 inrättades ett stöd till lokala investeringsprogram för ekologisk hållbarhet. Totalt beräknas anslaget till 7,2 miljarder kronor för perioden 1998–2003. Med stöd av förordningen (1998: 23) om statliga bidrag till lokala investeringsprogram som ökar den ekologiska hållbarheten i samhället, får regeringen besluta om bidrag till program som uppfyller vissa kriterier. Bidrag skall fördelas till de kommuner, vars investeringsprogram på bästa sätt bidrar till ekologisk omställning. Stödet beviljas av regeringen och administreras av Miljödepartementet. De kriterier som anges är att;

- minska belastningen på miljön
- öka effektiviteten i användningen av energi och andra naturresurser
- gynna användningen av förnybara råvaror
- öka återbruk, återanvändning och återvinning
- bidra till att bevara och förstärka den biologiska mångfalden samt att
- tillvarata kulturmiljövärden eller att bidra till att förbättra cirkulationen av växtnäringssämnen i ett kretslopp.

Programmen skall också bidra till ökad sysselsättning. Därutöver kan kommunen få stöd till informations- och folkbildningsinsatser knutna till programmet.

Totalt har nära hälften av landets kommuner fått bidrag genom programmet. Fram till februari 2001 beräknas de klimatrelaterade bidragen till 2 629 miljoner kronor<sup>39</sup>, vilket utgör nära hälften av totalt beviljade medel.

På klimat och energiområdet har bidrag utgått till investeringar framförallt i följande åtgärder:

- Energibesparing i bostäder och andra fastigheter
- Tillvaratagande av spillvärme för användning som fjärrvärme.
- Utbyggnad av fjärr- och närvärme i huvudsak för biobränslen
- Konvertering av oljepannor i enskilda hus till förnybar energi
- Utvinning av metan för uppvärmning eller drivmedel genom rötning av avloppsslam eller hushållsavfall
- Förnybara drivmedel och fordon för gods- och persontransporter
- Uppbyggnad av nät för cykeltrafik
- Marginella åtgärder avseende sol, vindkraft och vattenkraft

Genomförandet av investeringarna pågår och endast ett fåtal program har hittills slutrapporterats. Emellertid kan det underlag som kommunerna har lämnat för bedömning av ansökningarna, samt en enkät till kommunerna som utförts på uppdrag av Statens energimyndighet, ge en indikation av omfattning av miljöeffekter för bidrag som hittills beviljats.

Enligt kommunernas ansökningshandlingar skulle en minskning med 1,6 miljoner ton koldioxidekvivalenter erhållas, se *tabell 3.7*.

**Tabell 3.7 Klimatrelaterade projekt i investeringsprogrammet.**

| Åtgärd                                | Investeringsbidrag | Bedömd                                                |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
|                                       | milj. kronor       | utsläppsminskning kton<br>CO <sub>2</sub> -ekv per år |
| Omställning till förnybar energi      | 1 278              | 951                                                   |
| Åtgärder inom transportsektorn        | 507                | 108                                                   |
| Energieffektivisering                 | 496                | 470                                                   |
| Biogasanläggningar o avfallshantering | 347                | 43                                                    |
| <b>Summa</b>                          | <b>2628</b>        | <b>1 572</b>                                          |

Källa: Miljödepartementet

I projekten ingår bl.a. åtgärder för att utvinna eller röta avfall till biogas och använda i energisammanhang eller som drivmedel. Sedan åtgärderna färdigställts planeras en studie av hur biogasåtgärderna fördelas mellan insamling av metan som annars skulle läcka från deponier respektive metan som framställs. Det nuvarande underlaget är alltför osäkert för att göra en kvantitativ bestämning. I tabellen ovan ingår därför inte effekten av minskad metanavgång.

De investeringar som är under genomförande t.o.m. år 2000 uppges enligt en enkät i kommunerna ge en utsläppsminskning på 0,7 miljoner ton koldioxid samt en besparing av elenergi på ca 390 GWh.<sup>40</sup> Om elenergin antas ersätta befintlig kolkondenskraft respektive ny naturgaskombi erhålles ytterligare ca 0,1-0,3 miljoner ton koldioxid.

<sup>39</sup> De totala investeringarna i kommunerna uppgår till ca 9,7 miljarder kronor.

<sup>40</sup> Uppföljning av energiprojekt inom de lokala investeringsprogrammen 1998, 1999 och 2000 (Ångpanneföreningen nov. 2000).

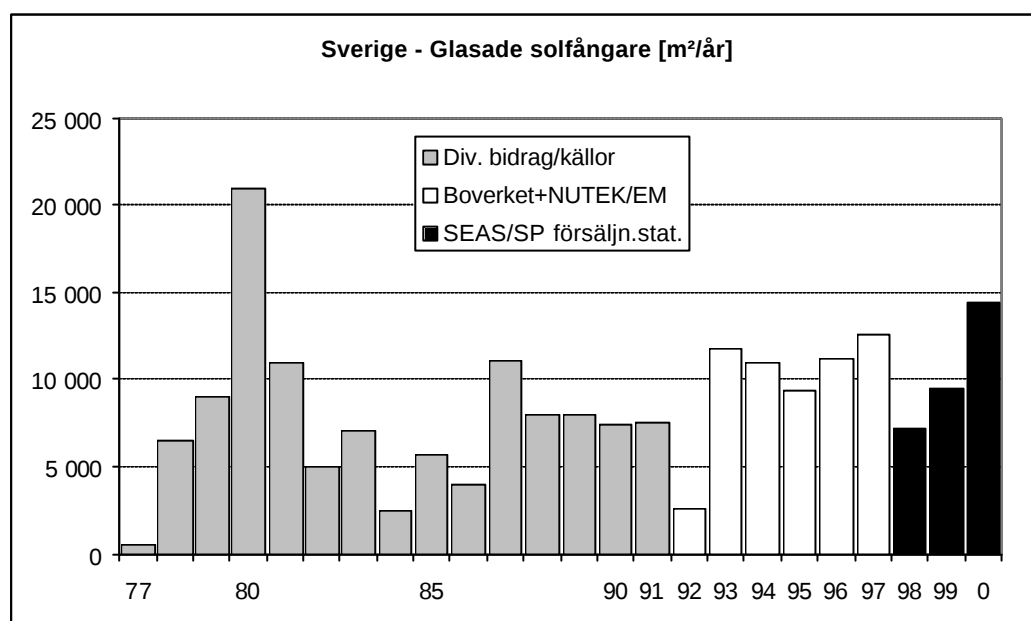
### 3.6 Åtgärder inom bostäder och lokaler

Förutom de åtgärder som berör bostäder och lokaler som beskrivits ovan såsom stöd till fjärrvärmeanslutning, konvertering från elvärme till annan värmekälla och teknikupphandlingar kan ett par ytterligare åtgärder nämnas.

#### Stöd till solvärme

Det har funnits olika bidrag under förhållandevis korta perioder sedan slutet av 70-talet. Bidragen har administrerats av olika organ, haft olika utformning och funnits under begränsad tid. Detta har gett upphov till starkt varierande intresse som inte alltid främjat utvecklingen sett ur den tillverkande industrins synvinkel. Figur 3.1 illustrerar ”installerade” solfångare 1977-2000.

**Figur 3.1 Installerade solfångare 1977 - 2000**



Energimyndigheten har via ett speciellt utvecklingsprogram för solvärme, försökt bistå branschen genom att erbjuda utvecklingshjälp för att ta fram mer ekonomisk solvärmeteknik. Ny teknik har sedan demonstrerats med bidrag från Energimyndigheten. Via denna demonstrationsverksamhet har det tillkommit ca 5 600 m<sup>2</sup> solfångararea i medelstora anläggningar (några hundra till drygt tusen m<sup>2</sup> per styck) vilket motsvarar omkring en halvårsförsäljning av solfångare i Sverige under aktuell tidsperiod. Demonstrationerna har, förutom att visa på den nya förbättrade tekniken, också bidragit till att företagen lyckats upprätthålla en större försäljningsvolym än annars skulle ha skett.

För åren 2000 och 2001 har anslagits 10 respektive 20 miljoner kronor för ett nytt bidrag till solvärme<sup>41</sup>. Bidraget ges till anläggningar för permanent boende och till lokaler som inte används för kommersiella och industriella ändamål. Stödet hanteras av länsstyrelserna och Boverket men Energimyndigheten har erhållit medel för information kring solvärmestödet. Storleken på bidraget bestäms efter solfångarnas beräknade årliga produktion. Bidraget ges med två kronor och femtio öre per årlig kWh dock högst 7500 kronor för småhus, 5000 kronor per lägenhet i

<sup>41</sup> Förordning (2000:287) om statligt bidrag till investeringar i solvärme

flerbostadshus och 5000 kronor per bostadsanknuten lokal (200 kvm lokalyta anses motsvara en lägenhet).

För solvärmeanläggningar i flerbostadshus eller bostadsanknutna lokaler får bidraget inte överstiga 25 procent av investeringskostnaden. Bidraget är också begränsat till högst 250 000 kronor per fastighet.

Med utgångspunkt från hittillsvarande bidragsgivning beräknas det totala stödet minska energianvändningen 13,5 GWh<sup>42</sup>. Därvid beräknas koldioxidutsläppen kunna minska med mellan 3 - 5 kton per år.

### **Split incentive**

Ett hinder för energieffektiva system är att information eller incitament för att utforma energieffektiva lösningar inte finns på rätt ställe i en organisation eller ett företag. Ett typfall av detta är vad som betecknas *"split intensives"* där den som står för investeringen i en anläggning (first cost) inte ansvarar och finansierar driften av anläggningen. Ett exempel kan illustreras med att byggherren väljer vitvaror utifrån investeringskostnaden medan hyresgästerna drabbas av driftskostnaderna.

Energimyndigheten arbetar med att överbrygga dessa informationsbrister och att ta fram verktyg som underlättar uppförandet av energieffektiva lösningar inom området upphandling, förvaltning och beteende, där split intensives är ett hinder att komma tillrätt med. Ett långsiktigt mål är att alla beställare använder ett upphandlingsförfarande där bästa möjliga energireduktion är en självklar del, dvs. att livscykelkostnaden styr valet av utrustning. Strategin är att ta fram stöd eller verktyg som kan användas vid upphandling och där krav ställs på energianvändning med sikte på bästa möjliga energireduktion i förhållande till dagens regler och nivåer. En viktig bit i stödet blir att arbeta med livscykelkostnader. Detta arbetssätt förutsätter en samordning med många aktörer bland annat ett samarbete med Boverket och Formas. Vidare tar Energimyndigheten ett initiativ till ökad användning av frivilliga miljöavtal innehållande energieffektiviseringskrav med industri (LTA) och kommuner. Andra aktiviteter är tredjepartsfinansiering och "performance contracting" där incitamentet att erhålla en låg livscykelkostnad överförs huvudsakligen till en utomstående aktör som investerar i den "dyrare" energieffektiva utrustningen och "vinsten" av en lägre driftskostnad kan delas mellan investerare och brukare.

### **Bidrag till ekologiskt byggande**

Regeringen har avsatt 635 miljoner kronor som ska bidra till ekologisk hållbarhet vid bostadsbyggandet under åren 2001 - 2004. Därefter ska bidraget utvärderas. Bidrag ges för alla former av ekologiskt byggande varav effektivisering av användningen av energi och andra naturresurser utgör ett kriterium.

Bidrag lämnas med maximalt 2 000 kr per kvm uppvärmd bruksarea, dock för högst 35 kvm per bostadslägenhet. Bidragen beslutas av regeringen, med Finansdepartementet som ansvarig, men bereds av Boverket.

---

<sup>42</sup> Redovisning av erfarenheter från det statliga bidraget till investeringar i solvärme (SFS 2000:287), Energimyndigheten 2001-05-28.

### **3.7 DESS, Delegationen för energiförsörjning i Sydsverige**

För att kompensera för bortfallet av elproduktion vid stängning av kärnkraftverket i Barsebäck har särskilda insatser vidtagits för utveckling av energiförsörjningen i södra Sverige. En egen myndighet tillsattes under Näringsdepartementet; Delegationen för energiförsörjning i Sydsverige, DESS.

Delegationens uppgift är att utveckla el – och värmeförsörjningen i Sydsverige på kort sikt genom att:

- genomföra en utredning om energisituationen i området
- ge ekonomiskt stöd till projekt
- initiera åtgärder

Delegationen stödjer såväl forskning, utbildning, information, projekt och utredningar som projekteringar och investeringar.

DESS har tilldelats totalt 400 miljoner kronor åren 1998 och 1999. Verksamheten pågår fortfarande.

De projekt som fått stöd till investeringar bedöms ge ett positivt bidrag till Sydsveriges energibalans med ca 0,9 TWh/år. Projekten omfattar också information, utbildning och rådgivning. Den sammanlagda effekten kan beräknas till 70 kton per år.

### **3.8 Lokala initiativ**

Förutom de centrala statliga satsningarna på energi och klimat tas också initiativ på lokal och regional nivå. Dessa är svårare att sammanfatta på ett heltäckande sätt, men här beskrivs arbetet i de s k utmanarkommunerna.

#### **Tolv regionala energikontor**

Med delfinansiering från EG-programmet SAVE har det etablerats tolv stycken regionala energikontor i Sverige. Huvudmännen och delfinansiärer är oftast kommuner, kommunförbund och/eller länsstyrelser, landsting. De första kontoren startade 1996. Den lokala finansieringen beräknas uppgå till minst 14 miljoner kronor totalt. EU har stått för ungefär lika stor finansiering. De regionala energikontorens uppgifter är generellt att försäkra att energifrågorna tas i beaktande i regionen. Deras tjänster inkluderar:

- energitillförsel, inklusive förnybar energi
- energiåtervinning från avfall
- hushållning hos lokala myndigheter, privata företag, kooperativ och på individnivå
- små och medelstora företag, inklusive bygg- och installationsföretag
- att skapa regionala system av lokala resurser (ved, småskalig vattenkraft och solenergi)
- offentlig och privat servicesektor
- utveckling samt stads- och bebyggelseplanering
- kommunal och regional förvaltnings infrastruktur: byggnader, offentlig belysning, bil- och busspark, vatten- och avloppssystem
- tillhandahålla oberoende energiråd

## Utmanarkommunerna

År 1998 startade svenska naturskyddsföreningen ett projekt kallat utmanarkommunerna. Fem kommuner i Sverige har anslutit sig till naturskyddsföreningens initiativ. Målet med projektet är att kommunerna på sikt ska sluta att använda fossila bränslen. Detta ska bl.a. ske genom effektivare energianvändning, minskat transportbehov samt mindre användning av fossila bränslen till uppvärmning och transporter. Det är meningen att arbetet ska ske utifrån de egna lokala förutsättningarna och vara en förebild för andra kommuner. I *tabell 3.8* nedan anges vilka mål de olika kommunerna arbetar efter.

**Tabell 3.8 Utmanarkommunernas åtagande för att minska utsläppen av koldioxid.**

| Kommun     | Basår | Målår | Målsättning                     |
|------------|-------|-------|---------------------------------|
| Lund       | 1995  | 2005  | 25 % reduktion från vägtrafiken |
|            |       | 2050  | 75 % reduktion                  |
| Säffle     | 1995  | 2025  | 50 % reduktion                  |
| Växjö      | 1993  | 2025  | 50 % reduktion                  |
| Uppsala    | 1990  | 2010  | 25 % reduktion från trafiken    |
| Övertorneå | 1990  | 2020  | 50 % reduktion                  |

## 4. Åtgärdsinriktad forskning och utveckling

### 4.1 Inledning

Klimatförändring är ett miljöproblem som kommer att utvecklas under en lång tid framåt. Åtgärder vidtas nu för att begränsa utsläppen av växthusgaser, men det krävs fortsatt teknikutveckling för att långsiktigt lösa problemen. Forskning, utveckling och demonstration är därför basen i den svenska strategin för att skapa en hållbar utveckling av energisystemet med begränsad klimatpåverkan. Ett övergripande mål för svensk energiforskning och energiteknikstöd är att satsningarna ska minska kostnaderna för att utnyttja de förnybara energislagen så att dessa blir ekonomiskt bärkraftiga alternativ till kärnkraft och fossila bränslen. Under de närmaste tio till femton åren ska inslaget av el- och värmeproduktion baserad på förnybara energikällor öka kraftigt. För detta krävs att ny teknik utvecklas till att bli lönsam och kommersiellt tillgänglig. Forskningsområden som särskilt ska prioriteras är;

- biobränslebaserad kraftvärme
- biobränsleförsörjning med tillhörande askhanteringsfrågor
- nya processer för etanolproduktion baserad på cellulosahaltiga råvaror
- alternativa drivmedel
- ny teknik för storskalig utnyttjande av vindkraft och havsbaserad vindkraft
- solceller
- forsknings- och utvecklingsarbete för energieffektivisering i bebyggelse-, industri- och transportsektorn.

Riksdagen anvisade 1997 ca 5 miljarder kronor för en sjuårsperiod, med start för år 1998 för forskning och utveckling av energiteknik<sup>43</sup>. I tabellen nedan visas anvisade medel inom olika områden. Medlen förfogas av flera myndigheter, men Energimyndigheten har ett samordningsansvar. I Bilaga 3 finns en detaljerad lista över programområden år 1998 - 2000.

**Tabell 4.1 Anvisade och beräknade medel för forskning och utveckling 1998-2004, miljoner kronor.**

| Anslagspost                          | Beräknat   |            |            |            |            |            |            | Summa       |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|                                      | 1998       | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | 2003       | 2004       |             |
|                                      | Mkr        | Mkr        | Mkr        | Mkr        | Mkr        | Mkr        | Mkr        | Mkr         |
| Energiforskning totalt <sup>44</sup> | 320        | 335        | 402        | 431        | 461        | 426        | 426        | 2801        |
| Energiteknikstöd                     | 90         | 130        | 130        | 130        | 130        | 130        | 130        | 870         |
| Introduktion av ny energiteknik      | 160        | 230        | 230        | 230        | 230        | 230        | 300        | 1 610       |
| <b>Summa</b>                         | <b>570</b> | <b>695</b> | <b>762</b> | <b>791</b> | <b>821</b> | <b>786</b> | <b>856</b> | <b>5281</b> |

### 4.2 Genomförande av forskning och utveckling

Energimyndigheten finansierar både forsknings- och utvecklingsprogram. Forskningsprogrammen finansieras helt av Energimyndigheten, men utvecklingsprogrammen samfinansieras med näringslivet. Regler för utvecklingsinsatserna finns i förordningen (1998:653) om statligt stöd till energiteknik och i förordningen (1998:654) om energiteknikbidrag.

<sup>43</sup> Propositionen om en Uthållig energiförsörjning (prop. 1996/97:84).

<sup>44</sup> Ca 80 % av anslaget förfogas av Energimyndigheten, resterande av Vinnova, Formas och Vetenskapsrådet.

Behov av forskningsinsatser identifieras och program utformas ofta i samråd med bl.a. forskare, näringsliv och berörda myndigheter. Programmen är sedan öppna för ansökningar om finansiering av forsknings- respektive utvecklingsprojekt. I program som rör grundläggande forskning riktas anslag till högskolor, universitet eller forskningsinstitut och i tillämpade program eller projekt medverkar tillverkningsindustri, energibolag och branschorganisationer på olika sätt. Programmen har vanligen en löptid om ca 2-4 år men de kan följas av nya programomgångar, för att uppnå en längre kontinuitet i forskningen. Vid årliga programkonferenser sker kunskapsutbyte och avstämningar såväl mellan de olika projekten och styrgruppen som med vissa avnämare.

Ett alternativ till forskningsprogram är kompetenscentrum som finansieras gemensamt av högskola, företag och Energimyndigheten. Vanligen sker forskningssamarbetet över institutions- och fakultetsgränser inom högskolan.

Kunskapen som genereras i programmen kommer till nytta i samhället på olika sätt. Program om ”mjuka” frågor kan utgöra beslutsunderlag för myndigheter och beslutsfattare och komma till uttryck i olika regelverk och styrmedel. Den tekniskt inriktade forskningen och utvecklingen leder direkt eller på sikt, till att prestanda hos de tekniska komponenterna i energisystemet förbättras.

### 4.3 Vattenkraft

- Vattenkraft är en förnybar och reglerbar energikälla som utgör basen i det svenska energisystemet.
- Forskning inom området är viktigt eftersom kompetensen har utarmats de senaste åren.
- Miljöpåverkan i och kring vattendragen är det största hindret för vattenkraften

#### Kunskapsnivå och kommersiell mognad<sup>45</sup>

Svensk industri och ekonomi har i århundraden dragit fördel av att utnyttja det strömmande vattnet som kraftkälla. För cirka hundra år sedan togs de första vattenkraftanläggningarna för elproduktion i drift. Utbyggnaden skedde därefter i rask takt till sextiotalets slut, varefter endast enstaka anläggningar tillkommit. Nu finns drygt 700 vattenkraftverk med högre effekt än 1,5 MW, och ca 1 200 vattenkraftverk med en effekt under 1,5 MW. De mindre verken producerar tillsammans ca 1,5 TWh el av totalt ca 65 TWh.

#### Hinder för ökad användning

I mitten av 1900-talet, då utbyggnaden tog fart i Sverige, pågick även en omfattande forsknings- och utvecklingsverksamhet på olika högskolor i landet. När utbyggnaden sedan avstannade medförde det så småningom också att forskningen och utvecklingen inom området på högskolorna minskade och den är idag förhållandevis liten. Detta kan få en negativ effekt på möjligheterna att optimalt genomföra den upprustning av vattenkraften som fortlöpande krävs, både med avseende på teknik och på miljö. Behovet av att rusta upp gamla vattenkraftanläggningar i Sverige kommer att bli påtagligt inom en tioårsperiod. För vattenkraftverken i de lägre effektområdena finns risk för nedläggning istället för nya investeringar. Kostnaderna för förnyelse av kraftverken är höga, liksom drift- och underhållskostnaderna, vilket medför att det är svårt att göra investeringen lönsam.

---

<sup>45</sup> Här definieras kommersiell mognad som att produkter baserade på ny teknik, eller ny kunskap inom ramen för utvecklingsområdet i fråga, börjar ta sig in på marknaden i stor skala i konkurrens med andra produkter. Marknaden bedöms också vara mogen att ta till sig den nya produkten. Ekonomiska och andra styrmedel kan leda till att marknadsutvecklingen inleds på ett tidigare stadium än annars.

Ekonomi kan förbättras genom forskning och utveckling av enklare, billigare och mer drift- och underhållsfri utrustning. Med dagens låga elpris är det svårt att få igång någon omfattande utveckling. Även marknaden är osäker i dagsläget vilket bidrar till en ovilja att investera. Potentialen för nyetablering av vattenkraft är begränsad, vilket inverkar negativt på viljan att satsa resurser på att utveckla tekniken.

Miljöpåverkan och den allmänna attityden till vattenkraft är andra hinder. Vattenkraften har en lokal miljöpåverkan men i ett globalt perspektiv är det en gynnsam kraftkälla eftersom den är flödande och inte har några utsläpp. Attityden till vattenkraft är i många fall negativ mot bakgrund av den snabba exploatering som skedde då Sveriges vattenkraftstationer byggdes för ca 40 år sedan. Miljömedvetenheten då var inte lika stor som idag och kunskapen om hur kraftverk bör byggas med minsta möjliga miljöpåverkan var liten.

### **Aktuell forskning och utveckling**

I Sverige förekommer forskning inom vattenturbinteknik som finansieras av såväl staten som kraftindustrin och turbintillverkare. Forskning kring miljöfrågor relaterade till vattenkraft finansieras av staten och av kraftindustrin.

Energimyndigheten finansierar forskning inom programmet *Vattenturbinteknik* och inom programmet *Vattenkraft – miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten*. Det första programmet ska bl.a. bidra till utvecklingen av vattenturbiner med hög verkningsgrad och goda möjligheter till varierat effektuttag (dellastegenskaper). Det andra programmet ska för ett givet vattendrag ge underlag för att tekniskt och ekonomiskt kunna värdera olika möjligheter att uppnå önskvärda mål för naturmiljön.

Initiativet till programmet om vattenkraftsturbiner togs för ett antal år sedan av kraftindustrin genom ELFORSK<sup>46</sup>. Energimyndigheten (dåvarande Närings- och teknikutvecklingsverket, NUTEK) och intressenterna tog gemensamt fram ett förslag på forskningsprogram. Den första etappen påbörjades 1996 med en total budget på 14,5 miljoner kronor. Beslut om en fortsättning fattades sommaren 1999 med en total budget på 20,5 miljoner kronor och den etappen ska avslutas i slutet av år 2002. Strategin är att genom finansiering av doktorander säkerställa grundutbildning och forskarutbildning inriktad mot vattenturbinteknik vid de tekniska högskolorna i Sverige.

Programmets övergripande mål är att:

- vattenkraft som förnybar energikälla ska kunna vidareutvecklas och möta de krav som ställs i framtiden avseende miljöanpassning och effektivitet
- verka för att kraftproducerande och tillverkande industri långsiktigt kan försörjas med personal som har kompetens inom vattenturbinområdet.

En viktig del av programmet är att praktiskt verifiera teoretiska studier och modeller i försöks- och pilotanläggningar. Eftersom numerisk simulering bedöms vara ett viktigt framtida verktyg för strömningsmekanik inriktas det långsiktiga arbetet på att utveckla lämpliga numeriska metoder för detta.

Kollektivforskningsprogrammet *Vattenkraft – miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten*, som just nu pågår i sin första etapp, samfinansieras av Energimyndigheten, Fiskeriverket och ELFORSK AB samt med deltagande av Naturvårdsverket. Programmets övergripande mål är:

---

<sup>46</sup> Den svenska kraftindustrins gemensamma forskningsorgan.

- att ta fram ett gemensamt vetenskapligt underlag för bedömning av vattenkraftens miljöpåverkan.
- att vattenkraft skall kunna bedrivas effektivt efter anpassning till nationella miljökvalitetsmål och direktiv avseende vattenkvalitet, fiske, ekologisk funktion, biologisk mångfald och genetisk variation.

Verksamheten går ut på att pröva hypoteser och teoretiska studier i försöks- och pilotanläggningar samt i naturliga vatten. Det är även viktigt att öka kompetensen inom forskningsinstitutionerna samt att främja samarbete mellan forskningsinstitutioner och företag och forskargrupper nationellt och internationellt. Ett nätverk mellan inblandade forskargrupper skall därför etableras.

## 4.4 Vindkraft

- Vindkraften är den energikälla som förutspås växa snabbast i Sverige på kort sikt.
- Det nya svenska generatorkonceptet "windformer" väntas få stor betydelse och genomslagskraft för vindkraftindustrin.
- Kostnaden, effektbalansen och tillståndshanteringen är de största hindren för vindkraftetablering i Sverige. Under senare tid har den tekniska utvecklingen sänkt kostnaderna.

### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Den inhemska och den internationella marknaden expanderar snabbt och bedöms även fortsättningsvis att expandera, bl.a. på grund av uppställda klimatmål. Avgörande för framtiden är dock hur långt kostnaderna kan reduceras. Den tekniska potentialen för vindkraftproduktion i Sverige är stor. Som planeringsmål har Energimyndigheten nyligen föreslagit 10 TWh för en tidsperiod av 10 – 15 år( se vidare avsnitt 7.2).

I Sverige finns kunskap på ett antal institutioner vid högskolor och universitet, vid företag i vindkraftbranschen och i vindkraftutvecklingsföretag. Svensk teknik ligger långt framme i ett internationellt perspektiv. Sverige ligger även långt framme på off-shoresidan, med världens första havsbaserade vindkraftverk förlagt i Sverige.

Viktiga forskningsrön har bl.a. resulterat i att bladprofiler utvecklade genom svensk aerodynamisk forskning, numer används av kommersiella tillverkare av vindkraftverk. Det unika svenska konceptet med lätta och strukturellt flexibla aggregat har utvecklats genom ett intensivt samarbete mellan svenska forskargrupper.

Vindkraften blir allt mer storskalig både vad gäller hela vindkraftparker och enskilda vindkraftverk. Medan andra länder tidigare satsat på småskalig vindkraft, har Sverige istället fokuserat på utveckling av stora vindkraftverk från 1 MW och uppåt, något som dock hittills inte lett till någon kommersiell produkt. Satsningen har dock lett till en stor kunskapsuppbyggnad under lång tid i Sverige, vilket kan visa sig bli av avgörande vikt vid en kommersiell introduktion av storskalig teknik.

Vindkraften har ännu alltför höga investeringskostnader för att på egna meriter kunna slå sig in i något EU-land, varför stöd i någon form är nödvändigt. Det kan utgöras av skattelättnader, investerings- och driftbidrag eller marknadsbaserade styrmedel som exempelvis gröna certifikat (se avsnitt 7.1).

## **Hinder för ökad användning**

Det finns behov att byta ut konventionell elproduktion mot mer miljöanpassad förnybar elproduktion. Idag finns emellertid få ekonomiska incitament för att bygga nya elproduktionsanläggningar i Sverige. Det ekonomiska stödsystemet är för närvarande under översyn. Osäkerheter om kommande ekonomiska situation utgör ett reellt hinder för investeringsviljan.

Acceptansfrågor är en barriär, och därmed också tillståndsfrågor. Enskildas motstånd mot vindkraftetablering nära den egna bostaden är tydligt, även om man är allmänt positiv till vindkraft. Vindkraften tar stora ytor i anspråk, även om ytorna emellan vindkraftverken kan användas för vissa ändamål. Motstående intressen kan därför försvåra en vindkraftutbyggnad. Detta gäller t.ex. i kustområden med möjligheter till ett aktivt friluftsliv.

För en vindkraftsetablerare är tillstånds- och planfrågor ytterst viktiga. Kostnader för en vindkraftsägare, t.ex. fastighetsskatt och avgifter i samband med tillståndsansökan, kan också utgöra hinder. Kontakter mellan vindkraftaktörer och tillståndsmyndigheter är nödvändiga vid tillståndsprocessen och ett fungerande nätverk mellan vindkraftbranschen och tillståndshanterare bör eftersträvas. Idag är den allmänna uppfattningen att branschen och myndigheter inte "talar samma språk".

De största tekniska barriärerna för storskalig vindkraft är elnätet och effektbalansen. Där vindkraft är lämpligast ur vindsynpunkt, d.v.s. vid kusterna och till havs, är elnätet ofta svagt. Vid en stor vindkraftutbyggnad kommer elnätet att behöva byggas ut och förstärkas. Det är också oklart hur mycket vindkraft det svenska systemet tål utan att riskera att perioder med effektbrist uppstår.

## **Aktuell forskning och utveckling**

Inom vindkraft har svenska satsningar nyligen resulterat i ett tekniskt genombrott, den s.k. "Windformern" som väntas få stor genomslagskraft. Den nya tekniken möjliggör att elkraften kan matas in direkt på högspänningsnätet utan att gå omvägen via en transformator. Det sänker kostnaden och ökar verkningsgraden.

Vindkraftprogrammet är av grundläggande forskningskaraktär och finansieras till hundra procent av Energimyndigheten men vissa ingående forskningsprojekt är delfinansierade av företag och av EU-medel.

Energimyndigheten samfinansierar även ett antal forsknings- och demonstrationsinsatser för att underlätta etableringen av vindkraft, tillsammans med främst kraftindustrin och vindkraftsindustrin. För kraftindustrin är verksamheten av vikt för att ge kunskaper inför framtida satsningar på vindkraft.

Demonstrationsinsatser delfinansieras av Energimyndigheten i olika grad beroende på utvecklingsinslag i de olika projekten. Vanligtvis ligger bidragsdelen för demonstrationsinsatser på 25 procent av kostnaden.

## 4.5 Solceller

Solceller har stora miljöfördelar då den bara utnyttjar solljus som bränsle och inte ger några som helst utsläpp. Solel produceras även ljudlöst eftersom en solcellsanläggning inte har några rörliga delar. Lång livslängd och låga underhållskostnader är andra fördelar med att utnyttja solceller för elproduktion.

- Solcellernas andel av Sveriges elproduktion är i dagsläget obetydlig men marknaden för solceller växer stadigt
- Framgångsrik forskning kring solceller bedrivs vid Ångström Solar Center i Uppsala. De innehar världsrekordet på verkningsgraden för en solcellsmodul av typ CIGS<sup>47</sup>.
- Kostnaden är det största hindret för att solel ska kunna få genomslag fränsett i sådana områden där konventionell elförsörjning inte är möjlig.

### Kunskapsnivå och kommersiell mognad

Solcellernas andel av Sveriges elproduktion är i dag obetydlig men världsmarknaden för solceller ökar stadigt. År 1999 producerades solceller i världen med en sammanlagd toppeffekt på 168 MW jämfört med 126 MW året innan.

I Sverige finns en liten men växande marknad för de fristående solelsystem som till exempel används på fyrar, i båtar och i husvagnar, d.v.s. då energiförsörjning med mer konventionell teknik av praktiska eller ekonomiska skäl inte är möjlig. De självförsörjande solcellsanläggningarna är än så länge övervägande i landet. Den tekniska potentialen för solel i Sverige är 5-10 TWh per år utan extra kostnad för lagring i det svenska elnätet genom att vattenkraften utnyttjas som buffert.

Marknaden väntar på att tunnfilmssolcellerna skall bli effektivare och billigare, samt kunna tillverkas med högre verkningsgrad än de konventionella kisel-solceller som till största del används idag. I Sverige finns en väl samlad kompetens och ett väl utvecklat nätverk vilket medför goda förutsättningar för en kommersialisering av solceller i framtiden. Forskningen inom solel befinner sig på olika nivåer. Forskningen kring nanokristallina solceller befinner sig för närvarande på grundforskningsstadiet emedan forskningen kring tunnfilmssolceller närmar sig utveckling av tillverkningsprocessen och kommersialisering. Sverige, genom forskningen vid Ångström Solar Center i Uppsala, har för närvarande världsrekordet för en tunnfilmsmodul med s.k. CIGS-solceller.

Solceller kommer troligtvis inte att utgöra någon större del av det svenska energisystemet i framtiden men kommer tillsammans med vindkraft och vattenkraft att bilda ett miljöanpassat alternativ med ökande efterfrågan.

### Hinder för ökad användning

Den absolut största barriären för solceller i dagsläget är kostnaden. Kostnaderna skulle behöva sänkas med en tiopotens för att solel skall komma i närheten av att vara ett konkurrenskraftigt alternativ till övriga energikällor.

Solcellstekniken kräver stora ytor för att generera större mängder el. För Sverige utgör det ingen egentlig begränsning eftersom solceller kan integreras i befintliga byggnader. Fördelen med solceller är, till skillnad från vind- och vattenkraft, att dessa kan monteras på eller integreras i en

---

<sup>47</sup> En typ av solcell som baseras på ett halvledarmaterial bestående av koppar, indium, gallium och selen.

befintlig eller ny byggnad och kan på så sätt användas nära förbrukningen. Inom forskningen ingår bl.a. att finna effektiva applikationer för bästa utnyttjande av dessa egenskaper.

För att underlätta introduktionen av solceller och öka kunskapen för tillämpningen av tekniken på byggnader behövs ett utökat samarbete mellan installatörer, byggnadsfirmor och arkitekter.

### **Aktuell forskning och utveckling**

Solcellstekniken i sig är beprövad och tillförlitlig och forskningen är nu inriktad på att hitta material och metoder som kan leda till en konkurrenskraftig storskalig produktion.

Svensk forskning kring solceller är idag i huvudsak samlad i två stora forskningsprogram. Inom *SolEl 00-02*, som är ett treårigt forskningsprogram, undersöks möjligheterna att använda solceller i det befintliga elsystemet på rimliga ekonomiska villkor. Vidare försöker man ta reda på vilka utvecklingsinsatser som behövs för att öka möjligheterna för solceller att spela en roll i Sveriges elproduktion. I programmet analyseras bl. a. vilken miljöpåverkan olika solcellstekniker har. Det gäller råvarubrytning, transporter, produktionsteknik, återvinning och skrotning. Försök pågår också med katodiskt korrosionsskydd av kraftledningsstolpar, strömmat av solceller. Inom delområdet *Solceller i byggnader* satsas på kompetensutveckling och informationsspridning till byggindustri och arkitekter. När det gäller montageteknik är reflektorer en intressant lösning för att öka solinstrålningen per solcellsytta och sänka den totala energiproduktionskostnaden. De svenska programmen inkluderar internationellt samarbete via International Energy Agency (IEA).

Vid Ångström Solar Center i Uppsala forskas bl. a. kring tunnfilmssolceller, nanokristallina solceller och "smarta fönster". Ångström Solar Center är ett forskningsprogram som till lika delar finansieras av Energimyndigheten och MISTRA<sup>48</sup>, och som nu är inne på sin andra etapp. Den andra etappen kommer att pågå till slutet av år 2004.

När det gäller tunnfilm är inriktningen att ta fram processer för storskalig tillverkning av billiga tunnfilmsbaserade solceller. Det handlar bl. a. om forskning och utveckling av tunnfilmssolceller av CIGS-typ. Dessa typer av solceller har hög verkningsgrad men tekniken för att framställa dem i stor skala är ännu inte klar. Målet är att utveckla en teknik som i produktion ger en tillverkningskostnad på 700 kronor per kvadratmeter. Med 14 procent verkningsgrad innebär det 5 kronor per watt vilket är 5-6 gånger lägre än kostnaden för dagens kiselceller. Bedömningen är att målet ska kunna nås inom en tioårsperiod.

När det gäller nanokristallina solceller (NSC) handlar det mer om grundforskning. På laboratoriet tillverkas NSC mycket enkelt, vilket innebär goda möjligheter för att i framtiden producera billiga solceller. Forskningen kring NSC startade för ca tio år sedan. Då upptäcktes att vissa metalloxidfilmer har god förmåga att leda ström när de kommer i kontakt med en elektrolyt. För att göra metalloxiden mer effektiv som solcell täcks ytan med ett färgämne avpassat för att absorbera solljus.

Inom området "smarta fönster" arbetar man med fönster vars genomsläpplighet för ljus kan varieras med en elektrisk spänning. Målet för forskningen inom "smarta fönster" är att utveckla ett fönster med utmärkta optiska egenskaper och god långtidsstabilitet.

Det är av stor vikt att solceller demonstreras vid nybyggnationer och renoveringar av byggnader för att få acceptans för solceller och för att skapa efterfrågan.

---

<sup>48</sup> Stiftelsen miljöstrategisk forskning.

## 4.6 Bränslebaserad el- och värmeproduktion

Energiomvandling<sup>49</sup> står idag för cirka 19 procent av energianvändningen och cirka 21 procent av koldioxidutsläppen. Ökad användning av biobränsle är en viktig del i Sveriges klimatarbete. Biobränslen används för småskalig värme, fjärrvärme, kraftvärme, samt för industrins, främst skogsindustrins processbehov. Forskning och utveckling av vätgasbaserade system är en kompletterande strategi för det framtida klimatarbetet.

- Biobränslen, torv mm står för 93 TWh motsvarande ca 15 % av energitillförseln i Sverige, eller nära 20 % om kärnkraftens värmeförluster inte inräknas.
- Inom 20 år kan ca 130 – 150 TWh vara en realistisk biobränslepotential.
- Koldioxidneutraliteten hos el från biobränslen värderas inte idag, vilket utgör ett hinder för expansion.

### Kunskapsnivå och kommersiell mognad

Biobränslen finns på marknaden sedan länge och systemen har utvecklats kraftfullt under drygt 20 år. Biobränslen används främst på värmemarknaden och i skogsindustrin. Biprodukter från sågverk och massaindustrier dominerar, men användningen av avverkningsrester och gallringsvirke från skogsbruket ökar. Det finns en avsevärd tekniskt och ekologiskt tillgänglig men outnyttjad potential i primärt skogsbränsle till rimlig kostnad. Inom 20 år kan ca 130-150 TWh vara en realistisk biobränslepotential<sup>50</sup>, vilket skulle innebära en ökning med ca 50 procent från dagens nivå. På längre sikt kan intensivodlad skog ge ytterligare bränsle. Teknik för att paketera hyggesresterna i storbalar minskar kraven på omlastning och sänker kostandena. Denna metod befinner sig nära marknadsetablering. För odlade biobränslen, främst Salix energiskog, pågår marknadsintroduktion. Det finns grundläggande kunskap för att energigrödor ska kunna odlas och skogsbränsle tas ut på ett miljömässigt bra sätt. Ett ekologiskt uthålligt uttag av avverkningsrester förutsätter att växtnäring, t ex i form av aska, återförs. Teknik för askåterföring har demonstrerats men är ännu inte rutin.

Förbränning av avfall väntas öka, eftersom brännbart avfall inte får deponeras efter år 2002 och organiskt avfall inte efter år 2005. Avfall är till stor del biomassa och således ett bränsle med låga utsläpp av koldioxid, men kan ha andra icke önskvärda miljöegenskaper. Det finns en potential för avfallsförbränning på ca 16 TWh och för biogas ca 5-6 TWh/år. Gasen kan med fördel användas som drivmedel för fordon.

Transportkostnaderna utgör en väsentlig del av kostnaderna för biobränsle. Ny teknik för hantering och transport av hyggesrester kan reducera omlastnings- och transportkostnaderna radikalt.

Sverige ligger långt framme när det gäller användning av kraftvärme. Använda tekniker är främst ångturbiner för kraftvärme baserad på biobränsle, avfall och kol samt gasturbiner för naturgasbaserad kraftvärme. Cirkulerande fluidiserad bädd (CFB), bubblande fluidiserad bädd (BFB) och rosterpannor används för ångturbinprocesser.

Tekniker som är aktuella för kommersialisering fram till 2010 är främst;

<sup>49</sup> El- och fjärrvärme, raffinaderier.

<sup>50</sup> Energimyndighetens underlag till Förslag till Svensk Klimatstrategi, SOU 2000:23.

**Evaporativ gasturbin.** Gasturbinens elverkningsgrad höjs genom att förbränningsluften befuktas med vatten och energi återvinns ur de varma rökgaserna, samtidigt minskar NO<sub>x</sub>-utsläppen. Genom en naturgaseldad pilotanläggning i Lund (600 kW) har Sverige kommit långt på området. På sikt kan biobräsledrift bli aktuellt, främst med indirekt eldad gasturbin.

**Bio-IGCC, Integrerad kombi-cykel med förgasning.** Genom att använda termiskt förgasat biobränsle i en kombi-cykel kan elverkningsgraden höjas jämfört med konventionell teknik. Sverige och Finland är ledande på bioförgasningsområdet. En unik förgasningsanläggning finns i Värnamo, 6 MWe.

**Indirekt eldad gasturbin och Sterlingmotor.** Fasta bränslen eldas i en fastbränslepanna och värmen överförs till gasturbinens, alternativt sterlingmotorns arbetsmedium via en värmeväxlare. Med extern eldning minskar risken att föroreningar från bränslet skadar turbinen, något som annars är ett problem med fasta bränslen. Indirekt eldning med biobränsle kan bli intressant för Sverige. Utveckling av högtemperatur-värmeväxlare krävs.

**Mikroturbin** är gasturbiner på 30 – 200 kW<sub>e</sub>, för distribuerad<sup>51</sup> elproduktion och småskalig kraftvärme. Tekniken har demonstrerats för kraftvärme med naturgas i Göteborg. Genom bilindustrin engagemang väntas mikroturbintekniken utvecklas och vara kommersiellt tillgänglig även för småskalig kraftvärme 2010. Sverige ligger långt framme, utvecklingen beror dock av naturgasnätets utbredning. Vidareutveckling för biobränslen är aktuellt.

Om vätagas kan produceras på ett förnybart och konkurrenskraftigt sätt med artificiell fotosyntes är den potentiella marknaden extremt stor, t ex i kombination med bränsleceller. Demonstrationsanläggningar bedöms finnas om 15-20 år, och en etablering på marknaden om ca 20-25 år.

Stationära bränsleceller har stora miljöfördelar och utvecklingen går mycket snabbt. Internationellt väntas marknaden utvecklas inom de närmaste åren i takt med att kostnaderna sjunker. Demonstrationsanläggningar finns internationellt men drifterfarenheterna är begränsade. Kostnaderna för bränsleceller baserade på polymerelektrolyter väntas år 2010 ligga omkring 22000 kr/kW och 45 – 60 öre/kWh. För år 2020 förväntas kostnaderna reduceras till ca 2000 kr/kW.

### Hinder för ökad användning

Kostnaderna för att tillvarata biobränslen från avverkningsrester ligger till en betydande del i ihopsamling, flisning och vägtransport. Biobränslen har också lägre energitäthet än de fossila bränslena, vilket gör dem skrymmande. Inhemska biobränslen har konkurrens från importerade trädbänslen och returflis. Regionalt kan konkurrens om biobränslen utgöra ett hinder.

Barriärer för ett ökat genomslag för bioenergin är även dålig konkurrensförmåga på en avreglerad elmarknad, och att olika bränslens miljöegenskaper inte fullt ut återspeglas i prissättningen, liksom bristen på harmonisering av skatter och miljöavgifter inom EU. Koldioxidneutraliteten hos el från biobränslen värderas inte idag, vilket utgör ett hinder för expansion. Osäkerhet om framtida skatteregler leder till svag vilja att investera i kapitalintensiva anläggningar.

Barriärer för småskalig bioenergi är bl.a. en otillräcklig utveckling av tillförlitliga system med hög komfort för små användare. Branschen består av små aktörer med begränsad ekonomisk förmåga att satsa på utveckling. För anläggningar i skalan några hundra kW finns ingen utvecklad infrastruktur, vilket kan dämpa intresset för nyanläggning. Äldre småskaliga biobränslepannor ger

---

<sup>51</sup> Distribuerad elproduktion innebär korta avstånd mellan producent och konsument.

ofta höga emissioner av hälsopåverkande ämnen såsom partiklar och flyktiga organiska ämnen m.m., vilket har föranlett restriktioner mot vedeldning i en del tätorter.

Höga kostnader är det största hindret för att produktionen av bränsleceller ska ske i större omfattning.

### **Aktuell forskning och utveckling**

Pågående forskning syftar till att förbättra hela biobränslekedjan från produktion, ekologi, hantering, transport och eventuell förädling, till energiomvandling och effektivaste utnyttjande. Forskning om bioenergens ekologiska, ekonomiska och tekniska förutsättningar för skogsbränsleproduktion inklusive askåterföring, energiskog och energigrödor samt även för intensivodlad skog, ska precisera hur stor biobränslepotentialen är i praktiken. Långsiktiga effekter följs upp. Tekniker för skörd, transport, beredning och förädling av bränslen utvecklas fortlöpande. Nya tekniker som ger bättre miljö och ekonomi för avfalls- och biogasområdet behöver utvecklas och demonstreras.

Det behövs ökade insikter om hur bioenergin inklusive avfall ska användas optimalt med avseende på kostnads- och resurseffektivitet, i förhållande till samhällets behov av alternativa energislag. För detta används systemstudier och LCA-analyser.

Energimyndigheten driver flera forsknings- och utvecklingsprogram med målet att utveckla tekniker för biobränsle för el- och värmeproduktion med allt högre verkningsgrad och lägre miljöpåverkan med på sikt konkurrenskraftig kostnadsnivå. Särskilda satsningar görs för att minska utsläpp av hälsopåverkande ämnen från småskalig förbränning. För ångturbinprocessen utvecklas material och system för att undvika korrosion i överhettare och för att nå högre ångdata och elverkningsgrader. För naturgasbaserad kraftproduktion är processer med gasturbiner centrala.

I Sverige bedrivs grundläggande forskning om en process för vätgasproduktion via artificiell fotosyntes. Målet är ett system där vätgas framställs av vatten och solljus. Grundidén är ett molekyllkomplex (kopplat till en elektronacceptor) som i ljus kan spjälka vatten och som kopplat till platinabaserade system kan producera väte. Man har nu påvisat ljusinducerad elektrontransport. Den svenska forskningen på området hör till internationella forskningsfronten och väntas nå tillämpad fas om 5-10 år.

Forskning kring stationära bränsleceller drivs i nära samarbete med näringslivet och siktar på kommersiell tillämpning, t ex driftoptimering, materialegenskaper, förbättrad prestanda, drift-egenskaper för olika förhållanden, olika bränsletyper, tillämpningsområden, tillförlitlighet etc. För fastoxidbränslecellen (större stationära anläggningar) fokuseras forskningen på möjligheterna att koppla bränslecellen till en gasturbin och på så sätt öka verkningsgraden, samt andra sätt att få ut mer energi. Forskningen kring smältkarbonatbränslecellen (mindre anläggningar) inriktas på materialfrågor för att förbättra prestanda och öka livslängden. För bränsleceller baserade på polymerelektrolyter (PEFC) är inriktningen småskalig kraftvärme.

### **Relationen mellan kolsänkor och biobränslen i klimatarbetet**

Skog, skogsbiomassa och skogsskötsel kan bidra till klimatarbetet på tre olika sätt:

Uthållig användning av biobränslen för **ersättning av fossila bränslen**. System där fossila bränslen byts mot biobränslen förblir i princip klimatneutrala för all framtid. Begränsande för detta uthålliga system är kapaciteten för årlig biobränsleproduktion.

**Lagring av kol** kan ske i biomassa och i markens organiska material. Förändrad markanvändning i framförallt de tropiska skogarna ger för närvarande en nettoemission av koldioxid till atmosfären. De tempererade boreala skogarna nettobinder däremot kol och de utgör totalt en sänka på global nivå. De höga nettoupptaget i de nordliga boreala skogarna beror på en god skogsskötsel men även på indirekta effekter som näringstillförsel i form av förhöjd deposition av kväve från atmosfären samt på att den förhöjda koldioxidhalten ökar fotosyntesen. Lagerkapaciteten i skogsmarken är stor. Avgörande faktorer för hur länge lageruppbygganden kan fortgå beror på markvården, skogsskötseln och andra faktorer. Sannolikt kan uppbyggnaden pågå i 100 år samt i marken under väsentligt längre tid än så. Det finns därför anledning att vårda kolförrådet och om möjligt öka upptaget. Olämplig markanvändning eller skogsskötsel kan å andra sidan leda till att redan inlagrat kol i marken avgår som koldioxid eller andra växthusgaser.

**Skötselmetoder som ökar emissionerna av växthusgaser undviks.** Det är viktigt att förstå vad som styr upplagring och nedbrytning de stora kollager som kan finnas i mark. Markberedning och dikning är exempel på aktiviteter som stimulerar nedbrytning och koldioxidproduktion. Markens kväveomsättning kan under vissa förhållanden ge produktion av lustgas. Vattendränkt mark kan avge metan.

I kapitel 5 redovisas aktuell forskning rörande skogens kolflöden. Det finns principiella skillnader mellan fossilbränsleersättning och kolsänkor. En kombination av åtgärder som medför att fossila bränslen ersätts med biomassa samtidigt som de biologiska kollagren ökar förefaller vara optimalt. Exempel på en sådan strategi är en skogsskötsel som ökar skogens kolförråd i biomassa och mark samtidigt som avverkningsrester nyttjas för att ersätta fossila bränslen. Ökningen av de biologiska kollagren kan dock inte pågå hur länge som helst.

Det höga nettoupptaget av koldioxid i svensk skog torde bl.a. bero på god skogsskötsel och en hög näringstillförsel främst i form av kvävenedfall. Att vårda och om möjligt öka upptaget av koldioxid i den svenska skogen är ett komplement till den svenska strategin på klimatområdet att minska användningen av fossila bränslen. Det är likafullt viktigt att vidta alla effektiva åtgärder som bidrar till att reducera koldioxidhalten i atmosfären.

## 4.7 Industrin

Tillverkningsindustrin står idag för cirka 31 procent av energianvändningen och cirka 23 procent av koldioxidutsläppen, processutsläppen inom industrin oräknat. Förbrukningen av kol och olja har minskat medan elanvändningen ökat. Processindustrin, d.v.s. massa- och pappersindustrin, järn- och stålindustrin och den kemiska industrin, står för två tredjedelar av industrins energianvändning. Energieffektivisering inom industrin är en kontinuerlig process som sker i många små steg. Teknikutveckling som medför mindre klimatpåverkan är en viktig uppgift. Den svenska satsningen ligger på hela innovationssystemet, från ren grundläggande forskning till marknadsintroduktion via utvecklingsarbete på högskolor och industriföretag..

- Forskningssamverkan mellan industrin och den akademiska forskningen gynnas genom prototyp- och demonstrationsprojekt
- Industrin ekonomiska risk vid produktionsbortfall vid introduktion av ny teknik är de största hindren för ökad effektivisering

### Enhetsprocesser inom industrin

Enhetsprocesser inom industrin omfattar de strategiskt viktiga och energikrävande processtegen inom olika tillverkningsprocesser, t.ex. masugnen inom stålindustrin, och sulfatmassakokning inom pappersmasseindustrin. Energimyndigheten är vid sidan av industrin den enskilt största

finansiären av energirelaterad utveckling inom industrin. En viktig del i Energimyndighetens arbete är att peka ut viktiga processteg och/eller enhetsprocesser för framtida effektiviseringar.

#### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Den svenska massa- och pappersindustrin hör till de främsta inom sin bransch i världen med sin välutvecklade process- och miljöteknik. Svartlutsförgasning är en ny teknik av intresse inom sulfatmassatillverkningen. Tekniken bedöms finnas etablerad som enstaka anläggning år 2010. Inom området processintegration är optimeringsverktyg under utveckling för att åstadkomma energieffektivisering. Bedömningen är att processintegration skall vara delvis integrerad inom industrin år 2020.

Utvecklingen av membranmetoden inom kloralkaliindustrin drivs främst av miljökrav. En internationell överenskommelse anger 2010 som gräns då kvicksilvermetoden ska vara ersatt av miljövänligare teknik. Membranfiltermetoden bedöms ha ersatt denna teknik 2010.

En teknik för energieffektivare ugnar genom högtemperaturförbränning testas för tillfället på en försöksugn vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. Tekniken riktar sig främst mot järn- och stålindustrin men är användbar också för andra branscher. Inom den japanska industrin används tekniken redan idag på ett stort antal värmningsugnar.

Svenska Gjuteriföreningen driver ett projektpaket som syftar till att höja kunskapen om energieffektiva gjutmetoder. År 2010 bedöms metoden vara mer spridd och år 2020 vara relativt allmänt förekommande i Sverige.

#### *Hinder för ökad användning*

Samtidigt som industrins krav på kortsiktig lönsamhet ökar, är det svårt att utveckla och testa ny teknik i de känsliga tillverkningsprocesserna. Förutom svartlutsförgasning är därför inga stora teknikgenombrott att vänta.

#### *Aktuell forskning och utveckling*

Det gemensamma branschspecifika forsknings- och utvecklingsarbetet som bedrivs inom universitet och högskolor samt branschforskningsinstituterna spelar en betydelsefull roll i det gemensamma arbetet. IEA är ett viktigt nätverk för att Energimyndigheten skall kunna följa den internationella utvecklingen.

Impulstorkning för att utveckla resurssnåla papper är ett viktigt utvecklingsområde inom den energiintensiva pappersbranschen. Utvecklingen av energieffektiva tekniker inom gjuteriindustrin leds av Japan. I Europa saknas kunskap i branschen för dessa nya gjuteritekniker.

Både inom cellulosa- och stålindustrin bedrivs mycket gemensamt arbete mellan de skandinaviska länderna. MISTRA:s program Kretsloppsanpassad massafabrik och slutning av processflöden är ett högaktuellt område inom massaved/pappersindustrin. Inom stålindustrin intar branschorganisationen Jernkontoret en särställning när det gäller samordning av forskning.

Energimyndigheten driver forskningsprogrammet processintegration. Inom programmet utvecklas metoder för utformande och ombyggnad av industriella processer med avseende på investerings- och driftskostnader. Att ge stöd till branschforskningsinstitutens pilotinriktade verksamhet är viktigt för att stödja teknikutveckling inom den tunga industrin. Stöd ges till forskning och utveckling genom samverkan med bl.a. Skogsindustrins tekniska forskningsinstitut (STFI) och Stiftelsen för metallurgisk forskning (MEFOS). Energimyndigheten stöder även samarbete med Jernkontoret när det gäller forskning och utveckling inom järn- och stålindustrin.

Svenska Gjuteriföreningen har i samarbete med Energimyndigheten tagit fram ett programpaket för energirelaterad forskning och utveckling. Processen för framställning av klor/alkali genom membrantechnik är ett exempel på utveckling inom kemiindustrin. I Europa dominerar idag kvicksilvermetoden.

### **Hjälpssystem inom industrin**

Inom området tekniska hjälpssystem inom industrin finns stora energibesparingar att göra. I Sverige bedöms att minst två tredjedelar av elenergianvändningen inom industrin hänförs från s.k. tekniska hjälpssystem som exempelvis fläktar, pumpar, tryckluft och belysning. Förutom att förfinas kunskapen för produkter och system genom forsknings- och utvecklingsarbete är strategin att skapa en efterfrågan för mer energieffektiva tekniska hjälpssystem. Information om den nyutvecklade tekniken inom området är betydelsefull eftersom antalet användargrupper är stort. Att stödja utvecklingen av märknings- och klassificeringssystem inom EU är också viktigt för att göra värdet av energieffektivitet tydlig för köparen.

#### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Kunskapsnivån inom området industriella hjälpssystem i Sverige är jämförelsevis hög inom tekniska universitet och högskolor. Det finns också ett antal svenska industriföretag som konkurrerar med sina energieffektiva produkter på den internationella marknaden. Bland dessa kan nämnas ABB Motors och Atlas Copco. Kostnaden för att mäta och kartlägga är dock fortfarande stor men teknikutveckling inom IT-området bidrar till att minska kostnaderna för att mäta energianvändningen.

#### *Hinder för ökad användning*

De flesta tekniska hjälpssystem kan betraktas som mogen teknik. Medvetenheten om energieffektivitetens betydelse är i allmänhet god i industriföretagen. Kunskapen kan dock saknas inom vissa led i industrin. Den kanske viktigaste barriären är industrins fokusering på produktion och rädsla att störa en fungerande produktion. Tekniska hjälpssystem betraktas inte heller som en primär verksamhet inom industrinäringen vilket minskar motivationen för att investera i ny teknik. Eftersom användargruppen är så stor och heterogen är det också svårt att nå ut till alla intressenter och informera om den nya tekniken. Det kan också vara svårt och kostnadskrävande att mäta var effektiviseringen kan göras i t.ex. ett icke-energieffektivt pumpsystem. Den nya IT-tekniken kan dock kraftigt sänka kostnaderna för dessa mätningar.

#### *Aktuell forskning och utveckling*

IEA och EU är drivande när det gäller kunskaps- och teknikutveckling av hjälpssystem. Ny teknik ligger mycket nära den kommersiella marknaden och tyngdpunkten på utvecklingen ligger på en marknadsnära nivå. Industrin byter ut sin utrustning kontinuerligt och bedömningen är att stora delar bör vara utbytt 2010-2020.

## **4.8 Transporter**

Inhemska transporter svarade år 1999 för cirka 20 procent av energianvändningen och cirka 38 procent av koldioxidutsläppen. Utvecklingen av el- och elhybridfordon förväntas ge upphov till högre verkningsgrader och mindre emissioner. Denna teknik möjliggör även användning av t.ex. bränsleceller. Bränslet till en bränslecell kan vara såväl fossilt som biobaserat. Utvecklingen av biodrivmedel är den mest framkomliga vägen för att minska emissionerna när det gäller tunga långväga godstransporter på väg. För att minska det totala utsläppet av koldioxid från landsvägstransporter lämnar Energimyndigheten även bidrag till demonstrationsprojekt för att öka energieffektiviteten för godstransporter på vatten och järnväg.

- Forskningen inriktas på att biodrivmedel i framtiden ska utgöra ett icke obetydligt bidrag till den svenska drivmedelsförsörjningen.
- En långtgående reduktion av koldioxidutsläppen kommer att kräva mer energieffektiva fordon och satsning på el- och hybridfordonteknik.
- Produktionspriset och de höga energiförlusterna vid omvandling av cellulosa till drivmedel, är de största hindren för en ökad användning.

## Produktion av biodrivmedel

### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Beträffande etanolproduktion i Sverige bedrivs forskning och utveckling inom ett tiotal institutioner med tyngdpunkten förlagd till Lunds Tekniska högskola. Inom området förgasning samt produktion av metanol, dimetyleter, bioparaffin och bioalkylat pågår forskning och utveckling endast i liten omfattning i Sverige. I mellan- och Sydsverige används biogas redan idag delvis som drivmedel för främst gods- och persontransporter<sup>52</sup>.

Det kan bli aktuellt att inom en nära framtid uppföra en första etanolkilotanläggning i Örnsköldsvik med utvinning av etanol ur cellulosa. En demonstrationsanläggning kan bli aktuell några år senare. Planer finns på att bygga en anläggning för biobaserad metanol – alternativt en pilotanläggning för dimetyleter (DME). Anläggningar för tillverkning av RME finns redan idag. Efterfrågan på vätskeformiga biodrivmedel bedöms komma att öka de närmaste tio åren. I takt med att användningen av bränsleceller ökar bedöms även marknaden för metanol komma att öka. DME kan ersätta dieselolja men ett visst utvecklingsarbete kvarstår.

### *Hinder för ökad användning*

Det höga produktionspriset är den främsta barriären för biodrivmedel. Andra barriärer är brist på industriella intressenter och brist på eller konkurrens om råvara. Ett annat hinder är de höga energiförlusterna vid omvandling från cellulosa till drivmedel. Användning av fossil hjälpenergi minskar effektiviteten. Ett högre utbyte och ett lägre pris medger att råvara kan samlas in från ett större område vilket i sin tur ökar råvarupotentialen.

### *Aktuell forskning och utveckling*

Energimyndigheten har påbörjat ett programarbete där målet är att uppföra en pilotanläggning för förgasning av skogsråvara med tillhörande biodrivmedelsproduktion. Idag finns inga direkta plattformar för samarbete kring förgasning inriktad mot produktion av drivmedel som metanol, dimetyleter, bioparaffin och bioalkylat.

Inom bl.a. IEA finns sedan många år en omfattande internationell forskarsamverkan. Samverkan sker inom bl.a. produktion av etanol från lignocellulosa, introduktion av vätskeformiga biodrivmedel, biodieselanvändning, oxygenater för dieselolja, produktion och användning av DME, biobaserade smörjoljor och produktion av biogas för fordonsdrift. Ett svenskt samarbetsprojekt med Department of Energy/NREL (National Renewable Energy Laboratory) i USA har också etablerats inom IEA.

---

<sup>52</sup> Se även avsnittet bränslebaserad energiproduktion.

## Förbränningsmotorer

Energimyndigheten stöder via forskningsanslag utbildningen av doktorander och bygger upp kunskap inom området förbränningsmotorer genom det befintliga programmet energisystem i vägfordon. En stor del av programbudgeten för ”Gröna Bilen” kommer att gå till forskning och utveckling av energieffektivare förbränningsmotorer.

### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

I Sverige är dagens kunskapsnivå hög inom både överladdade motorer (turbo, vepsilon) och inom dieselmotorsområdet. Inom EU:s femte ramprogram satsas bl.a. på utveckling av förbränningsmotorer. Sverige är också medlem i *IEA implementing agreement Energy Conservation and Emissions Reduction in Combustion*, som rör förbränning både för stationära och traktionära tillämpningar.

Industri och högskolor bedriver forskning tillsammans inom kompetenscentra för förbränningsteknik, katalys och högtemperaturkorrosion vid Chalmers samt förbränningsprocesser vid Lunds universitet.

### *Hinder för ökad användning*

Samordnade nationella och internationella styrmedel för att minska koldioxidutsläppen från trafiken saknas. Bränsleceller anses vara mer energieffektiva än de nuvarande förbränningsmotorerna. Detta anges ibland som ett motiv för att inte satsa på utvecklingen av förbränningsmotorn vilket i sin tur kan försvåra nyrekrytering av studerande på sikt. Osäkerheter i vilka alternativa bränslen som kan få genomslag gör det också svårt för fordonstillverkarna att fokusera sin utveckling på lämpliga motorer.

### *Aktuell forskning och utveckling*

Dagens kunskapsnivå i Sverige får anses som hög inom förbränningsområdet. Fordonsindustrin i Sverige är idag ledande inom forskning och utveckling av förbränningsmotorer (diesel- och ottomotor) och ökar därmed möjligheten att påverka utvecklingen globalt. Ett viktigt område för ny teknik i framtiden är att binda ihop förbränningsmotorteknik och elteknik i ett hybridfordon.

I konventionella nyttillverkade fordon med enbart förbränningsmotorer beräknas bränsleförbrukningen för en given körsträcka minska med 20-30 procent på tio års sikt. Forskningen bedöms i ett senare skede komma att inriktas mot skilda typer av hybridfordon (förbrännings- samt elmotorer). Bränsleförbrukningen beräknas komma att sjunka med 30-50 procent på tio års sikt i dessa fordon. Inom tjugo år kan nya typer av förbränningsmotorer bli aktuella för hybridfordon. Den totala potentialen för bränslebesparing beräknas ligga på 60-70 procent. Denna besparing beräknas också kunna uppnås för bränslecellsfordon.

”Gröna Bilen” är ett nystartat samverkansprogram mellan svenska fordonstillverkare och staten. Programmet har en löptid på 6 år och kommer att stöda utvecklingen av mer miljöanpassade bilar. Den totala programbudgeten är 1,8 miljarder kronor. Staten satsar 0,5 miljarder kronor och fordonsindustrin resten. Förutom fordonstillverkarna är statens representanter: Energimyndigheten, Stiftelsen för strategisk forskning (SSF), Teknikvetenskapliga samt Naturvetenskapliga forskningsrådet (NV). Detta gäller innan omorganiseringen av forskningsorganen. Programmet syftar dels till att få fram fordon med bättre miljöegenskaper, dels att stärka den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft. Prioriterade områden inom programmet är utveckling av bränslesnålare motorer, motorer för nya bränslen och hybriddrift samt andra åtgärder för att minska fordonens bränsleförbrukning.

## **Elektriska drivsystem**

Energimyndighetens insatser är viktiga för den svenska industrins utveckling och kompetensförsörjning. Det finns idag ett antal större forsknings- och utvecklingsarbeten mellan industri, universitet och stat för demonstration av elektrisk transmissionsteknik. Energimyndigheten har genom det avslutade programmet el- och hybridfordonsteknik och det pågående programmet energisystem i vägfordon verkat för en kunskapsuppbyggnad i Sverige. I programmet energisystem i vägfordon ingår områden som el-, hybrid- och bränslecellsteknik samt hjälpsystem i fordon.

### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Kunskapen om el- och hybridfordon är i dagsläget låg och stora informationsinsatser till marknaden krävs. Energimyndigheten har genom bl.a. teknikupphandling av elfordon varit drivande i utvecklingen av elbilar. Kunskapsutvecklingen inom elektrisk transmissionsteknik sker idag framför allt utanför Sverige.

Lättare och tyngre hybridfordon för distribution i städer efterfrågas av marknaden. För hybridpersonbilarna kan marknadsintroduktionen skötas på helt kommersiella villkor. Hybridfordonstekniken bedöms vara väl känd på marknaden 2010 och år 2020 bedöms de tunga hybridfordonen vara etablerade på marknaden.

### *Hinder för ökad användning*

Forsknings- och utvecklingsinsatser bör inriktas på att hitta nya nischer för svensk fordonsrelaterad industri. Det krävs fler demonstrationsprojekt för att sänka system- och komponentkostnaderna för främst elbilar. Satsningar på t.ex. batteriteknik och en infrastruktur för snabbbladdning av batterier kommer att öka användningsområdet för fordonet.

### *Aktuell forskning och utveckling*

Fordonsutvecklingen är starkt internationaliserad. Japanska fordonstillverkare leder marknaden för lätta hybridfordon. Fordonsindustrin i Europa investerar idag stora pengar i utvecklingen av hybrid- och bränslecellstekniker med vätgas som energibärare. Mest aktuella är bränsleceller av PEM-typ (proton exchange membrane). Satsningar har även gjorts på direktmetanolbränsleceller där metanolen är energibärare. Kommersiellt tillgängliga fordon beräknas vara ute på marknaden år 2003 – 2004.

Sverige bör satsa mer resurser på att skapa ett systemkunnande genom praktisk tillämpning av forskningsresultat i olika demonstrationsprojekt. År 2010 kommer det att finnas ett antal demonstrationsbussflottor i flera städer.

## **4.9 Byggnader**

Bebyggelsen står för drygt 40 procent av den svenska energianvändningen och 50 procent av elanvändningen. Individuell uppvärmning, inklusive användning för varmvatten, av bostäder och lokaler svarar för 17 procent av Sveriges koldioxidutsläpp år 1999. Samtidigt utgör byggnadsbeståndet det största realkapitalet med ett återanskaffningsvärde av fastigheter och anläggningar på ca 6 000 miljarder kronor. Enligt statistik från 1995 fanns det 2,3 miljoner lägenheter i flerbostadshus (150 miljoner m<sup>2</sup>) och ca 1,9 miljoner bostäder i småhus (230 miljoner m<sup>2</sup>). Till detta tillkommer ca 70 miljoner m<sup>2</sup> kommersiella lokaler, 85 miljoner m<sup>2</sup> lokaler för offentlig förvaltning och ca 115 miljoner m<sup>2</sup> industrilokaler. Sverige har bland den lägsta boendetätheten i Europa med ca 2,1 boende per lägenhet.

Bygghandelsmarknaden hade en topp på 1960-talet då det inom ramen för miljonprogrammet byggdes mer än 100 000 lägenheter per år. Sedan dess har bygginvesteringarna sjunkit och låg 1996 på 7 procent av BNP jämfört med 18 procent 1967.

På grund av den låga nybyggnadstakten ger energieffektiviserings- och hushållningsinsatser i nybebyggelse endast ringa genomslag. Energiinsatser i samband med ombyggnader är därför viktiga men eftersom även dessa för närvarande är på en låg nivå bör effektiviseringsinsatser vara anpassade för att kunna appliceras i samband med normala underhållsåtgärder.

Inom sektorn finns stora potentialer med ny kommersiell teknik som t.ex. nybyggda hus som förbrukar endast 8 000 kWh per år i jämförelse med gängse 14 000 kWh per år som är ett genomsnitt för dagens typhus. Omsättningen inom sektorn är dock låg. Ytterligare möjligheter finns på många områden där forskning och utveckling pågår.

Belysning och ventilation, som i början på 1990-talet svarade för ungefär 70 procent av driftelanvändningen, har blivit effektivare till följd av bättre ljuskällor samt förbättrad driftstyrning och dimensionering. Möjligheterna för ytterligare effektivisering bedöms fortfarande vara stora. Med den teknik som finns utvecklad idag skulle det vara möjligt att minska energianvändningen för ventilation till hälften, d.v.s. ca 5 TWh. Pågående utveckling av ny teknik har en potential att ytterligare sänka förbrukningen till en nivå av 3-4 TWh per år.

Ljuskällor använder idag ca 14 TWh el och har stora möjligheter att kunna effektiviseras t.ex. med lysdioder (LED). Tekniken är dock ung och potentialen beror på eventuella teknikgenombrott och prisbild.

## **Uppvärmning, kylning och klimatskal**

### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Staten stödjer forskning och utveckling inom området *energieffektivisering*, främst att vidareutveckla kända och beprövade byggnads- och installationsteknik, samt utveckla nya material, komponenter, metoder och system. Brukaren får alltmer tyngd när det gäller att utforma energieffektivitet för ett hus.

Långsiktigt stöd till forskning och utveckling beträffande byggnaders energianvändning sker inom ett diversifierat område, med satsningar inom bl.a. solvärme, fjärrvärme, värmepumpar och småskalig biobränsleanvändning.

Tack vare långvarig satsning på *solvärme* är kunskapsnivån i Sverige mycket god. Även inom lagringssidan finns gedigen kunskap i Sverige. En normal villa tar varje år emot tio gånger mer energi från solen än vad som behövs för uppvärmning och varmvatten. Framtidsmöjligheterna för *solenergi* är därför goda. Solvärmesystem fungerar bra i dag men investeringskostnaden måste bli lägre och systemverkningsgraden bättre för att bli konkurrenskraftiga mot andra energislag.

*Solcellssystem* finns endast i några få anläggningar i bebyggelsen i Sverige. Skälet är det låga elpriset, det väl utbyggda elnätet samt teknikens höga kostnader. I flera europeiska länder (Tyskland, Holland och Italien) som har en inhemsk produktion av solceller installeras relativt stora mängder med starkt statsunderstöd.

Inom området *värmepumpar* är kunskapsnivån i Sverige vid den internationella frontlinjen. Utöver Sverige domineras området av länder såsom USA, Japan, Tyskland, Nederländerna, Kanada m.fl. Svensktillverkade värmepumpar har en mycket framstående position, i nivå med USA och Japan. Sverige har en ledande position då det gäller att ersätta miljöskadliga "freoner" med andra köldmedier och i synnerhet naturliga köldmedier såsom ammoniak, propan och koldioxid. Forskningen i Sverige är starkt riktad mot energieffektiva system med köldmedier med så låg

miljöpåverkan som möjligt. Marknaden rasade i slutet av 1985 genom att oljepriserna sjönk kraftigt samtidigt som de statliga stimulansbidragen togs bort. Några få företag överlevde och lyckades hålla gång viss produktion och försäljning. Idag finns ca 350 000 värmepumpar för användning i lokaler. Sverige är därmed överlägset det värmepumptätaste landet i Europa och sannolikt i världen. Den svenska försäljningen av värmepumpar för uppvärmningsändamål (ca 25 000 per år) utgör i storleksordningen hälften av den totala europeiska försäljningen. USA och Japan är också stora exportörer av värmepumpar. Försäljningen idag domineras av berg- och ytjordvärmepumpar som täcker 80-95 procent av husets energibehov.

*Fjärrvärmen* är mycket flexibel när det gäller produktion och bränsletyp. Den är miljöanpassad och kan kombineras med elproduktion (kraftvärme). Även om fjärrvärmen redan har stor marknadsandel är expensionsmöjligheterna mycket stora.

Det finns flera sätt att producera *fjärrkyla*. Många svenska fjärrvärmeföretag använder exempelvis spillvärme från industrier för att med hjälp av värmepumpar producera fjärrvärme. Här kan man förutom tre delar fjärrvärme samtidigt också få två delar kallt vatten till fjärrkyla. I fjärrvärmens värmepumpar har man övergått till miljöanpassade köldmedier. Ett annat sätt är att placera ut s.k. absorptionskylmaskiner som drivs av fjärrvärme. Här används en saltlösning som köldmedium. Kallt bottenvatten från havet eller en sjö kan också utnyttjas (frikyla) utan användandet av värmepump. Fjärrkyleutnyttjandet växer snabbt i Sverige. Totalt var sexton fjärrkylanät i drift i Sverige i slutet av 1998. Under 1998 levererades cirka 180 GWh fjärrkyla. Inom fem till tio år väntas leveranserna ha ökat till cirka 500 GWh, fördelat på 25 nät.

Kunskapsnivån för *småskalig biobränsleanvändning* är mycket hög i Nordamerika, Österrike, Italien, Schweiz, Tyskland och Skandinavien. I Sverige är de främsta forskargrupperna på bioenergiområdet fördelade över hela landet. Eldning av ved och biomassa har på senare år utvecklats till en mer användarvänlig och miljöanpassad teknik. Förädlade produkter som pellets och briketter används i allt större omfattning. I utlandet, särskilt i Danmark och Österrike där prisskillnaden är större mellan värmepris och elpris, är användningen av biomassa för närvärme, blockcentraler och småskalig kraftvärme på stark frammarsch.

### *Hinder för ökad användning*

Kostnaden för tillämpning av ny teknik är ett hinder för ökat genomförande. En ytterligare viktig aspekt för ett genomslag på marknaden är tillförlitligheten och bekvämligheten. De miljömässigt goda alternativen har idag svårt att konkurrera både prismässigt och beträffande tillgänglighet och bekvämlighet om man ser det på *kort sikt*.

Sjunkande elpriser försvårar i hög grad utvecklingsarbetet och leder till att de styrmedel som används bör vidareutvecklas. Vidare måste i stort sett samtliga projekt innehålla andra aspekter än energiekonomi. På detta sätt kan icke-energifördelar (t.ex. miljö, produktivitet, inneklimat) bidra till t.ex. spridning av ny teknik så att ett uthålligt energisystem kan utvecklas.

Svårigheten med att introducera biobränsle som uppvärmningsbränsle för att ersätta el- eller oljeeldade system hänger främst samman med två faktorer, nämligen leveranssäkerhet och kritisk massa. Leveranssäkerheten omfattar hela spektrumet från råvaruleverantör, bränsleleverantör, utrustningsleverantörer samt service och underhåll. Ett värmesystem har en livslängd på minst tjugo år. Kunden vill vara säker på att systemet ska kunna fungera med hög driftsäkerhet och god ekonomi under hela denna tid.

Tillverkning av solfångare sker idag mer eller mindre hantverksmässigt och i små volymer. För att sänka kostnaderna måste tillverkningen ske mer mekaniserat.

När det gäller användning av naturliga men brännbara köldmedier i värmepumpar råder idag oklara regler. Internationellt pågår arbete med standardisering, men arbetet går trögt då synsättet på brännbara medier skiljer sig stort mellan framförallt USA och Japan på ena sidan och norra Europa på andra sidan.

### *Aktuell forskning och utveckling*

Beträffande *termisk solvärme* sker satsningar på forskning, utveckling och demonstration via ett integrerat program med deltagare från forskningsledet, tillverkande industri och beställargrupperingar. Syftet är att öka användningen av solvärme sommartid i det kortare tidsperspektivet samt att göra solvärme, via säsongslagring, till ett attraktivt uppvärmningssystem för full värmetäckning året runt.

Inom teknikområdet *värmepumpar* finansierar Energimyndigheten, utöver basforskning vid ett par högskoleinstitutioner, tillsammans med cirka 30 företag ur svenskt näringsliv ett tillämpat forsknings- och utvecklingsprogram. Syftet är att utveckla och ta fram effektiva system med låg negativ miljöpåverkan till en låg kostnad.

Energimyndigheten finansierar sedan 1998 tillsammans med Svenska Fjärrvärmeföreningen ett forsknings- och utvecklingsprogram inom hetvattenteknikområdet, d.v.s. distribution, fjärrvärmecentraler samt styrning och mätning. Målet är att utarbeta energieffektiva och miljöanpassade fjärrvärmesystem. Programarbetet syftar till att skapa en grund för forskarutbildning där projektarbetet ska leda till en långsiktig kompetensuppbyggnad inom högskolorna och där samverkan med fjärrvärmebranschen blir en grundsten.

## **Komponenter och hjälpsystem**

### *Kunskapsnivå och kommersiell mognad*

Sverige har kommit långt när det gäller *isoleringsstandard* i bebyggelse jämfört med andra länder. Trots betydande klimatskillnader är uppvärmningsbehovet i genomsnitt av samma storleksordning i Syd- Mellan och Nordeuropa. Sverige skiljer sig från de flesta länder genom den höga användningen av el för uppvärmning.

Användning av lysdioder som ljuskälla väntas inte ta fart förrän de ha uppnått åtminstone samma prestanda som dagens kompaktlysrör. På fem till tio års sikt räknar man med ljusutbyten 7-8 ggr en glödlampa. Det sker en del internationell forskning inom vita lysdioder, kunskapen finns främst inom högskolevärlden och bland tillverkare av traditionella ljuskällor.

Inom *vitvarusektorn* är kunskapsnivån relativt hög nationellt tack vare att en av de världsledande tillverkarna har sitt huvudkontor och även en viss tillverkning i Sverige. För hemelektronik och kontorsutrustning ligger nästan all tillverkning utanför Sveriges gränser. Däremot har nationella märkningar (t.ex. TCO-märkningen för IT- och kommunikationsutrustning) slagit igenom internationellt när det gäller energi, ergonomi och miljöanpassat materialval.

### *Hinder för ökad användning*

Tekniken för att använda *ljusdioder* för belysningsändamål är inte mogen än. Det initiala priset och acceptansen för att byta ut glödlampan och lågenergilampan till dioder utgör möjliga barriärer. För att tekniken ska kunna bli kommersiell inom alla sektorer behövs etablering av nya nätverk mellan t.ex. tillverkare av hembelysningsarmaturer och tillverkare av nya ljuskällor. Ett hinder för ökad användning av *dagsljus* är att det är flera tekniker/komponenter som måste integreras i byggnadssystemet. Dagens byggmarknad hanterar inte denna helhetssyn. Ytterligare

en barriär för ökad användning av dagsljus är avsaknaden av fysikaliska data som är anpassad för de svenska geografiska förhållandena.

#### *Aktuell forskning och utveckling*

Energimyndigheten med flera stöder forskning på vita lysdioder (LED) för *belysningsändamål* med två parallella forskningsprojekt. Det första forskningsprojekts syfte är att kartlägga marknadsstrukturen för vita lysdioder, vilka aktörerna är, teknikutvecklingen och de potentiella marknaderna samt vilka som driver utvecklingen. Det andra forskningsprojektet koncentrerar på teknisk utveckling av vita lysdioder genom att utforska möjligheterna att höja prestanda väsentligt. Även f.d. Teknikvetenskapliga forskningsrådet (TFR) stödjer forskning om vita lysdioder för allmän belysning.

Myndighetens stöd för forskning om *dagsljussystem* fokuserar främst på att mäta passiva dagsljussystem (avskärmning av värme, använda dagsljus och behålla utblick).

Utöver ovanstående teknikinriktade satsningar finansierar myndigheten tillsammans med ELFORSK ett forskningsprogram riktat mot elanvändning i byggnader och mindre/medelstor industri (ELAN). Målet med programmet är att stärka utvecklingen inom området elanvändning/elapplikationer genom uppbyggnad och förstärkning av goda forskarmiljöer vid högskolan, och genom att öka kunskaps- och kompetensuppbyggnad mellan bl. a. elbranschen, elanvändare, tillverkare av elektriska produkter och kommunikationssystem, nätoperatörer och forskarvärlden. Därutöver finansieras ett program kring *Smarta hus*, dvs. hus med en utbredd användning av IT-teknologi. Målet med detta program är bl.a. att stärka kunskapsbasen och utvecklingen inom området Smarta hus, att säkerställa att administrativa och juridiska hinder identifieras och om möjligt undanröjs, granska frågeställningar kring integritetsproblematiken, skapa tekniska plattformar samt initiera eventuellt fortsatta gemensamma forskningsinsatser inom området.

## 5. Övrig klimatrelaterad forskning

I kapitel 4 är den åtgärdsinriktad forskning och utveckling redovisade. I detta avsnitt berörs några av de viktigare programmen inom energiområdet som har koppling till klimatfrågan.

### 5.1 Kolflöden i skogsmark

Skogsskötseln har stor betydelse för att reducera nettoemissionerna av växthusgaser. I Sverige är 52 procent av landarealen skogsmark. Svenskt skogsbruk binder årligen 6-9 miljoner ton kol i biomassa och 2-5 miljoner ton i mark, vilket motsvarar 50-85 procent av koldioxidutsläppen från fossila bränslen. Därutöver produceras skogsbränsle som ersätter olja motsvarande 6-7 miljoner ton kol per år. Växthusgaser kan reduceras avsevärt genom strategisk anpassning av skogsskötsel och markanvändning. I Sverige är det främst två forskningsinstitutioner som finansierar forskning inom området, Statens Energimyndighet och MISTRA (Stiftelsen för miljöstrategisk forskning).

#### Energimyndighetens forskningsprogram - Kolbalanser

Energimyndigheten driver ett forskningsprogram om kolbalanser. Målet med programmet är att ta fram kunskap kring skogens kolflöden, kunskap som möjliggör att skogsbruket kan användas som ett effektivt medel för att minska koldioxidhalten i atmosfären. Programmet väntas ge underlag för strategier för att upprätthålla eller öka upptaget av koldioxid i sankor inom skogsbruket. Åtgärder som aktualiserats i de internationella klimatförhandlingarna uppmärksammas särskilt. Delmål för programmet är;

- att öka kunskapen om kollagring, kolflöden och kolbalanser i skogsekosystem baserat på svenska ekologiska förhållanden, med hänsyn tagen till svensk skogsskötselpraxis.
- att bygga upp svensk kompetens kring skogens kolbalanser och kolsänkor som bl.a. möjliggör analys av konsekvenserna av förslag som framläggs inom det globala klimatarbetet.
- att ta fram underlag för en skogsskötsel som kostnadseffektivt kan minska koldioxidhalten i atmosfären genom att vårda och öka kolsänkorna. Här inkluderas också åtgärder för att minska koldioxidhalten i atmosfären med hjälp av skogsbränsleproduktion och användning av skogsprodukter på ett kostnadseffektivt sätt.

Pågående projekt behandlar följande frågor och områden:

- Upplagring av organiskt material i skogsmark och i skog av olika ålder på åkermark. Studierna inriktas på att kunna särskilja markandningens två koldioxidflöden, nämligen rotandning och nedbrytning av organiskt material.
- Effekter av förhöjd koldioxidhalt och lufttemperatur på enskilda trädets tillväxt och kolbalans.
- Genom modellering och datainsamling på bred basis kvantifieras en svensk kolbalans för skogsekosystem och hur denna förändras av klimatförändringar, skogsskötsel, skogshushållningsstrategier etc.
- Emissioner av koldioxid, metan och lustgas från dränerad skogsmark mäts och modelleras. Årliga emissioner för olika marktyper beräknas. Projektet undersöker om emissionerna kan minskas genom grundvattenhöjning.
- Olika skogshushållningssystem modelleras dynamiskt med avseende på kolbalanser. Långsiktiga (>100 år) och integrerade analyser ska kunna göras med avseende på kolbalanser, trädbränsletillgångar m.m.
- Underlag för bedömning av kostnadseffektiviteten hos olika skogsskötselstrategier som medel i kampen mot ökade halter koldioxid i atmosfären.
- Kollagring i skogsprodukter beräknas för hela skogsindustriella sektorn.

## **MISTRA:s forskningsprogram - Strategier för att reducera utsläpp av växthusgaser från markanvändning**

MISTRA finansierar forskningsprogrammet LUSTRA (Land Use Strategies for Reducing Net Greenhouse Gas Emissions). Programmets syfte är att ta fram integrerade strategier för hur ändrad markanvändning och skötsel kan bidra till att reducera nettoemissioner av växthusgaser på ett optimalt sätt i Sverige under perioderna 2000-2030, 2000-2100 och 2000-2500. Olika möjligheter utvärderas med avseende på deras inverkan på utsläppen av växthusgaser mätt som koldioxidekvivalenter. Betydelsen av variationer i ståndortsförhållanden och storskaliga miljöförändringar kommer att belysas. Föreslagna skötselsystem utvärderas med 10, 30 och 100 års perspektiv för att bestämma;

- Kvantitativa effekter på växthusgasemissioner och kolförråd på kort och lång sikt
- Företags- och samhällekonomiska kostnader på kort och lång sikt
- Stabilitet gentemot ändrade förhållanden som klimat, kvävedeposition, skogsindustrins ekonomiska villkor, etc.
- Flexibiliteten i markanvändningssystemen för att anpassas till ändrad efterfrågan på produkter.
- Strategier som bedöms få alltför negativa miljökonsekvenser behandlas inte.

### **5.2 Systemforskning**

Målet för programmet är att förbättra de energipolitiska beslutsunderlagen genom att beskriva och förklara sambanden mellan energi, miljö, teknisk utveckling och ekonomisk tillväxt. Ytterligare ett mål är att utveckla och förbättra metoder och modeller för prognoser och utvärderingar. Statens energimyndighet finansierar forskning som syftar till att beskriva och förklara systemsamband i energisystemet, samt metod- och modellutveckling.

#### **Forskning om energisystemen**

Forskning om energisystem är viktigt för att kunna ställa om energisystemet och för att åstadkomma en hållbar utveckling. Forskningen försöker beskriva och förklara hur energisystemet fungerar och hur det påverkar och påverkas av människor, samhälle, teknik och miljö. En annan uppgift är att ta fram verktyg. Verktygen avser planeringsinstrument för lokalt, regionalt eller nationellt bruk. Verktygen består oftast av tekniska eller ekonomiska datorbaserade beräkningsmodeller. Med hjälp av de tekniska modellerna kan exempelvis de mest kostnadseffektiva alternativen väljas när t ex en kommun står inför ett investeringsbeslut. Konsekvenserna av olika ekonomiska styrmedel på utsläppen av koldioxid kan också analyseras eller hur energimarknaderna fungerar i olika situationer kan också beskrivas.

För metod- och modellutvecklingen finns ett kvalificerat nationellt och internationellt nätverk som medverkar till att värdera de nya forskningsresultaten. En ökning av insatserna att föra ut kunskap om forskningsresultat har genomförts. Nedan ges de huvudsakliga komponenterna i programmet;

**FoU verksamheten i energisystemteknik:** Projektet har två huvudmål. Det ena är teknisk systemanalys som innebär utveckling av modeller och metoder för att studera olika teknikers roll i energi- och materialomsättande tekniska system. Det andra målet är att utveckla metodik så att modeller och metoder kan fungera som verktyg i verkliga beslutsituationer.

**Utveckling av numeriska modeller för energimarknadsanalys.** Syftet med delprojektet är att utveckla en ny elmarknadsmodell för Norden och eventuellt också norra Europa. En viktig del i detta arbete är att förstå sambanden mellan el-, gas och fjärrvärmemarknaderna. En annan del rör

sambanden mellan energiområdet och samhällsekonomin i stort och hur olika energi- och miljöpolitiska styrmedel påverkar energiproduktionens och energianvändningens omfattning och geografiska fördelning.

**Externa kostnaders inverkan på tekniska energisystem.** Projektet avser att analysera de externa kostnaderna för ett lokalt energisystem och värdera dem i monetära termer. Resultatet kommer att visa välfärdsvinsten av att inkludera de externa kostnaderna redan i beslutsfasen.

**Regional energisystemoptimering.** Syftet med projektet är att genom övergripande systemsyn redovisa möjligheter och potentialer för optimering av energisystemet som helhet och föreslå förbättringar inom en region i mellersta Sverige

### **Beteende och acceptansforskning**

Beteendefrågorna uppmärksammas allt mer, särskilt för att förstå hur individen och organisationer reagerar på en förändring, exempelvis vid utbyggnad av förnybara energislag. Andra frågeställningar är att förstå drivkraften till att en viss ny teknik utvecklas till nya kommersiella produkter, medan andra försvinner på ett tidigt stadium i processen. Nedan ges en kort summering av innehållet i forskningsprogrammen;

**Energiledning i industriföretag.** Syftet med projektet är att utveckla energiledarrollen i svenska industriföretag till att bli mer effektiv till gagn för näringslivet och miljön. Industrin behöver inte bara information om teknik, utan information om hur man kan ta tillvara den kunskap om teknik som redan finns.

**Nätverk för samhällsvetenskaplig och humanistisk miljöforskning.** Målet för programmet är att få kunskap om faktorer inom humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning som har betydelse för en uthållig utveckling inom miljöområdet, där energisektorn är en del. Humanistisk och samhällsvetenskaplig forskning har hittills varit underrepresenterad inom miljö- och energiområdet.

**Energiopinionen i Sverige.** Fortlöpande kartläggs svenska folkets inställning till energifrågor bl.a. förnybara energikällor.

### **5.3 Livscykelanalyser som verktyg i klimatarbetet**

En viktig utgångspunkt vid planering för ett uthålligt och klimatvänligt energisystem är total resursåtgång och total miljö- och klimatpåverkan i hela kedjan från utvinning av energiråvara till färdig energitjänst, d.v.s. arbete, ljus, värme och transporter. Viktiga verktyg för att göra sådana bedömningar är *LCA* (Life Cycle Assessment) och energisystemanalyser.

*LCA* är ett verktyg som på ett standardiserat sätt kvantifierar den totala miljöpåverkan ”från vaggan till graven” av en vara eller en tjänst. Miljöpåverkan anges i summa total påverkan inom särskilda miljöpåverkanskategorier<sup>53</sup> per ”funktionell enhet” av vara eller tjänst<sup>54</sup>. Analysen inkluderar utvinning av råvaror, byggande av anläggningar och produktionssystem, hjälpsystem som t.ex. transporter, produktion och leverans av varan/tjänsten, samt slutligt omhändertagande av eventuella rester och rivning av anläggningar. För en energianläggning blir den direkta miljö- och klimatpåverkan från driften endast en del i en total *LCA*.

Vid analyser av olika energisystem är fokus bl.a. på hur effektivt den totala insatta energin, inklusive såväl energiråvaran som energiinsatser i olika hjälpsystem, kan utnyttjas i olika ”energi-kedjor” från bränslekällan fram till levererad energitjänst. Man talar om systemverkningsgrader för olika energislag och tillämpningar. Motsvarande ekonomiska analyser kan göras. Särskild vikt läggs vid att studera konsekvenserna av olika energitillämpningar för det övriga energisystemet,

---

<sup>53</sup> Förurning, klimatpåverkan, markanvändning etc.

<sup>54</sup> T ex kg papper, kWh värme osv.

t ex avseende resursförbrukning och klimatpåverkan.

Med dessa tekniker, med fördel i kombination, är det möjligt att studera vilka energisystem (bränslen, omvandlingsformer, transportformer, och även energibärare) som har lägsta klimat- och miljöpåverkan fram till färdig energitjänst. Både LCA och energisystemanalys är mycket känsliga för ingående antaganden, avgränsningar, och inte minst för vilka alternativa system som används som referenssystem.

#### **5.4 Forskning om klimatpolitiska frågor**

Inom ramen för det internationella klimatarbetet pågår två forskningsprogram dels ett nationellt program inriktat på klimatpolitiska frågor dels ett bilateralt program för forskningssamarbete på energiområdet med Östersjöländerna.

Sedan föregående år stödjer Energimyndigheten inom det nationella programmet ett forskningsprojekt om handel med utsläppsrätter vid Stockholms Universitet. Inom det nationella programmet beviljades under våren ett forskningsprojekt med en forskargrupp vid Chalmers Tekniska högskola. Projektet är inriktat på de flexibla mekanismerna och särskilt användningen av sänkor inom ramen för mekanismen för ren utveckling.

Inom det bilaterala programmet påbörjades i juni ett projekt som avser att utveckla metoder för att förenkla verifiering av klimatprojekt som faller under den flexibla mekanismen gemensamt genomförande. Projektet genomförs av Det Norske Veritas i samarbete med baltiska experter på området. Inom det bilaterala programmet slutfördes ett arbete av forskare vid Stockholm Environment Institute i vilket metoder för sektorsbaserade referensbanor utvecklats för fjärrvärmesektorn i Estland.

## 6. Klimatkonventionens pilotprogram för gemensamt genomförande samt övrigt internationellt samarbete inom energiområdet

### 6.1 Inledning

I juni 1992 undertecknades Förenta Nationernas ramkonvention om klimatförändringar av drygt 150 länder. Klimatkonventionen utgör basen för det internationella arbetet med klimatfrågan och arbetet utvecklas fortlöpande i de regelbundna partkonferenserna. Partskonferenserna är beslutande organ och under dessa partsmöten deltar de parter som ratificerat ramkonventionen.

År 1993 beslutade Sveriges riksdag att godkänna ramkonventionen om klimatförändringar. Då bestämdes även att ett program skulle utformas med syfte att bidra med främst energieffektiviseringsåtgärder och ökat utnyttjande av förnybara energislag i de baltiska länderna och Östeuropa, det s k EAES-programmet (*Environmentally Adapted Energy System*).

Vid den första partskonferensen i Berlin 1995 beslutade parterna att en försöksperiod (pilotfas) skulle inrättas för gemensamt genomförda åtgärder, s. k. *Activities Implemented Jointly* (AIJ). I och med att utsläppsminskningar är kostsamma för många industriländer, eftersom de redan utvecklat avancerade tekniker för att minska utsläppen och eftersom energieffektiviteten är hög inom dessa länders industrier, skapades möjligheten för dessa länder att investera i andra länder där energieffektiviteten är lägre. Syftet med pilotfasen var att testa hur sådana projekt skulle kunna genomföras kostnadseffektivt och med säkerställd uthållighet. Det beslutades också att projekt som genomförs under pilotfasen inte skall kunna bli föremål för kreditering av uppkomna utsläppsminskningar. En förutsättning för att ett projekt skall kunna räknas in i försöksperioden är att projektets finansiering inte ingår i industriländernas ordinarie biståndsprogram.

Vid det tredje partsmötet i Kyoto 1997 upprättades ett protokoll som en bilaga till konventionen där parterna bland annat enades om nivåer för utsläppsminskningar under perioden 2008 - 2012. Möjligheterna till samarbete av typen gemensamt genomförande preciserades i Kyotoprotokollet och tre typer av mekanismer fastställdes. De tre mekanismerna är Gemensamt genomförande, *Joint Implementation* (JI), Mekanismen för ren utveckling, *Clean Development Mechanism* (CDM), samt Handel med utsläppsrätter, *Emissions Trading* (EM). Dessa mekanismer kallas flexibla mekanismer eftersom de erbjuder olika sätt för ett i-land att minska utsläpp, de skall dock vara supplementära till inhemska åtgärder.

JI och CDM är projektbaserade mekanismer. JI innebär att ett industriland investerar i utsläppsreducerande åtgärder i ett annat industriland i syfte att helt eller delvis kunna tillgodogöra sig utsläppsreduktionen. CDM innebär att ett industriland investerar i utsläppsreducerande åtgärder i ett u-land. Den avgörande skillnaden mellan CDM och JI är att CDM involverar ett u-land och således involverar en part som inte har några åtaganden.

Handel med utsläppsrätter ger möjlighet till aktörer, t.ex. länder eller enskilda företag, att köpa sig rätten att släppa ut växthusgaser. En utsläppsrätt är således inte projektbaserad utan tilldelas eller auktioneras till marknadsaktörer. JI och CDM å andra sidan ger möjlighet för aktörer att köpa godkända, krediterade, utsläppsminskningar som åstadkommit genom projekt. Projekt som genomförs som JI och CDM innebär, till skillnad från pilotfasen, att de uppkomna utsläppsminskningarna skall kunna bli föremål för kreditering.

Sverige tog i sitt energipolitiska beslut 1997<sup>55</sup> fram riktlinjer för en svensk klimatpolitik inom energiområdet. Dessa riktlinjer säger att Sverige som medlem i den Europeiska Unionen bör verka för en gemensam klimatpolitik och vara pådrivande i det internationella klimatarbetet. Vidare anges att Sverige bör samverka med andra länder på det sätt klimatkonventionen anger genom s.k. gemensamt genomförande. Det energipolitiska beslutet säger dessutom att de starkt varierande kostnaderna för åtgärder såväl inom som mellan länder innebär att kraven på kostnadseffektivitet måste ställas högt för att klimatpolitiken skall bli trovärdig i ett långsiktigt perspektiv.

## **6.2 Vidtagna åtgärder i Baltikum och Östeuropa**

### **Inledning**

Sverige bidrar på flera olika sätt, tillsammans med olika finansiärer och med olika verkställande institutioner, till projekt som syftar till att minska utsläpp av växthusgaser. Som tidigare nämnts ansvarar Energimyndigheten för pilotprogrammet för klimatrelaterade energiprojekt i Baltikum, Polen och Ryssland. Programmet kallas EAES-programmet (*Environmentally Adapted Energy System*) och består av projekt som kan ha fyra olika inriktningar: pannkonverteringar, upprustning av fjärrvärmenät, energieffektivisering i byggnader, eller kombinerade projekt som innehåller två eller fler av projektyperna angivna ovan. Programmet hjälper mottagarländerna att investera i miljöförbättrande och energieffektiviserande projekt. Sverige deltar dessutom i samarbetet inom ramen för Världsbankens program *Prototype Carbon Fund* (PCF) samt Världsbankens program CDM-assist. Världsbankens PCF-program blev nyligen operativt i och med att en tillräcklig mängd sponsorer, företag och länder har anslutit sig. CDM-assist är ett nytt program. En del projekt inom ramen för Östersjömiljarden har relevans för klimatfrågan, liksom delar av SIDA:s utvecklingssamarbete med Central- och Östeuropa.

### **Energimyndighetens investeringsprogram**

Programmet syftar till att effektivisera de baltiska staternas energisystem, att introducera förnyelsebara energikällor, samt att minska utsläppen av koldioxid och andra miljöpåverkande ämnen. I nuläget har över 70 projekt initierats av Energimyndigheten (och tidigare NUTEK), varav 52 stycken har rapporterats till FN:s Klimatsekretariat. Projekten har genomförts i fjärrvärmesektorn i de baltiska länderna samt i Sankt Petersburg- och Kaliningradområdena i Ryssland. Ett biogasprojekt har startats i Polen. *Pannkonverteringsprojekten* avser i huvudsak ombyggnad av pannor i storleksordningen 3-10 MW i värmecentraler, en övergång från användning av fossila bränslen som tung eldningsolja och kol till biobränsle, d.v.s. träflis, skogsavfall samt avfall från trävarubaserad industri. *Distributionsprojekten* avser upprustning av fjärrvärmenäten genom utbyte eller omisolering av rörsystemen, vattenbehandling för att motverka korrosion och förlänga hela systemets livslängd, samt installation av undercentraler och reglerutrustning m.m. *Effektiviseringsprojekten* i byggnader omfattar åtgärder som ombyggnad eller omisolering av yttertak, installation av undercentraler, värmeväxlare, mät- och reglerutrustning, balansering av systemen samt tätning av fönster och dörrar m.m.

Projekten finansieras genom förmånliga lån till mottagarländerna varvid Energimyndigheten står för konsultkostnader, t.ex. genom förstudier. Lån till anläggningsägare eller motsvarande ges i allmänhet på tio år och med två års amorteringsfrihet. Räntan på lånen utgörs av STIBOR<sup>56</sup>, i något fall med ett påslag på 0,5 procent. Ambitionen i projekten är att dessa ska ha en återbetalningstid som är kortare än låneperioden. I pannkonverteringsprojekten beräknas återbetalningstiden i genomsnitt till ca 5 år, i distributionsprojekten varierar återbetalningstiden

---

<sup>55</sup> Prop. 1996/97:84 om en Uthållig energiförsörjning.

<sup>56</sup> Stockholm Inter Bank Official Rate.

mellan ca 2 och 12 år beroende på i vilken utsträckning nya förisolerade fjärrvärmerör behövs. I byggnadsprojekten har de renodlade energieffektiviseringsåtgärderna en återbetalningstid på 7-9 år medan sådana renoveringar i byggnadsbeståndet som bedöms nödvändiga en rationell energianvändning har en återbetalningstid på 16-20 år.

## 6.3 Resultat

### Utsläppsminskningar och kostnader

I *tabell 6.1* redovisas resultaten av genomförda projekt. Projekten är uppdelade i pannkonverteringar, upprustning av fjärrvärmenät samt energieffektivisering i byggnader. I *tabell 6.1* redovisas vilka utsläppsreduktioner projekten givit för respektive projekt och land<sup>57</sup>. I *tabell 6.2* redovisas den specifika kostnaden uttryckt i svenska kronor (ören) per reducerat kilogram utsläpp (under projektens livslängd), räknat som genomsnitt av samtliga berörda länders resultat i respektive grupp av projekt.

Kostnaderna är uppdelade i investerings- och transaktionskostnader<sup>58</sup>. Investeringskostnader är i detta fall förmånliga lån till anläggningsägare och andra i Baltikum och Ryssland som ska återbetalas till Sverige. Transaktionskostnader består av konsultstöd och administrativa kostnader, samt i vissa fall avskrivningar av lån- eller räntefordringar. Projekten har genomförts inom ramen för Klimakonventionens AIJ-program. Hur kostnaderna och kreditering av uppnådda utsläppsreduktioner ska fördelas mellan länderna vid ett verkligt JI-projekt är en förhandlingsfråga mellan parterna.

Den totala kostnaden för de 52 projekten beräknas till 271 miljoner kronor varav 197 miljoner kronor är investerarlandets (mottagarlandets) kostnad och 74 miljoner kronor är Sveriges (givarlandets) kostnader och den totala minskningen av CO<sub>2</sub>-utsläpp uppskattas till 4 003 000 ton (1 miljon t.o.m. år 2000).

---

<sup>58</sup> Dessa kostnader rapporteras årligen till Klimatkonventionens sekretariat.

**Tabell 6.1 Resultat av genomförda projekt****Konverteringsprojekt**

| Land         | Antal projekt | Investeringskostnad<br>Mkr | Transaktionskostnad<br>Mkr | Summakostnad<br>Mkr | CO <sub>2</sub> reduktion<br>år 2000<br>Ton | Ack. CO <sub>2</sub> reduktion år<br>2000<br>ton | Ackumulerad reduktion CO <sub>2</sub><br>Projektlivslängd<br>ton |
|--------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Estland      | 9             | 47,1                       | 9,4                        | 56,5                | 82 700                                      | 384 000                                          | 1 311 000                                                        |
| Lettland     | 14            | 44,7                       | 14,1                       | 58,8                | 68 400                                      | 350 000                                          | 1 230 000                                                        |
| Litauen      | 8             | 39,0                       | 15,2                       | 54,2                | 30 300                                      | 126 000                                          | 625 000                                                          |
| Ryssland     | 8             | 27,5                       | 13,8                       | 41,3                | 21 300                                      | 77 700                                           | 509 000                                                          |
| <b>Summa</b> | <b>39</b>     | <b>158,3</b>               | <b>52,5</b>                | <b>210,8</b>        | <b>202 700</b>                              | <b>937 000</b>                                   | <b>3 676 000</b>                                                 |

Anm.: Den årliga produktionen baserad på biobränsle i stället för fossila bränslen uppskattas till 0,65 TWh. I enstaka fall inkluderar projekten även distributionsåtgärder.

**Åtgärder för distribution av fjärrvärme**

| Land         | Antal projekt | Investeringskostnad<br>Mkr | Transaktionskostnad<br>Mkr | Summakostnad<br>Mkr | CO <sub>2</sub> reduktion<br>år 2000<br>Ton | Ack. CO <sub>2</sub> reduktion år<br>2000<br>ton | Ackumulerad reduktion CO <sub>2</sub><br>Projektlivslängd<br>ton |
|--------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Estland      | 8             | 9,5                        | 7,0                        | 16,5                | 11 500                                      | 41 600                                           | 190 400                                                          |
| Lettland     | 5             | 10,7                       | 3,6                        | 14,3                | 3 100                                       | 18 400                                           | 70 600                                                           |
| Litauen      | 1             | 0,8                        | 0,7                        | 1,5                 | 220                                         | 1 100                                            | 4 000                                                            |
| <b>Summa</b> | <b>14</b>     | <b>21,0</b>                | <b>11,3</b>                | <b>32,3</b>         | <b>14 800</b>                               | <b>61 100</b>                                    | <b>265 000</b>                                                   |

Anm.: Projekten beräknas ge en årlig energibesparing på 0,05 TWh

**Effektiviseringsåtgärder i byggnader**

| Land         | Antal projekt | Investeringskostnad<br>Mkr | Transaktionskostnad<br>Mkr | Summakostnad<br>Mkr | Årlig CO <sub>2</sub> reduktion<br>ton | Ack. CO <sub>2</sub> reduktion år<br>2000<br>ton | Ackumulerad reduktion CO <sub>2</sub><br>Projektlivslängd<br>Ton |
|--------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Estland      | 4             | 11,0                       | 4,3                        | 15,3                | 1 950                                  | 7 900                                            | 29 100                                                           |
| Lettland     | 3             | 3,9                        | 2,1                        | 6,0                 | 390                                    | 1 600                                            | 5 090                                                            |
| Ryssland     | 4             | 2,1                        | 3,5                        | 5,6                 | 1 500                                  | 3 800                                            | 28 600                                                           |
| <b>Summa</b> | <b>11</b>     | <b>17,0</b>                | <b>9,9</b>                 | <b>26,9</b>         | <b>3 840</b>                           | <b>13 300</b>                                    | <b>62 800</b>                                                    |

Anm.: Projekten har minskat energianvändningen med 0,12 TWh/år

De projekt som genomförts inom ramen för pilotfasen med AIJ visar att det finns förutsättningar för att skapa projekt i enlighet med kriterierna för de flexibla mekanismerna, d.v.s. att de är kostnadseffektiva och att stora utsläppsreduktioner kan göras med förhållandevis små medel. Tabell 6.2 visar investerings- och transaktionskostnaden i öre per kg reducerad koldioxid. Värdena gäller kostnaden utslagen på projektens livslängd, som varierar mellan 10-25 år. I ett framtida JI-system beror givetvis kostnaden för investerare- och mottagarlandet på hur stor del av utsläppsreduktionerna respektive land kan tillgodoräkna sig. Det är något som kommer att avgöras i förhandlingar mellan de två parterna.

**Tabell 6.2 Investerings- och transaktionskostnad per kg reducerad koldioxid**

| Typ av projekt                     | Investeringskostnad<br>öre per kg<br>koldioxidreduktion | Transaktionskostnad<br>öre per kg<br>koldioxidreduktion | Summa<br>öre per kg<br>koldioxidreduktion |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Konverteringsprojekt               | 4,3                                                     | 1,4                                                     | 5,7                                       |
| Fjärrvärmeprojekt                  | 7,9                                                     | 4,3                                                     | 12,2                                      |
| Energieffektiviserings-<br>projekt | 27                                                      | 16                                                      | 43                                        |
| <b>Totalt</b>                      | <b>4,9</b>                                              | <b>1,8</b>                                              | <b>6,7</b>                                |

Tabell 6.2 inkluderar inte intäkter för värdlandet i form av minskade kostnader för bränslen till följd av konvertering till annat energislag eller energibesparande åtgärder. Trots det visar tabellen att projekten är kostnadseffektiva jämfört med kostnader i Sverige där marginalkostnaden för att minska koldioxidutsläpp i allmänhet överstiger 50 öre/kg.

Kostnaderna baseras på en uppskattning av koldioxidutsläpp under projektens livslängd, investeringskostnaden som är ett engångsbelopp, samt transaktionskostnader fram t.o.m. år 2000. Ytterligare transaktionskostnader för rapportering och uppföljning kan tillkomma och därmed höja kostnaden en aning.

I nuläget finns det inte förutsättningar för ytterligare AIJ-projekt eftersom nya projekt skall ske som krediterbara projekt under ett kommande nationellt klimatinvesteringsprogram inom ramen för de flexibla mekanismerna JI och CDM. Myndigheten slutför dock AIJ-projekt som var beslutade före 1999 men som av olika skäl inte kunnat startas förrän efter 1999.

### Övriga effekter av investeringsprogrammet

Programmet har kontinuerligt utvärderats av lokala experter och oberoende konsulter och har fått internationell uppmärksamhet p.g.a. ett kostnadseffektivt och väl fungerande upplägg. Programmet har framhävts inte enbart för minskade utsläpp av växthusgaser utan även andra positiva effekter, både i Sverige och i mottagarländerna. Programmet har haft en positiv inverkan på inställningen till en miljöinriktad energipolitik och energianvändning hos de personer i mottagarländerna som har varit inblandade eller haft kontakt med programmet. Attityderna har förändrats och kunskaperna (om t ex FN:s ramkonvention) har förbättrats. För det andra har programmet haft en positiv inverkan på uppbyggnaden av en inhemsk marknad för energiprodukter, framförallt biobränsle och pannor för att elda biobränsle. Vidare har programmet bidragit till att långsiktigt samarbete etablerats mellan svenska företag och företag i värdländerna inklusive samarbete på tredje marknad. Programmet har bidragit till en god relation till de baltiska energi- och miljöministerierna och energimyndigheter och på så vis har ett långsiktigt förtroendefullt samarbete etablerats med Sverige (Energimyndigheten).

### Övriga internationella klimatpolitiska program

Energimyndigheten och Näringsdepartementet samarbetar med Världsbanken i två program. Det ena som Sverige stödjer är Världsbankens program *The prototype Carbon Fund* (PCF), där Sverige bidrar med sammanlagt 10 miljoner USD. PCF syftar till att utveckla gemensamt genomförande. Det andra programmet är CDM-assist som syftar till att utveckla CDM (kapitel 8.3).

Inom ramen för Östersjömiljarden (se nedan) disponerar Energimyndigheten 33 miljoner kronor för investeringsprojekt i Litauen och kapacitetsuppbyggnad i anslutning till dessa och för kapacitetsuppbyggnad i Ryssland, 8 miljoner kronor, i anslutning till bilateralt avtal om energi- och klimatsamarbete.

## Andra energiprojekt med möjlig klimateffekt

Inom ramen för utvecklingssamarbetet med Central- och Östeuropa finansierar SIDA energirelaterade projekt. Framförallt handlar det om konsultinsatser, förstudier, seminarier och liknande. Exempelvis lades drygt 18 miljoner kronor på denna typ av insatser inom fjärrvärmesektorn i Lettland, Litauen och Ryssland under 1998 och 1999. Nära 8 miljoner kronor användes till energieffektivisering i Polen, Ryssland samt Ukraina.

SIDA och Energimyndigheten driver projekt som finansierats av Östersjömiljarden. Östersjömiljarden syftar till att stimulera näringslivsutveckling och handel med länderna i Östersjöregionen i enlighet med ett svenskt intresse. Den första miljarden finansierade energiprojekt, t ex fjärrvärmeprojekt i SIDA:s regi, svavelrening i Polen under Nuteks ansvar, projekt som letts av Näringsdepartementet, projekt som energiindustrieföreningar har varit ansvariga för, samt energieffektiviserings- och andra energiprojekt i Energimyndighetens regi. Hösten 1998 fattade riksdagen beslut om den andra Östersjömiljarden, som ska användas för näringslivsutveckling i Östersjöregionen under en femårsperiod (1999-2003). I ett samarbete med Världsbanken, förberedelser för att förbättra värmeförsörjningen i Riga, bidrar SIDA med ca 40 miljoner kronor till investeringar som ska effektivisera värmeförsörjningen, öka tillgängligheten och förbättra servicen för närmare 80 procent av invånarna i Riga. Investeringsprogrammet planeras omfatta sammanlagt 140 miljoner USD, vilket är kostnaden för hela Världsbankens projekt. Ett annat exempel är förberedelser för förbättrad fjärrvärmeservice i Vilnius. Investeringar ska leda till effektivare utnyttjande av befintliga resurser och övergång till mindre miljöbelastande energislag

Bidragen till projekten i Riga och Vilnius avses, när det gäller investeringsdelen, finansieras med pengar från Östersjömiljard 1 enligt särskilda beslut av regeringen, d.v.s. regeringen disponerar pengarna men ger SIDA i uppdrag att genomföra projekt med finansiering från Östersjömiljarderna. För konsultkostnader och seminarier m.m. svarar således SIDA genom sitt ordinarie utvecklingssamarbete. Inom ramen för Östersjömiljard 1 finns också ett fjärrvärmeprojekt i Gattjina i Ryssland där SIDA ansvarar för 40 miljoner kronor. Med andra ord bidrar SIDA i så gott som samtliga energiprojekt med sina ordinarie östeuropamedel när det gäller att finansiera konsultinsatser för förstudier m.m.

Östersjömiljard 2 ska användas för att genomföra de stödåtgärder Östersjöberedningen rekommenderat för att möta näringslivets behov. Myndigheter och statsstödda organ får regeringens uppdrag att genomföra åtgärderna. Östersjömiljard 2 finansierar bland annat NUTEK:s program för näringslivsutveckling i Östersjöregionen. Programmet är inriktat mot sju temaområden varav miljöteknik och miljödriven tillväxt är ett. 14,5 miljoner kronor är avsatta av Östersjömiljard två för detta temaområde. Nyligen har det t.ex. beslutats om ett fjärrvärmeprojekt i Arkhangelsk om sammanlagt 27 miljoner kronor.

En del av SIDA:s utvecklingsarbete sker i samarbete med Världsbanken. Dessa projekt redovisas nedan i samband med Östersjömiljarderna. SIDA har tillsammans med Världsbanken och andra svenska parter medverkat till investeringar i fjärrvärmeförbättringar i de tre största städerna i Estland, Tallinn, Tartu och Pärnu, samt ombyggnad av mindre förbränningsanläggningar. Programmet omfattade 60 miljoner USD varav Sveriges stöd utgjorde en kredit på 10 miljoner USD samt stöd till konsultinsatser och institutionell utveckling. Dessa projekt ingick i Världsbankens ordinarie satsning i Östeuropa från 1991 till ca 1998.

*Tabell 6.3* visar kostnaderna för de olika programmen med energiinriktning med relevans för klimatfrågan som finansieras av Sverige. Observera att vissa siffror gäller för långa programperioder, andra för kortare perioder.

**Tabell 6.3 Energirelaterade program i Östersjöregionen**

| Program                         | Utgiftsområde        | Tidsperiod | Kostnad                                                                                                                  |
|---------------------------------|----------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AIJ-programmet                  | Näringsdepartementet | 1993-2000  | 270 Mkr                                                                                                                  |
| Världsbankens kolfond           | Näringsdepartementet | 2000 -     | 100 Mkr<br>(10 miljoner USD)                                                                                             |
| Världsbanken CDM-assist         | Näringsdepartementet |            | C:a 170 Mkr för energi<br>projekt (fjärrvärme)                                                                           |
| Östersjömiljard 1               | Utrikesdepartementet | 1996 -     |                                                                                                                          |
| Östersjömiljard 2               | Utrikesdepartementet | 1998 -     | C:a 47 Mkr hittills<br>Ca 26 Mkr av totalt ca<br>150 Mkr för<br>miljösamarbetet <sup>59</sup> totalt<br>(anslagspost 7b) |
| Utvecklingssamarbetet<br>(SIDA) | Utrikesdepartementet | 98-99      |                                                                                                                          |

## 6.4 Metodutveckling

Energimyndigheten har löpande stött metodutveckling, d.v.s. utveckling av hur olika typer av projekt under AIJ och JI ska kunna utvärderas med avseende på främst de miljömässiga konsekvenserna. Under hösten 1999 inledde Energimyndigheten ett samarbete med Det Norske Veritas (DNV) med inriktning på att utveckla metoder för uppföljning av klimatprojekt i Baltikum. Samarbetet med DNV fortsatte under 2000 med ett metodprojekt för att förenkla verifiering av likartade JI/CDM-projekt. Arbetet har resulterat i flera rapporter bland annat en större rapport om verifiering av små projekt.<sup>60</sup>

De rapporterade värdena till klimatkonventionens sekretariat har skett utifrån det regelverk som klimatkonventionen har beslutat för AIJ-projekt. Bedömningarna av projektens effektivitet baseras på status-quo-referensbana, d.v.s. med antagandet att ingen förändring av energianvändningen skulle ha skett om inte projekten genomförts. Värden som bygger på sektorspecifika dynamiska referensbanor har rapporterats parallellt för vissa projekt. DNV rapporten bekräftar att det svenska programmet uppfyller de krav som klimatkonventionen ställer på AIJ-projekt.

När JI kommer att bli operativt i klimatarbetet kan andra krav komma att ställas på projekten, bl.a. har frågor om referensbanor en central betydelse för värdering av olika projekt. DNV:s studie har lett till värdefull kunskap och frågan om referensbanor kräver fortsatt uppmärksamhet i det internationella klimatarbetet.

<sup>59</sup> Under perioden 1995/96-1998 avsattes c:a 395 miljoner kronor för miljöområdet inom ramen för utvecklingssamarbetet med Central- och Östeuropa.

<sup>60</sup> Multi-Project Verification of Swedish AIJ Projekt Methodology and Lessons Learned, ER 9:2001; Multi-Project Verification of Swedish AIJ Projects Verification Results and Documentation, ER 10:2001.



## 7. Beslutade men ej genomförda åtgärder och styrmedel

Enligt riktlinjerna från klimatkonventionen ska länderna noga skilja på åtgärder som är genomförda, de som är beslutade men som ännu inte har implementerats, samt sådana åtgärder som befinner sig på ett planeringsstadium. I detta avsnitt tas sådana åtgärder och styrmedel upp som den svenska riksdagen eller regeringen har fattat beslut om att genomföra, men där ännu inte nödvändig lagstiftning finns, eller där det saknas den detaljutformning som behövs för att genomföra styrmedlet.

### ***7.1 Gröna certifikat kombinerat med ett kvotsystem för att främja förnybar elproduktion.***

Som framgår av tidigare avsnitt har Sverige infört flera olika styrmedel för att främja produktion av elenergi från förnybara energikällor. Under tidens lopp har förutsättningarna för stöden ändrats i flera avseenden. Sverige har genomfört en omreglering av elmarknaden för att skapa ökad konkurrens mellan kraftföretag. Härigenom har också förutsättningarna för styrmedlen förändrats. Sedan genomförandet av elmarknadsreformen 1996 har elpriserna till slutkunder fallit (se vidare kap.9.2). De sjunkande priserna innebär lägre intäkter per kWh för elleverantörer och elproducenter. Som en följd av detta har i många fall behovet av ekonomiskt stöd för den småskaliga och ofta miljövänliga elproduktionen ökat trots genomförda kostnadsreduceringar. Elpriserna har dock vänt uppåt under 2001.

Tillkomsten av Kyotoprotokollet har inneburit en ökad fokusering på åtgärder för att stödja förnybara energislag och därigenom minska kraftproduktion baserat på fossila energikällor. Inom EU har nyligen ett nytt direktiv för de förnybara energikällornas tillträde till den inre marknaden för el antagits. Direktivets mål utgår från kommissionens vitbok om förnybara energikällor, där det slås fast att förnybara energikällor år 2010 bör ha en marknadsandel på 12 procent inom unionen som helhet, jämfört med ca 6 procent i dag.

Mot bakgrund av detta har riksdagen under år 2000 beslutat att inrätta ett nytt system för att främja förnybar elproduktion.<sup>61</sup> Det nya systemet ska träda i kraft den 1 januari 2003. Systemet ska bygga på handel med certifikat kombinerat med en skyldighet att inkludera en viss andel förnybar el som uppfyller vissa miljöegenskaper i elleveranser eller elinköp.

Certifikatshandel kombinerat med kvoter innebär ett stödsystem som finansieras inom marknaden, vilket ger en ökad långsiktighet i stödsystemet. Dessutom skapar modellen affärsmöjligheter för aktörerna och en marknadsdynamik som ger förutsättningar för kostnadseffektivitet och teknikutveckling utan att störningar i elmarknadens funktion uppstår. Detta är enligt regeringens mening viktiga mål för ett framtida stödsystem. Målen för stödsystemet ska vara att;

- främja nyetablering av elproduktion från förnybara energikällor med vissa miljöegenskaper
- stimulera teknikutveckling och kostnadseffektivitet,
- skapa rimliga villkor för befintliga anläggningar,
- undvika störningar i elmarknadens funktion,
- skapa stabila spelregler oberoende av statsfinansiella förhållanden och

---

<sup>61</sup> Se Näringsutskottets betänkande 2000/01:NU3

- möjliggöra en internationell harmonisering

En särskild utredare har i uppgift att utreda de tekniska frågeställningarna och föreslå behövliga ändringar i lagstiftningen (Dir 2000: 56).

## **7.2 Planeringsmål för vindkraftproduktion**

Regeringen har i 2000 års ekonomiska vårproposition (prop. 1999/2000:100) åtagit sig att återkomma till riksdagen med förslag om ett lämpligt planeringsmål för utbyggnad av vindkraften. Ett viktigt led i omställningen av energisystemet är att goda ekonomiska förutsättningar skapas för den förnybara elproduktionen. I detta sammanhang spelar vindkraften en nyckelroll och vindkraften kan också bidra till att uppfylla flera av de nationella miljö kvalitetsmål som riksdagen beslutade om år 1999<sup>62</sup>. En god handlingsberedskap för en fortsatt vindkraftsutbyggnad är därför av strategisk betydelse. Regeringens bedömning är att planeringsmål för vindkraften kan utgöra ett lämpligt verktyg för att främja en sådan utveckling.

Regeringen har uppdragit åt Statens energimyndighet att ta fram områden på land och till havs med särskilt goda förutsättningar för vindkraftverk, samt lämna förslag till planeringsmål för vindkraften. Regeringen har vidare beslutat tillsätta en arbetsgrupp med uppgift att genomföra en studie om de övergripande förutsättningarna för lokalisering av vindkraftverk till havs- och i fjällområden.

Energimyndigheten föreslår i sin rapport att planeringsmålet för utbyggnad av vindkraften fastställs till 10 TWh för en tidsperiod på 10 till 15 år. Ett planeringsmål för vindkraften definieras som en årlig produktionsvolym att sträva mot och att planera nödvändiga förutsättningar efter. Ett nationellt planeringsmål ska brytas ner på regional nivå för att bli operativt för länsstyrelserna och kommunernas planering för vindkraft. Det är av stor betydelse att vindkraftintresset systematiskt inarbetas i kommunernas översiktsplanering.

Utbyggnaden av landbaserade och kustnära vindkraftsanläggningar i lägen med bra vindenergiinnehåll ska utvecklas, företrädesvis längs landets kuster. För att uppnå en tillräckligt stor elproduktion från vindkraft måste etablering av större vindkraftparker ske till havs. Storskalig lokalisering av vindkraft till fjällområden och övriga delar av norra Sverige kommer med hänsyn till begränsningar i bl.a. överföringskapacitet att medföra kostsamma investeringar i elnätet.

## **7.3 Offentlig upphandling inom energiområdet**

Den totala offentliga upphandlingen i Sverige uppgår till cirka 300 miljarder kronor per år, varav cirka 100 miljarder kronor är varor och 200 miljarder kronor är tjänster och entreprenader. Delegationen för ekologiskt hållbar upphandling (M 1998: 01) har bl.a. i uppdrag att ta fram ett gemensamt internetbaserat verktyg för hela den offentliga sektorn som skall tjäna som modell för ekologiskt hållbara upphandlingar. Delegationen har bl.a. följande utgångspunkter;

- Verkyget skall vara ett hjälpmedel/en handledning för att ställa miljökrav vid offentlig upphandling. Nivån på miljökraven skall vara hög, samtidigt som verkyget utformas inom ramen för gällande rätt.
- De offentliga organisationerna bestämmer själva vilka miljökrav som skall ingå i verkyget men tillverkare, leverantörer och miljöorganisationer skall ges möjlighet att lämna synpunkter på relevanta och principiellt viktiga frågor avseende innehåll och förändringar i verkyget.

---

<sup>62</sup> Svenska Miljömål prop. 1998/99:145.

- Miljökraven i verktyget skall ha hög nivå och följa kunskapsutvecklingen inom miljöområdet. Delegationen föreslår därför att det bildas ett vetenskapligt råd för kvalitetssäkring av miljökraven i verktyget.

Ett kriterium vid upphandlingen är att ställa krav på energieffektivisering. En arbetsgrupp har värderat effekten av att införa sådana krav i den offentliga upphandlingen. Energimyndigheten har i arbetsgruppen utarbetat en form av riktlinjer vid upphandling av energikrävande utrustning, där aspekter såsom kvalitetskrav, arbetsmiljö, drift och ekonomi beaktas. Hittills finns upphandlingsinformationen för pumpar, fläktar, belysning, ventilation, kylkompressorer och tryckluft. Skrifterna ska fungera som verktyg för inköpare och baseras bl.a. på beräkningsformler för livscykelenergikostnader. Effekten av att ställa mer långgående krav på energieffektiviteten har beräknats innebära en reduktion av elenergibehovet på 2 TWh efter 10 år, vilket kan leda till en minskning av koldioxidutsläppen med 0,7-1,7 milj. ton årligen från år 2010.

## **7.4 Fortsatt skatteväxling**

I Skatteväxlingskommitténs betänkande (SOU 1997: 11) gjordes bedömningen att det finns utrymme för en ytterligare skatteväxling de kommande femton åren i samma storleksordning som den som utnyttjades under 1980- och 1990-talet. Debatten om skatteväxling har sedan dess varit livlig inom de politiska partierna och i intresseorganisationer. Våren 2000 beslutade riksdagen att totalt ungefär 30 miljarder kronor ska skatteväxlas under perioden 2000-2010.

För att genomföra strategin för en fortsatt skatteväxling behöver ett antal områden utredas ytterligare, bland annat nedsättningsregler för särskilt energiintensiva och internationellt konkurrensutsatta industrier och trafikbeskattningen. Två parallella utredningar arbetar med dessa frågor, nämligen Kommittén om utformning av nedsättningsregler för industrin (dir 2001:29) och Utredningen om översyn av vägtrafikbeskattningen (dir 2001:12). När det gäller trafikbeskattningen är målsättningen att öka trafikbeskattningens samlade miljöstyrning. Dessutom har regeringen beslutat att vissa avfallsskattefrågor ska utredas (Dir 2001: 13)<sup>63</sup>

---

<sup>63</sup> Enligt rådsresolution (90/C122/02) om avfallspolicy ska avfall i första hand undvikas, i andra hand återvinnas eller användas för energiutvinning och i sista hand deponeras. Idag deponeras avfall i stor omfattning vilket man vill styra bort från på sikt. År 2001 infördes en skatt på avfall på 250 kronor per ton avfall. Från år 2002 införs krav att allt brännbart avfall sorteras ut och förbud mot att deponera sådant avfall. Från 2005 ska dessutom förbud mot deponering av organiskt avfall införas. Det finns emellertid en risk att utvecklingen går mot en ökad förbränning av osorterat avfall i stället för sortering och återvinning. Eventuellt ska därför även förbränning av avfall beskattas



## 8. Planerade åtgärder

Enligt riktlinjerna från klimatkonventionen ska länderna ange vilka åtgärder eller styrmedel som planeras för att minska utsläppen av växthusgaser. Ett flertal utredningar har under senare år genomförts för att visa på möjligheter att begränsa utsläppen av växthusgaser. I detta avsnitt behandlas sådana som regeringen tagit ställning till i beslut eller i policyuttalanden. Däremot ingår inte sådana åtgärder som föreslagits av kommitté, myndighet eller organisation och som ännu inte har behandlats.

### 8.1 Långsiktiga avtal med industrin

#### Energieffektivisering inom industrin

Det senaste decenniet har det blivit allt mer förekommande, både i Sverige och internationellt, att företag eller branschorganisationer ingår någon form av "miljööverenskommelse" med staten som syftar till att begränsa miljöpåverkan från näringslivet. Avtalen är vanligtvis kombinerade med någon form av sanktion som träder i kraft om åtagandet inte uppfylls, t.ex. hot om lagstiftning inom området, höjda miljöskatter eller miljöavgifter. Det drivs för närvarande flera projekt inom olika myndigheter och verk som utreder möjligheten att använda miljööverenskommelser mellan stat och näringsliv som ett medel att minska miljöpåverkan från näringslivet.

Regeringen har beslutat att tillsätta en särskild förhandlingsman som har i uppdrag att förhandla fram och studera förutsättningarna för att använda långsiktiga avtal för att nå energieffektiviseringar i näringslivet. Ett nära samarbete med energiintensiv industri har nyligen inletts med målsättningen att skapa konkreta avtal.

Målet är att ett förslag till program för långsiktiga avtal mellan Staten och industrin om energieffektiviseringar har utarbetats och anmälts till EG-kommissionen före utgången av år 2001. Om det därefter bedöms lampligt skall förhandlaren inleda en förhandling om avtal med representanter för industrin. Förhandlaren bör eftersträva en nära kontakt med den berörda industrin vid utarbetande av underlaget. Syftet med dessa långsiktiga avtal är att stimulera industrin till att genomföra kostnadseffektiva åtgärder som leder till minskad energianvändning och minskade utsläpp av växthusgaser.

#### Dialog med näringslivet

Miljövårdsberedningen (Jo 1968:A) har i uppdrag att ta fram strategier för utvecklingen av ett ekologiskt hållbart näringsliv genom att inleda en dialog med delar av näringslivet. Miljövårdsberedningen har valt att inleda en dialog med ett antal företag inom två områden; Bygga/Bo och Framtida handel. Målsättningen är att företagen frivilligt ska påta sig att genomföra vissa utvecklingssteg, och vid behov även lämna förslag till hur regeringen kan underlätta dessa utvecklingssteg.

Resultatet av dialogen redovisades till regeringen i december 2000<sup>64</sup>. Dialogen innehåller en gemensam vision för en hållbar bygg- och fastighetssektor, mål för det fortsatta arbetet och en strategi för att nå målen och visionen. Visionen är ingen prognos för hur den framtida utvecklingen kommer att bli, utan dialoggruppens bild av en önskvärd framtid år 2025.

---

<sup>64</sup> Tänk nytt, tänk hållbart – att bygga och förvalta för framtiden, Miljövårdsberedningen 2000, <http://www.sou.gov.se/mvb/>

Prioriterade områden är energi- och resurseffektivisering samt inomhusmiljö och sunda materialval. De föreslagna målen innebär bl.a. att inga fossila bränslen används inom sektorn år 2025 och att energianvändningen minskar med minst 30 procent. Genom att analysera hinder och möjligheter för att driva utvecklingen i hållbar riktning har sju prioriterade åtgärdsområden identifierats. De sju åtgärdsområdena är:

1. Hållbar samhällsbyggnad
2. Användning av bästa möjliga teknik och utveckling av ny teknik
3. Upphandling med livscykelperspektiv och helhetssyn
4. Samordning av bygg- och förvaltningsprocessen
5. Klassning av lokaler och bostäder
6. Satsning på forskning och utveckling
7. Marknadsföring av miljölösningar

Fortsatt arbete sker i arbetsgrupper med i huvudsak ovannämnda inriktningar. Målsättningen är att i början av år 2002 nå fram till överenskommelser om konkreta åtgärder mellan staten och de företag som ingår i dialogen.

## **8.2 Handel med utsläppsrätter**

På uppdrag av regeringen har en särskild utredare studerat möjligheterna att införa ett system med handel med utsläppsrätter i Sverige (SOU 2000: 45). Utredaren har även analyserat frågor som ställs i en av EG-kommissionen utarbetad grönbok med förslag till ett EU-system för handel med utsläppsrätter för kraftvärmeproducerande företag samt för energiintensiv industri. Kommissionen arbetar för närvarande vidare med ett EU-baserat system. Sverige stödjer denna process. Regeringen har nyligen tillsatt en parlamentarisk kommitté för att utreda kvarvarande frågor om handel med utsläppsrätter och övriga s.k. flexibla mekanismer.<sup>65</sup>

## **8.3 Kyotoprotokollets projektbaserade mekanismer**

I det energipolitiska beslutet 1997 avsattes medel för klimatpolitiskt motiverade insatser i andra länder. De har hittills varit inriktade för projekt inom klimatkonventionens pilotprogram för gemensamt genomförande. De resterande medlen ska enligt regeringens bedömning avsättas för Kyotoprotokollets projektbaserade mekanismer.

Energimyndigheten ska bistå den förhandlingsman som regeringen har för avsikt att tillsätta för att upprätta avtal mellan Sverige och lämpliga länder för gemensamt genomförande. Strategiarbetet innebär att Energimyndigheten bl.a. ska redovisa en analys över vilka samarbetspartners det är lämpligt att skriva avtal med och vilken potential olika länder har för ett samarbete. Energimyndighetens fortsatta program går under beteckningen SICIP (*Swedish International Climate Investment Programme*).

Energimyndigheten ska i samarbete med Världsbanken och i samråd med Sida förbereda investeringsprojekt anpassat till mekanismen för ren utveckling (CDM) i Kyotoprotokollet. När det gäller samarbetet med Världsbanken så avses att i första hand identifiera ett möjligt CDM-projekt inom ramen för Världsbankens program "CDM assist" för Afrika, vilket även är inriktat på kapacitetsutvecklande insatser.

---

<sup>65</sup> N 2001:08 Utredningen om ett system och regelverk för Kyotoprotokollets flexibla mekanismer.

## **8.4 EnergideklARATIONER AV BOSTÄDER**

Idag är flera olika *energimärkningsprojekt* i startskedet. Energimyndigheten tar en aktiv roll i arbetet för att komma fram till ett gemensamt system. Energimyndigheten kommer att tillsammans med Boverket utreda och lägga fram ett förslag på energimärkning av bostäder. Under kommande år ska Energimyndigheten delta i det pågående SAVE-projektet om fönstermärkning. Idag saknas möjligheter för bl.a. byggherrar att med stor noggrannhet kunna förutsäga en byggnads energieffektivitet. Energimyndigheten kommer därför delta i projekt som syftar till att ta fram bättre och noggrannare beräkningsprogram genom t ex teknikupphandling.



## 9. Styrmedel som har en indirekt effekt på utsläppen av växthusgaser

### 9.1 Miljöbalken och Plan och bygglagen

#### Miljöbalken

De grundläggande reglerna i miljöbalken (SFS 1998:808) är tillämpliga på i princip all mänsklig aktivitet som kan skada miljön. Mest centrala är de allmänna hänsynsreglerna. Av dessa följer att verksamheter skall bedrivas och åtgärder utföras, så att skador på människors hälsa eller miljön undviks. Samtidigt ska en god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas. Om inget annat framgår gäller miljöbalkens regler för all verksamhet och alla åtgärder som påverkar miljön. Det har ingen betydelse om verksamheten eller åtgärden sker som ett led i näringsverksamhet eller om den utförs av en privatperson.

Miljöbalken gäller således såväl stora projekt som att bygga och driva vattenkraftverk eller motorvägar som små enstaka åtgärder som att tvätta en bil med rengöringsmedel eller kompostera hushållsavfall. Eftersom miljöbalkens syfte är att främja en hållbar utveckling har möjligheterna att ställa villkor vidgats väsentligt jämfört med reglerna i Miljöskyddslagen.

Miljöbalkens kan få en starkt styrande effekt både genom de samlade miljöbedömningar som balken möjliggör och genom den styrande effekt reglerna i sig kan förväntas få. I 2 kap. 3 § stadgas att var och en ska vidta de skyddsåtgärder som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att skada eller olägenhet uppkommer för människors hälsa eller miljön. Med skydd för människors hälsa eller miljön avses inte endast traditionellt miljö- och hälsoskydd utan allt som är av betydelse för balkens mål att främja en hållbar utveckling. Redan risken för sådana olägenheter är tillräckligt för att en skyldighet ska föreligga att vidta försiktighetsmått.

Exempel på skyddsåtgärder av betydelse för klimatpåverkan är användande av energieffektiva processer, val av energislag och val av färdmedel.

I den inledande delen av Miljöbalken finns allmänna hänsynstaganden beskrivna. Hänsynsreglerna skall följas av alla, oavsett om något ingripande sker från en myndighet. I reglerna ställs gemensamma krav på alla. Det saknar betydelse om åtgärden vidtas inom ramen för näringsverksamhet eller inte. Det har inte heller någon betydelse om verksamheten kräver tillstånd eller inte. Följande allmänna hänsynsregler har särskild betydelse för utsläppen av växthusgaser.

*Hushållningsprincipen* anger att möjligheterna till återanvändning och återvinning ska utnyttjas och att förnybara energikällor ska användas i första hand. Det primära syftet med regeln är att hushålla med råvaror och energi. *Produktvalsprincipen* innebär att den kemiska produkt eller biotekniska organism ska väljas, som medför minsta risk för påverkan på människors hälsa och miljön. *Bästa teknik principen* vid yrkesmässig verksamhet innebär att bästa möjliga teknik ska användas för att undvika skador. Tekniken skall från teknisk och ekonomisk synpunkt vara industriellt möjlig att använda inom branschen i fråga. *Skälighetsregeln* innebär att kraven på att vidta åtgärder, i de hänsynsregler som har redogjorts för ovan, gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning skall nyttan av försiktighetsmått jämföras med kostnaderna för sådana åtgärder. Avvägningen får inte medföra att en

miljökvalitetsnorm åsidosätts. Det är verksamhetsutövarens uppgift att visa att kostnaden för en åtgärd inte är miljömässigt motiverad eller att den är orimligt betungande.

Utöver de allmänna hänsynsreglerna finns kompletterande regler för vissa typer av verksamheter. Exempel på sådana av intresse för att begränsa klimatpåverkan är;

- täkter (torv t.ex.)
- jordbruk
- bränslens egenskaper
- hanteringen av kemiska produkter
- avfall

Föreskrifter som utfärdas med stöd av miljöbalken kan också användas för att främja klimatmålet. Vad gäller miljöfarlig verksamhet kan generella föreskrifter meddelas t ex för att minska klimatpåverkan från en hel sektor eller för att reglera en tvärsektoriell fråga. Hittills har dock denna möjlighet inte utnyttjats.

Prövningen av miljöfarlig verksamhet innebär liksom tidigare (enligt miljöskyddslagen 1968:387) att prövningsmyndigheten kan fastställa villkor i tillståndet för en viss verksamhet. Särskilda villkor inom klimatområdet är sällsynt förekommande, bl.a. mot bakgrund att det finns särskild lagstiftning att förebygga utsläpp av växthusgaser. Villkor som berör växthusgaser (utsläpp av metan, dikväveoxid och användning av fossila bränslen) finns för några enstaka flygplatser, förbränningsanläggningar, avfallsupplag och järn- stål o metallverk.

Någon utvärdering av effekterna av miljöbalken (eller miljöskyddslagen och naturvårdslagen) med avseende på utsläpp av växthusgaser har inte gjorts. Lagstiftningen medger att ställa upp villkor och föreskrifter som berör utsläpp av växthusgaser, men hittills har denna möjlighet endast i begränsad omfattning utnyttjats av prövningsmyndigheterna. Med tanke på de begränsade antal ärenden där särskilda villkor meddelats, görs bedömningen att miljöbalken hittills haft en begränsad effekt jämfört med andra styrmedel.

## **Plan och bygglagen**

Den fysiska planeringen innefattar lokalisering och utformning av trafikanläggningar och kommunernas översikts- och detaljplanering enligt plan- och bygglagen.

Den fysiska planeringen är en av de mest långsiktiga planeringsformer som tillämpas. Detta gör den särskilt intressant ur klimat- och energipolitisk synvinkel framför allt inom boende- och servicesektorn. Det finns vinster att göra i termer av energibesparing och minskade utsläpp från förbränning av fossila bränslen genom att planera samhället på ett energibesparande sätt. Hur man bygger lokaler och var dessa placeras i förhållande till bland annat infrastruktur är centralt för den framtida klimatpolitiken.

Tendensen i svenska tätorter sedan 1960-talet är en utökad utglesning av tätorterna. Det finns exempel på orter som trots minskad befolkning utökat sin areal. I flera fall finns starka samband mellan den kommunala förvaltningen, intresseorganisationer och företag som drivit på denna utveckling.

Det saknas uttömmande forskning om sambanden mellan energieffektivitet och stadsstruktur. Energianvändningen för transporter och utsläpp av avgaser från trafiken i glesa städer är emellertid flera gånger högre än i tätare, städer med jämförlig befolkningsstorlek<sup>66</sup>. Detta visar på

---

<sup>66</sup> Boverkets rapport om miljömålen, miljökvalitetsmål 11 God bebyggd miljö, 1999.

en väsentlig negativ miljöeffekt av en alltför utglesad stadsstruktur. Tendensen mot en mer markutbredd struktur hos tätorterna och en separering av bostaden, arbetet och affärerna har ökat biltrafiken. Detta har i sin tur ökat energiförbrukningen och utsläppen. En gles struktur påverkar också möjligheterna att bedriva kollektivtrafik. Utspridningen av handel till trafikorienterade lägen leder till att hushåll utan egen bil har svårt att klara sin dagliga varuförsörjning. I en gles struktur blir det även svårt att motivera en utbyggnad av fjärrvärme, vilket kan ha betydelse för en minskad miljöpåverkan från energianvändning, särskilt i äldre bebyggelse.

**Miljökvalitetsmålet En god bebyggd miljö.**

Städer, tätorter och annan bebyggd miljö skall utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden skall tas tillvara och utvecklas. Byggnader och anläggningar skall lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.

Betydelsen av omriktning av kommunernas fysiska planering har på senare tid uppmärksamrats alltmer. I arbetet med miljömål har riksdagen antaget ett särskilt miljökvalitetsmål för en God bebyggd miljö. Vidare ska användningen av energi, vatten och andra naturresurser ske på ett effektivt, resursbesparande och miljöanpassat sätt och främst förnybara energikällor används. Miljökvalitetsmålen ska regelbundet följas upp och regeringen har nyligen i propositionen Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier (prop. 2000/01:130) föreslagit delmål för alla miljökvalitetsmål inklusive God bebyggd miljö.

Boverket har tillsammans med Naturvårdsverket bedrivit projektet Samhällsplanering med miljömål i Sverige. Projektet ska vara ett stöd till kommunernas planeringsprocess med inriktning på miljöfrågorna.

## **9.2 Elmarknadsreformen**

Elmarknadsreformen genomfördes år 1996 i Sverige. År 1995 förändrades ellagstiftningen i Finland, medan Norge hade öppnat elmarknaden för konkurrens redan år 1991. Sedan år 1996 har Finland, Norge och Sverige därmed en gemensam elmarknad. Under år 2000 har även Danmark anslutit sig till den handeln på den nordiska elbörsen och år 2003 öppnas marknaden för de danska hushållskunderna.

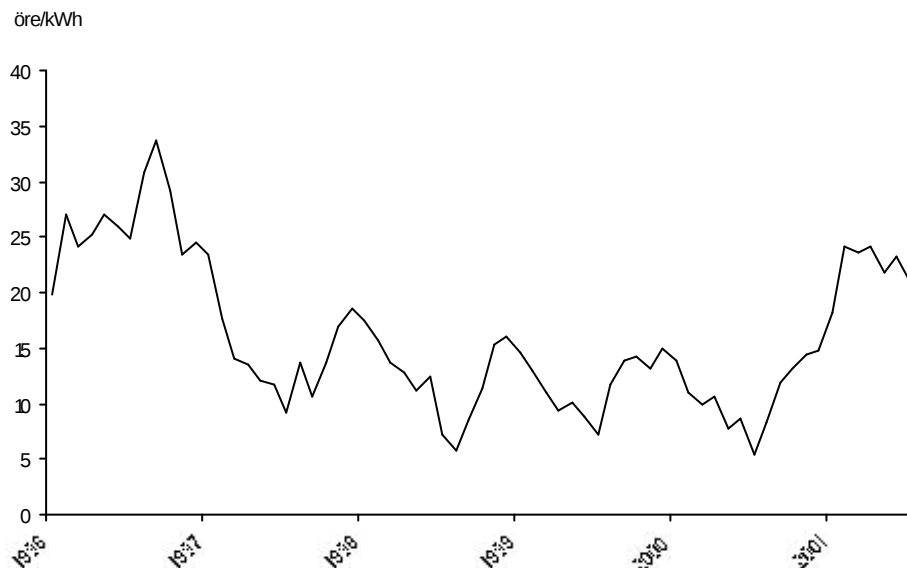
Elmarknadsreformen genomfördes av ekonomiska skäl. Genom ekonomiska incitament skulle konkurrensen öka och resurserna utnyttjas bättre. Detta skulle ge ekonomisk vinst både för samhället i stort och för de enskilda konsumenterna i form av lägre elpriser. Hur har då utvecklingen varit?

Innan reformen hade samtliga nordiska länder som mål att vara självförsörjande på el, även om handel med el förekom genom bilaterala avtal mellan de stora elproducenterna. I samband med reformen blev självförsörjningsmålet inte lika styrande. I dag är el en energiråvara som kan handlas och levereras över nationsgränserna. Genom tillgång till en gemensam handelsplats, Nordpool, har prissättningen blivit effektivare. Gränstarifferna mellan länderna har tagits bort mellan Norge, Sverige och Finland, vilket också bidragit till att göra handeln effektivare. Totalt sett har handelsströmmarna ökat i Norden.

Inom kraftindustrin pågår en omfattande omstrukturering. Kraftföretagen utvecklas mot allt större och mer integrerade energiföretag med verksamheter i flera länder. Svenska företag söker nya marknader och ökar ägandet i grannländerna. Samtidigt ökar utländska företag ägandet i Sverige.

En tydlig trend sedan 1996 är att elpriserna på den nordiska spotmarknaden har sjunkit kraftigt ända fram till slutet av år 2000, se figur 9.2. En förklaring till de sjunkande priserna är den ökade konkurrensen på den gemensamma elmarknaden, men den avgörande faktorn är god tillgång på billig vattenkraft åren 1997-2000. Under början av år 2001 har dock priserna stigit kraftigt på grund av liten nederbörd främst i Norge. De stigande priserna under 1996 orsakades också av ovanligt liten nederbörd i Norden.

**Figur 9.1 Spotpriset på Nordpool 1996-2001, öre per kWh**



Priset på elenergi för slutkonsumenterna, exklusive avgifter och skatter, har också sjunkit mellan åren 1996 och 2000. Under samma period har dock elskatten ökat vilket lett till att det totala elpriset har ökat för många elkunder. Detta gäller dock inte industrin, som är undantagen från elskatten och därmed fått lägre elpriser. Fr.o.m. år 2001 har dock priserna börjat vända uppåt igen, som en följd av utvecklingen på spotmarknaden.

De sjunkande elprisernas påverkan på industrins investeringsbeslut är ännu svårt att utläsa. Klart är att potentialen för lönsamma energieffektiviseringsåtgärder har minskat. Vi kan se att elanvändningen har ökat kraftigt i industrin under de senaste åren, men det torde dock i första hand vara en effekt av produktionsökningen inom den svenska industrin. En annan viktig faktor är de höga oljepriserna, som lett till att företagen ersätter olja med el där det är möjligt. I bostadssektorn har de låga elpriserna och de höga oljepriserna lett till en övergång från olja till el för uppvärmning, vilket strider mot det energipolitiska målet att minska elvärmen i Sverige.

De låga elpriserna på marknaden har också påverkat Sveriges handel med el. Under 2000 har Sverige övergått från att vara nettoexportör till nettoimportör, trots riklig tillgång på vatten och hög tillgänglighet i kärnkraftsblocken. Detta beror på att kraftföretagen har börjat anpassa elproduktionen efter elpriset. Priset på el på Nordpool har under våren 2000 legat så lågt att det har understigit produktionskostnaderna för de flesta produktionsslag. Flera av kärnkraftverken nedreglerades under året och istället importerade Sverige el i huvudsak från Norge.

En annan effekt av låga elpriser och ökad konkurrens är att den installerade kapaciteten i Sverige har minskat. I samband med reformen försvann de avtalsreglerade krav som tidigare fanns på de stora elproducenterna att hålla produktionskapacitet i reserv. Det innebar att kostnaderna för att

hålla gasturbiner och oljekondensanläggningar inte kunde försvaras på en konkurrensutsatt marknad. Tillgången på billig el från kolkondenskraftverk i Danmark och Finland har konkurrerat ut de svenska oljekondenskraftverken och medfört att huvuddelen av dessa har tagits ur bruk. Oljekondenskraftverken utnyttjades dock endast i liten omfattning tidigare, framförallt under torrår, vilket innebär att påverkan på de totala koldioxidutsläppen är begränsad.

När det gäller investeringar i kapitalintensiva tekniker såsom kraftvärme och förnybar energi bedöms reformen ha medfört att företagens investeringsvilja minskat i det korta perspektivet. Detta eftersom kraftföretagen inte längre kan ta ut de högre produktionskostnaderna för dessa kraftslag i höjda elpriser så som var möjligt tidigare. På lång sikt, när det finns behov av ny kraft, väntas elpriserna stiga till den långsiktiga marginalkostnaden för ny produktionskapacitet. För att få till stånd investeringar i förnybar energi och kraftvärme finns behov av nya typer av styrmedel som är anpassade till en reformerad elmarknad. För närvarande utformas t ex ett system för handel med certifikat för el från förnybara källor för att skapa en marknad för förnybar energi i Sverige. Andra möjliga styrmedel är koldioxidskatt och utsläppshandel. Koldioxidskatt finns i samtliga nordiska länder, men i Finland och Sverige och Danmark är elproduktionen befriad från koldioxidskatt. I Danmark påbörjades handel med utsläppsrättigheter i januari 2001 som omfattar alla landets elproducenter. För att få en väl fungerande öppen elmarknad är det dock viktigt att förutsättningar och regler harmoniseras.

Sammantaget bedöms reformens påverkan på miljön vara negativ på kort sikt. Utsläppen av koldioxid i Sverige har troligen inte påverkats nämnvärt. Men de låga elpriserna har minskat potentialen för energieffektiviseringar och försämrat investeringsviljan i förnybar energi och kraftvärme. Reformen bedöms också ha lett till att utbyggnaden av gaskraftverk i Norge har skjutits upp, och i stället har Norge ökat importen från Danmark och Finland. En utvärdering av elmarknadsreformen i Norden har uppskattat att utsläppen av koldioxid ökat med 8 miljoner ton i Norden, vilket motsvarar omkring 20 procent av kraftsektorns utsläpp i Norden<sup>67</sup>. Bedömningen utgår från en jämförelse mellan dagens utveckling och en simulerad utveckling om avregleringen inte genomförts i Norden. På lång sikt bedöms dock miljöpåverkan av elmarknadsreformen inte vara negativ. På en öppen elmarknad förväntas elpriset på sikt stiga till den långsiktiga marginalkostnaden, vilket väntas innebära högre elpriser än vid en reglerad elmarknad och leda till lägre produktion och användning. Samtidigt väntas kolet fasas ut och ersättas med gas i elproduktionen. Dessutom utnyttjas resurserna bättre på en öppen elmarknad.

### **9.3 Lagen om kärnkraftens avveckling**

Riksdagen beslöt, som en del av sitt energipolitiska beslut, år 1997 att de två kärnkraftsreaktorerna i Barsebäck ska ställas av. Riksdagen antog senare en ny lag om kärnkraftens avveckling<sup>68</sup>. Lagen innebär att regeringen får fatta beslut om avveckling med utgångspunkten att varje kärnkraftsreaktor skall tas ur drift vid den tidpunkt som bäst gagnar syftet med att ställa om energisystemet till en hållbar energiförsörjning, byggd på förnybara energislag. Hänsyn ska också tas till reaktorns geografiska läge. För varje reaktor ska andra förhållanden såsom ålder, konstruktion och betydelse för energisystemet vägas in i beslutet.

Den första reaktorn stängdes i november 1999.

Enligt riksdagens energipolitiska beslut från 1997, och som har bekräftats senast våren 2001, är ett villkor för stängningen av den andra reaktorn i Barsebäck, att bortfallet av elproduktion kan

---

<sup>67</sup> Working paper 3/99 The Nordic electricity reform: Economic and environmental consequences, ECON och en artikel i Nordisk Kraft /2001.

<sup>68</sup> SFS 1997:1320.

kompenseras genom tillförsel av ny elproduktion och minskad användning av el. Vidare får en stängning inte medföra negativa effekter i fråga om elpriset, tillgången på el för industrin, effektbalansen eller miljön och klimatet. Det är riksdagen som prövar om nämnda villkor är tillgodosedda inför ett beslut att stänga den andra reaktorn i Barsebäcksverket.<sup>69</sup> Regeringen bedömer att villkoren kan vara uppfyllda senast före utgången av år 2003.<sup>70</sup>

Stängning av båda kraftverken i Barsebäck leder i sig till ett produktionsbortfall på ca 8 TWh elenergi, hälften fr.o.m. november 1999 och resten vid stängningen av Barsebäck II. Effekten av bortfallet av elproduktion beror på efterfrågan på elenergi, utbyggnaden av förnybara kraftslag, åtgärder för att minska elanvändningen samt möjlighet till import av elenergi. De modellberäkningar över effekten av att stänga den andra reaktorn som gjorts visar att produktionsbortfallet från den andra reaktorn i Barsebäck täcks med en ökad import och en utbyggnad av förnybara energislag<sup>71</sup>. Utbyggnaden av el från förnybara energislag påverkas av det stöd som antas lämnas till småskalig vattenkraft, effektivisering i befintliga vattenkraftverk, vindkraftverk och biobränslebaserade kraftvärmeverk. Under dessa förutsättningar ökar endast utsläppen i Sverige med ca 100 kton.

Det är svårt att beräkna utsläppen från ökad import av elenergi. Utbytet av kraft varierar betydligt under året och det finns också en betydande mellanårsvariation, beroende på tillgången till vattenkraft i det nordiska elsystemet. I övriga delar av denna rapport har vi utgått från att förändringar i Sveriges elanvändning påverkas av utsläppen från det kraftslag som utnyttjas på marginalen. I nuläget antas att det är kolkondensverk som ligger på marginalen i det nordeuropeiska elsystemet, men i framtiden bedöms det bli naturgaskombi. Under dessa förutsättningar blir utsläppsökningarna utanför Sveriges gränser ca 700—1600 kton. Används istället ett genomsnittsvärde i det nordeuropeiska elsystemet blir utsläppsökningen ca 800 kton.

### **9.3 Vissa beskattningsfrågor mm**

#### **Fastighetsskatten**

Sverige har ett system för beskattning av fastigheter som utgår från en beräkning av egendomens marknadsvärde. Husägaren ska i en deklaration uppge bostadens standard i flera avseenden. På basis av deklarationen och det allmänna prisutvecklingen av bostäder fastställs ett taxeringsvärde. Fastighetsskatten tas ut med viss procent av taxeringsvärdet varje år. I det nuvarande systemet för fastighetsbeskattning påverkas beskattningen av småhus av den värdehöjning en miljörelaterad investering kan ge upphov till. Förekomst av värmepumpar och isolerglas påverkar taxeringsvärdet och därmed beskattningen. I takt med prisökningar på fastighetsmarkanden har under 1990-talet fastighetsskatten ökat. Det har också inneburit att värdehöjande miljöinvesteringar får ett större genomslag på taxeringsvärdet än tidigare. Det påverkar incitamentet för fastighetsägaren att investera i ny energisnål teknik. Det finns exempel på att husägare väljer att inte investera i ny energieffektiv teknik i byggnader på grund av fastighetsbeskattningens utformning.

Kommittén för översyn av reglerna om fastighetsskatt (SOU 2000:34) har föreslagit ändringar i dagens system. En ökning av en fastighets taxeringsvärde som sammanhänger med vissa typer av miljöinvesteringar ska inte tillåtas påverka underlaget för fastighetsskatten, under de tio första åren efter det att investeringarna gjorts. Förslaget bereds för närvarande i regeringskansliet.

<sup>69</sup> Näringsutskottets betänkande NU 2000/01:NU3.

<sup>70</sup> Regeringens skrivelse Den fortsatta omställningen av energisystemet m.m. Skr 2001:15.

<sup>71</sup> Energimyndighetens rapport ER 8:2001 Scenarier för eltillförseln med och utan Barsebäck 2.

## **Energibeskattningen**

Energiskatten är differentierad dels beroende på bränsle, dels beroende på vem som betalar skatten. Beskattningssystemet är inte idealt uppbyggt vare sig från miljösynpunkt eller från fiskal synpunkt. Reglerna för beskattning är olika mellan å ena sidan el- och värmeproduktion och å andra sidan mellan tillverkningsindustrin, fjärrvärme och hushållssektorn. Resultatet blir en tendens att flytta bränslen mellan sektorer eller användningsområden i stället för att fullt ut utnyttja potentialen för en rationell energianvändning eller för teknikutveckling. Att tillverkningsindustrin, växthusnäringen och jordbruket betalar lägre energi- och koldioxidskatt får ses mot bakgrund av önskemålet att den energiintensiva svenska industrin inte ska få känna av ökad konkurrens från företag utomlands som inte betalar lika höga energiskatter. Å andra sidan innebär detta att miljökostnaden inte fullt ut har internaliserats i priset för energin.

Sverige verkar för att en internationell beskattning av koldioxidutsläpp ska genomföras. En parlamentarisk sammansatt kommitté ska bl.a. föreslå ett nytt nedsättningssystem för industrin, bl.a. mot bakgrund av en fortsatt skatteväxling och EG-kommissionens statsstödsregler.

### **9.4 CFC/HFC kontra energibesparing i kylanläggningar**

Arbetsmediet (köldmediet) i en värmepump eller kylanläggning har under de senaste decennierna till en mycket dominerande del utgjorts av halogenerade kolväten, vanligtvis benämnda CFC, HCFC och HFC beroende på deras sammansättning. CFC- och HCFC-föreningar har en negativ inverkan på stratosfärens ozonskikt och är därför starkt reglerade i nationella förordningar och internationella överenskommelser, med krav på avveckling. Sverige har t ex förbjudit nya anläggningar med CFC från och med 1 januari, 1995 och med HCFC från och med 1 januari, 1998. Påfyllning av CFC i befintliga anläggningar förbjöds 1 januari, 1998 och ett användningsförbud trädde i kraft 1 januari, 2000. För anläggningar med HCFC införs ett påfyllningsförbud från 1 januari, 2002. Något datum för användningsförbud finns ännu ej beslutat. Vissa undantag från dessa regler finns.

HFC-föreningar saknar kloratom och därmed också den påverkan på ozonskiktet som CFC och HCFC har. HFC har fått ersätta CFC och HCFC som köldmedium i de flesta anläggningar, både befintliga och nya. HFC-föreningar (liksom CFC och HCFC) har dock en betydande växthuseffekt och är därför föremål för reglering, bl.a. genom krav på aktsamhet vid tillverkning, service, risk för läckage, skrotning etc.

Alternativ till HFC-föreningar kan vara ämnen som, kolväten, koldioxid, ammoniak m fl. Dessa medier har dock vanligtvis andra negativa effekter, som brännbarhet, lokal giftighet eller höga systemtryck. Nya anläggningar kan i konstruktionsstadiet anpassas för nya typer av köldmedier. Konvertering av befintliga anläggningar leder dock vanligtvis till större problem och vanligtvis låter det sig göras från CFC eller HCFC till HFC.

Byte av köldmedium kan också leda till att systemet blir mindre energieffektivt. Detta gäller i synnerhet befintliga anläggningar där en konvertering vanligtvis leder både till en lägre kyl- eller värmeeffekt och lägre effektivitet (köld- eller värmefaktor). Ett byte av köldmedium kan således leda till att en större andel primärenergi måste tillföras för att bibehålla samma prestanda. Avvägningen mellan att reducera den direkta växthuspåverkan genom att byta köldmedium och den högre användningen av primärenergi är inte självklar. Till detta tillkommer även en ekonomisk bedömning.

Ett mer korrekt sätt att bedöma köldmediers växthuseffekt torde vara att bedöma anläggningens totala utsläpp av växthusgaser under sin livstid. För detta har en beräkningsgrund framtagits, TEWI (Total Equivalent Warming Impact). Ett TEWI-värde fås genom att addera den direkta

växthuspåverkan genom t ex läckage av köldmedium och den indirekta påverkan genom total energianvändning under anläggningens livstid. Problemet med TEWI är dock att värdet är starkt beroende av hur man ansätter årlig läckagemängd, elproduktionsmix, livslängd etc. Vikten av att försöka bedöma den totala påverkan är dock uppenbar då köldmediets direkta påverkan vanligtvis understiger en tiondel av den totala påverkan.

Forsknings- och utvecklingsinsatser som syftar till att erhålla energieffektiva och täta system med liten köldmediefyllning gynnar både system med naturliga köldmedier som system med antropogena HFC-köldmedier.

## **9.5 Miljöskadliga subventioner**

### **Bidrag till bostadsbyggande**

År 1993 betalades 35 miljarder kronor ut i stöd till fastighetsverksamhet. Bidraget ges i form av räntebidrag och baseras på ett en schabloniserad byggkostnad med utgångspunkt för fastighetens totala bruksarea (SFS 1992:986). För lägenheter över 120 m<sup>2</sup> ges inget bidrag. Räntebidraget har mellan 1993 och 1998 minskat kraftigt. Numera har stöd till egna hem upphört.

Bidraget kan leda till större och mer material- och energikrävande bostäder än vad som annars varit fallet. Det finns i dag inga energi- eller miljökrav som måste vara uppfyllda för att byggprojekt ska vara berättigade till statligt stöd.

### **Transportstödet**

Transportbidraget ges till företag i ett antal branscher i det s.k. "stödområdet" för de transporter dessa företag har av hel- eller halvfabrikat. Riksrevisionsverket konstaterar i en utredning från 1998 att tidigare analyser av bidragets effekter visar att det råder delade meningar om bidraget har haft några positiva effekter<sup>72</sup>. Allmänt kan man säga att subvention av transporter är en drivkraft för att öka transporterna. Översynen och en eventuell påföljande omarbetning av stödet skulle kunna bidra till effektivare transporter av gods samt att en högre andel gods går på järnväg eller båt

---

<sup>72</sup> RRV, Subventioners inverkan på en ekologisk hållbar utveckling, RRV dnr 20-97-1637.

## 10. Scenarier över energisektorns utsläpp av koldioxid

### 10.1 Inledning

Energiesektorns<sup>73</sup> utsläpp av koldioxid står för ungefär 80 procent av Sveriges sammanlagda utsläpp av växthusgaser. Utsläppen har minskat med ungefär 40 procent från 1970 och fram till i dag, främst beroende på en övergång från olja till el och andra energibärare. Under 1990-talet har utsläppen ökat med knappt 1 procent.

Utvecklingen av de framtida utsläppen beror på flera faktorer, hur stor den ekonomiska tillväxten blir, hur bränslepriserna utvecklas, i vilken takt och på vilket sätt tekniken utvecklas samt hur det politiska ramverket utformas. För Sverige kommer utvecklingen på elmarknaden att vara betydelsefull. Beroende på i vilken takt kärnkraften ställs av och hur den ersätts kommer utsläppen att påverkas.

I den tredje rapporteringen till Klimatkonventionen redovisas scenarier över utsläppen på relativt lång sikt, närmare 20 år. Bedömningen av den framtida utvecklingen av utsläppen av koldioxid från energisektorn är ett s.k. "business as usual"-scenario. Detta innebär framför allt att analysen utgår från dagens energi- och miljöpolitiska ramar samt att antagandena i övrigt, exempelvis effektiviseringsantaganden, antas ligga i linje med den historiska utvecklingen. För bedömningar över teknikutveckling och eventuella teknikgenombrott är utgångspunkten den kunskap som finns i dag över i vilken takt olika tekniker kan komma utvecklas. Då inkluderas bl.a. kostnadsbedömningar samt eventuella marknadsbarriärer.

På grund av osäkerhet om i vilken takt kärnkraften kommer att ställas av visas två olika alternativ för perioden 2010–2020. I det ena fallet avvecklas kärnkraften efter 40 års drift och i det andra drivs kärnkraften vidare så länge den är lönsam. Det görs alltså en bedömning över de reinvesteringarkostnader som krävs för en fortsatt drift. Detta påverkar både elproduktionssystemets sammansättning och elprisets nivå.

Utöver basscenariot görs en analys över hur de insatta ekonomiska styrmedlen från 1990 och fram till i dag har påverkat utvecklingen av utsläppen.

I scenarioarbetet har beräkningar med MARKAL-modellen utgjort ett viktigt underlag.

Scenarierna som presenteras i denna studie bygger på många olika antaganden som var för sig omgärdas med osäkerhet. Flera förenklingar har behövt göras. Resultaten ska därför tolkas med försiktighet.

---

<sup>73</sup> I energisektorn inkluderas utsläpp från förbränning i kraft- och fjärrvärmeverk samt industrin, förbränning för uppvärmning i hushåll samt transporter.

## 10.2 Förutsättningar

Den framtida energianvändningen är i hög grad beroende av den allmänna ekonomiska utvecklingen. Hittills har en ökad ekonomisk aktivitet lett till att energibehovet ökat. Om detta kommer att gälla även i framtiden beror främst på hur väl strävandena att effektivisera energianvändningen lyckas och vilka strukturförändringar som uppstår i ekonomin när den utvecklas. Användningen påverkas även av hur priset på energi utvecklas. Ett högt pris på energi ger vanligtvis lägre användning. Prisrelationerna mellan olika energibärare påverkar sammansättningen av användningen.

Energimarknadens ramar styrs i stor utsträckning av politiska beslut. Dessa påverkar utvecklingen av energianvändningen och energiproduktionen i framtiden. I scenarierna utgår vi från de beslut som är fattade av regering och riksdag inom ramen för den nuvarande energi- och miljöpolitiken.

### Det politiska ramverket

I Sverige pågår för närvarande en politisk process som förväntas leda fram till en samlad svensk strategi och ett åtgärdsprogram för att begränsa och reducera utsläppen av koldioxid och övriga växthusgaser. En parlamentarisk kommitté har lämnat ett förslag till strategi och regeringen väntas lägga fram en proposition under hösten 2001. I scenarierna har vi inte inkluderat eventuella politiska åtgärdsprogram som kan komma i samband med en ny klimatstrategi.

De senaste riktlinjerna för energipolitiken beslutades 1997. I samband med detta beslut inrättades ett program för ett ekologiskt och ekonomiskt uthålligt energisystem. Programmet har två delar; ett kortsiktigt som syftar till att ersätta bortfallet av elproduktion från Barsebäcks två reaktorer genom att minska användningen av el för uppvärmning, utnyttja det befintliga elsystemet effektivare samt öka tillförseln av el och värme från förnybara energikällor. Den andra delen av programmet är långsiktigt och innehåller fortsatt forskning och teknikutveckling.

Det energipolitiska programmet innehåller bl.a. åtgärder för att under en femårsperiod stimulera användningen av förnybara energislag. Stöden omfattar investeringsbidrag till biobränslebaserad kraftvärme, vindkraft och småskalig vattenkraft. Dessutom ges driftstöd till vindkraft och småskalig vattenkraft samt en skattesubvention till vindkraften. Samtliga dessa stöd är tidsbegränsade t.o.m. år 2002. Fr.o.m. 2003 ska ett system för handel med certifikat för el från förnybara energikällor ersätta de nuvarande stöden. I scenarierna inkluderas ett stöd till elproduktion från förnybara energikällor på 15 öre/kWh. Detta anses kunna utgöra en god approximation för det framtida stödsystemet.

Enligt det gällande energipolitiska beslutet ses inte längre 2010 som sista avvecklingsår för den svenska kärnkraften utan den ska avvecklas på ett ekonomiskt och miljömässigt hållbart sätt. I december 1997 antogs en lag om kärnkraftens avveckling. Enligt denna lag får regeringen beträffande varje reaktor besluta att rätten att driva den ska upphöra vid en viss tidpunkt. Den 30 november 1999 upphörde drifttillståndet för Barsebäcks första reaktor. Den stängda reaktorns effekt uppgick till 600 MW. Avvecklingen av den svenska kärnkraften kommer att fortgå under förutsättning att bortfallet av produktion kan kompenseras genom tillförsel av ny elproduktion och minskad användning av el. Regeringen bedömer att stängningen av Barsebäcks andra reaktor kan genomföras senast före utgången av 2003<sup>74</sup>. I scenarierna har därför Barsebäcks andra reaktor tagits bort före år 2005.

---

<sup>74</sup> Regeringens skrivelse, 2000/01:15.

Med rådande politiska ställningstaganden och ett tidsperspektiv på 20 år uppstår en osäkerhet för storleken på den svenska kärnkraftsproduktionen. När kommer villkoren för en stängning av kärnkraftreaktorerna att vara uppfyllda, dvs. i vilken takt kommer kärnkraften att ställas av?

För perioden 2010–2020 presenteras därför två olika utvecklingsvägar för det svenska energisystemet. I det ena alternativet drivs kärnkraftverken vidare tills dess att reaktorerna uppnår 40 års livslängd. Detta har varit en utgångspunkt för de bedömningar som har utarbetats de senaste 10 åren. I samband med elmarknadens reform har förutsättningarna för driften förändrats. Det innebär att driften av kärnkraftsreaktorerna kan komma att fortsätta efter 40 år under förutsättning att lönsamhet kan upprätthållas. För att åskådliggöra detta redovisas ett andra alternativ där det görs en bedömning över de reinvesteringskostnader som krävs för en fortsatt drift. Kärnkraften drivs i detta fall vidare så länge den är ett lönsamt alternativ. I de olika scenarierna för perioden 2010–2020 har beräkningar med MARKAL-modellen använts som underlag<sup>75</sup>.

### **Övriga utgångspunkter**

Den gemensamma europeiska elmarknaden antas vara fullt genomförd. Dagens energi- och miljöpolitik gäller i de nordiska länderna samt dagens skatter, avgifter och övriga regler. Överföringsförbindelserna för el från Sverige till utlandet år 2020 omfattar det som är byggt i dag. Överföringskapaciteten är alltså oförändrad<sup>76</sup>. På befintliga överföringsförbindelser antas den möjliga nettoimporten under ett normalår minska under perioden. I dag finns en stor produktionskapacitet på den nordeuropeiska elmarknaden, exempelvis i Danmark och Tyskland. Sedan ländernas elmarknader reformerats har emellertid kraftföretagen börjat reducera denna kapacitet. Även i Sverige har kraftföretagen reducerat produktionskapaciteten. Med ett tidsperspektiv på närmare 20 år är det rimligt att anta att den nordeuropeiska elmarknaden är i balans, dvs. att produktionskapaciteten har anpassats till efterfrågan.

I övrigt saknas tillräckligt underlag med avseende på kostnader och tidsmässig introduktion av eventuella genombrottstekniker eller genomgripande systemförändringar. Därför har dessa inte omfattats i beräkningarna. Eftersom tidsperspektivet är 20 år kompletteras scenarioräkningarna med en beskrivning av kunskapsläget för ett antal tänkbara tekniker som kan komma att närma sig en marknadsintroduktion. Det gäller t ex olika tekniker för småskalig el- och värmeproduktion samt alternativa drivmedel inom transportsektorn. Avslutningsvis beskrivs möjligheten att avskilja och lagra koldioxid.

Övriga åtgärder som påverkar scenarioräkningarna beskrivs under respektive sektor.

### **Den ekonomiska utvecklingen**

I följande tabeller redovisas prognoser för BNP, industrins produktion, privat konsumtion, offentlig konsumtion samt exporten. Bedömningarna över de framtida utvecklingstakterna visas också i relation till den historiska utvecklingen.

---

<sup>75</sup> Metodbeskrivning finns i bilaga 4. Separat beskrivning av MARKAL-beräkningarna finns i underlagsrapporten STEM ER 15:2001.

<sup>76</sup> Sammanlagt finns cirka 7500 MW överföringskapacitet till Sverige.

**Tabell 10.1 Prognoser för den ekonomiska utvecklingen, årlig procentuell förändring**

|                       | 1997–2010 | 2010–2020 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Bruttonationalprodukt | 1,9       | 1,1       |
| Industriproduktion    | 2,3       | 2,1       |
| Privat konsumtion     | 2,4       | 1,9       |
| Offentlig konsumtion  | 1,2       | 0,8       |
| Export                | 3,5       | 2,9       |

Källa: Konjunkturinstitutet

För prognosperioden 1997–2010 antas att ekonomin, i termer av *BNP*, växer med i genomsnitt 1,9 procent per år. Denna tillväxttakt är i nivå med tillväxten i Sverige under 1970- och 1980-talen. För perioden 2010–2020 antas ekonomin växa i en lägre takt, i genomsnitt 1,1 procent per år. Utvecklingen antas därmed vara betydligt lägre än den historiska *BNP*-tillväxten. Orsaken är framför allt antaganden kring befolkningstillväxten. Antalet invånare i förvärvsaktiv ålder börjar minska från år 2008. Antalet sysselsatta minskar följaktligen och medelarbetstiden dras ned. Produktivitetens utvecklingen antas dock bli relativt gynnsam, vilket håller uppe *BNP*-tillväxten.<sup>77</sup>

Konjunkturinstitutets beräkningar visar att *industriproduktionen* i genomsnitt kommer att öka med 2,3 procent per år under perioden 1997 till 2010 och med 2,1 procent under perioden 2010 till 2020. Detta är i nivå med utvecklingen under 1980-talet men lägre än utvecklingen de senaste åren efter återhämtningen från lågkonjunkturen i början av 1990-talet.

Av beräkningarna framgår också att industrins struktur förändras i riktning mot mer kunskapsintensiv industri. I termer av industrins energiefterfrågan innebär det att den mindre energiintensiva industrin förväntas växa relativt sett mer jämfört med den energiintensiva industrin.

**Tabell 10.2 Faktisk och prognostiserad utveckling av *BNP* och *industriproduktionen*, årlig procentuell förändring.**

|                    | BNP               | Industriproduktion |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| Faktisk utveckling |                   |                    |
| 1960–1970          | 4,6               | 5,8                |
| 1970–1980          | 2,0               | 1,2                |
| 1980–1990          | 2,2               | 1,8                |
| 1990–1999          | 1,5 <sup>1)</sup> | 3,4 <sup>2)</sup>  |
| Prognos            |                   |                    |
| 1997–2010          | 1,9               | 2,3                |
| 2010–2020          | 1,1               | 2,1                |

Anm: Från 1980 redovisar SCB bruttonationalprodukten enligt en reviderad metod

1) 1990–1993: -1,6 procent, 1993–1999: 3,1 procent

2) 1990–1993: -3,5 procent, 1993–1999: 7,0 procent.

Källa: SCB och Konjunkturinstitutet.

Den *privata konsumtionen* antas växa tämligen mycket, särskilt under det första decenniet. En jämförelse med den historiska utvecklingen visar att prognosen ligger högre än motsvarande utveckling under 1970- och 1980-talen, och betydligt högre än utvecklingen under 1990-talet. I genomsnitt ökar den privata konsumtionen mer än *BNP*-tillväxten. Den privata konsumtionen svarar således för en stigande andel av den samlade användningen av produktionen.

Den *offentliga konsumtionen* antas växa med i genomsnitt 1,2 procent per år mellan 1997 och 2010 och något svagare, 0,8 procent per år, under perioden 2010–2020. Den offentliga konsumtionen

<sup>77</sup> Konjunkturinstitutet.

antas följaktligen inte växa lika kraftigt som den privata konsumtionen. Jämfört med den historiska utvecklingen ligger prognosen i linje med tillväxten under 1980- och 1990-talen, men lägre än tillväxten under 1970- och 1980-talen.

*Exporten* antas växa med i genomsnitt knappt 3,5 procent per år under perioden 1997–2010 vilket ligger i linje med exportens utveckling under 1970- och 80-talen. För perioden 2010–2020 antas exporten växa något långsammare. Sveriges BNP-tillväxt bedöms alltså även i framtiden vara beroende av en relativt kraftig tillväxt för exportindustrin.

**Tabell 10.3 Faktisk och prognostiserad utveckling av den privata- och offentliga konsumtionen, årlig procentuell utveckling**

|                    | Privat konsumtion | Offentlig konsumtion |
|--------------------|-------------------|----------------------|
| Faktisk utveckling |                   |                      |
| 1960-1970          | 3,8               | 5,7                  |
| 1970-1980          | 1,6               | 3,2                  |
| 1980-1990          | 1,7               | 1,7                  |
| 1990-1999          | 1,0               | 0,7                  |
| Prognos            |                   |                      |
| 1997-2010          | 2,4               | 1,2                  |
| 2010-2020          | 1,9               | 0,8                  |

Källa: SCB och Konjunkturinstitutet.

## Priser fossila bränslen

Antaganden om priserna för fossila bränslen och dollarkurs redovisas i *tabell 10.4*.

**Tabell 10.4 Importpriser på råolja, kol, naturgas samt dollarkurs för 1997, 1999, 2010 och 2020.**

|                       | 1997 | 1999  | 2010 | 2020 |
|-----------------------|------|-------|------|------|
| Råolja, USD/fat       | 19,1 | 18,25 | 17   | 22,5 |
| Kol, USD/ton vid hamn | 44,1 | 32,6  | 42   | 42   |
| Naturgas, USD/Mbtu    | 2,3  | 1,7   | 2,6  | 3,5  |
| Växelkurs             | 7,6  | 8,27  | 7,5  | 8,26 |

Källa: IEA, International Energy Agency, European Union Energy Outlook to 2020

En uppskattning av det framtida världsmarknadspriset på *råolja*, gjord av IEA (International Energy Agency) ligger till grund för beräkningarna av konsumentpriserna på bensin, diesel och tjock- och tunn eldningsolja.

På kort sikt styrs oljepriset av förändringar i efterfrågan på olja samt storleken på produktionen av olja i framför allt Gulf-länderna. För tillfället pendlar prisnivåerna kraftigt upp och ner. Prognospriserna är emellertid genomsnittliga priser för perioden 1997–2010 respektive 2010–2020.

På lite längre sikt, vilket är fallet i de scenarier som redovisas här, styrs priserna mer av fundamentala faktorer som det totala utbudet och efterfrågan i världen. Under den senare delen av scenarioperioden bedöms oljepriset stiga. Enligt IEA beror detta bland annat på att produktionen utanför OPEC-länderna har kommit in i en mognadsfas och börjar avta. Detta resulterar i en ökande marknadsandel för OPEC-länderna vilket antas pressa upp priserna. Trots att produktionen börjar avta i vissa regioner bedömer IEA att tillgången till olja i världen som helhet inte är någon begränsande faktor under de kommande decennierna.

På senare år har kostnaderna för oljeprospektering samt pumpning och distribution sjunkit kraftigt och denna utveckling förväntas fortsätta. Därför antas att priset på råolja sjunker till 17 dollar per fat fram till år 2010. I takt med att oljereserverna utnyttjas kommer dock oljan att bli dyrare att hantera pga. att oljereserverna blir mer svåråtkomliga. Detta förväntas bidra till att priserna stiger under perioden 2010–2020.

I prognoserna finns stora osäkerheter. Det är svårt att avgöra hur stora de verkliga oljereserverna egentligen är och världsekonomin utveckling och den totala efterfrågeökningen på olja är svår att uppskatta.

Även *prisprognosen på kol* grundar sig på antaganden från IEA. Kolpriserna förväntas vara ganska stabila under perioden 1997-2020 och inte följa oljepriserna. En förklaring är att flertalet av de största kolproducerande länderna har inlett projekt som syftar till att öka kolproduktionen. Samtidigt stiger kolproduktionen i några av de stora användarländerna.

Under 1980 och 1990-talet har kolpriserna sjunkit kraftigt men nu förväntas alltså priserna stabilisera sig på 42 dollar per ton, en något högre nivå än den lägsta nivån från 1999.

Det finns inte något tydligt världsmarknadspris för *naturgas*. Detta beror på att distributionssystemen är begränsade till olika regioner. Norra Europa utgör en sådan region.

Importpriserna på naturgas baseras på en prisprognos gjord inom EU "European Union Energy Outlook to 2020". Naturgaspriset förväntas stiga långsamt under perioden 1997–2010. Baserat bara på utvecklingen av utbud och efterfrågan borde priset stiga mer än vad som antas. Men eftersom naturgaspriset till stor del följer oljepriset i Europa så förväntas ökningen bromsas något. Efter 2010 antas dock efterfrågan öka så kraftigt att gas kommer att behöva importeras från regioner som t ex Ryssland och Nordafrika, vilket kommer att innebära högre distributionskostnader och kraftigt ökade priser.

För gaskonsumenterna antas dock inte de höjda importpriserna slå igenom lika kraftigt. Det beror på att gasmarknaden håller på att reformeras på ett liknande sätt som elmarknaden. Marginalerna på gasen som säljs till konsumenterna förväntas sjunka.

När det gäller flytande naturgas (LNG, Liquid natural gas) finns inte tillräckligt tillförlitligt underlag gällande kostnader och tidpunkt för storskalig introduktion. Utvecklingen har därför inte beaktas i beräkningarna.

Med utgångspunkt från ovanstående importpriser på de oförädlade fossila bränslena har konsumentpriserna räknats ut och redovisas i *tabellerna 10.5 och 10.6*.

**Tabell 10.5 Bränslepriser för stora värmeverk, värmecentraler, stora och mindre industrier i öre/kWh, inklusive energi- och miljöskatter.**

|                        | 1997 <sup>1</sup> | 1999 <sup>2</sup> | 2010 <sup>3</sup> | 2020 <sup>3</sup> |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Stora värmeverk</b> |                   |                   |                   |                   |
| Eldningsolja 1         | 31,2 (17,3)       | 30,8 (18,1)       | 34,9 (22,4)       | 37,2 (22,4)       |
| Eldningsolja 5         | 25,6 (16,7)       | 26,6 (17,5)       | 29,2 (21,5)       | 32,7 (21,5)       |
| Kol                    | 22,2 (17,7)       | 22,7 (18,6)       | 28,2 (24,0)       | 29,3 (24,0)       |
| <b>Värmecentraler</b>  |                   |                   |                   |                   |
| Eldningsolja 1         | 34,1 (18,1)       | 32,9 (18,1)       | 36,9 (22,4)       | 39,3 (22,4)       |
| Eldningsolja 5         | 27,5 (17,5)       | 27,8 (17,5)       | 30,4 (21,4)       | 33,6 (21,4)       |
| Kol                    | 23,2 (17,7)       | 23,4 (18,2)       | 28,6 (23,4)       | 29,7 (23,4)       |
| <b>Stor industri</b>   |                   |                   |                   |                   |
| Eldningsolja 1         | 19,3 (5,4)        | 18,0 (5,3)        | 17,9 (5,4)        | 20,2 (5,4)        |
| Eldningsolja 5         | 14,8 (5,9)        | 15,0 (5,8)        | 13,6 (5,9)        | 17,2 (6,0)        |
| Kol                    | 12,6 (8,1)        | 12,3 (8,2)        | 12,3 (8,1)        | 13,7 (8,4)        |
| Naturgas               | 15,3 (3,7)        | 15,0 (4,0)        | 15,7 (4,1)        | 20,3 (4,1)        |
| <b>Mindre industri</b> |                   |                   |                   |                   |
| Eldningsolja 1         | 21,3 (5,3)        | 20,1 (5,3)        | 20,0 (5,4)        | 22,3 (5,4)        |
| Eldningsolja 5         | 15,9 (5,9)        | 16,1 (5,8)        | 14,9 (5,9)        | 18,1 (5,9)        |
| Kol                    | 13,6 (8,1)        | 13,2 (8,0)        | 13,3 (8,1)        | 14,4 (8,1)        |

Anm: Skatten redovisas inom parentes.

<sup>1</sup> Priset inkluderar den genomsnittliga skatten under 1997. Skatten ändrades 1 juli 1997.

<sup>2</sup> Priset för år 1999 inkluderar skatten från 1 januari 1999.

<sup>3</sup> Priset för år 2010 och 2020 inkluderar den senast gällande skatten från 1 januari 2001.

Källa: Energi och klimat i Sverige, Skatteförvaltningen samt egna beräkningar.

**Tabell 10.6 Bränslepriser för fastigheter och småhus, öre/kWh, inklusive skatter och moms.**

|                    | 1997 <sup>1</sup> | 1999 <sup>2</sup> | 2010 <sup>3</sup> | 2020 <sup>3</sup> |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Fastigheter</b> |                   |                   |                   |                   |
| Eldningsolja 1     | 42,1 (26,1)       | 41,1 (26,3)       | 46,38 (31,7)      | 49,1 (32,2)       |
| Eldningsolja 5     | 34,0 (24,0)       | 34,8 (24,5)       | 38,1 (29,1)       | 42,1 (29,9)       |
| Kol                | 29,0 (23,5)       | 29,3 (24,1)       | 35,8 (30,6)       | 37,1 (30,8)       |
| <b>Småhus</b>      |                   |                   |                   |                   |
| Eldningsolja 1     | 44,8 (26,7)       | 43,9 (26,9)       | 49,0 (32,2)       | 51,6 (32,7)       |
| Naturgas           | 39,6 (17,3)       | 40,9 (18,7)       | 46,4 (23,4)       | 55,8 (25,3)       |

Anm: Skatt inklusive moms redovisas inom parentes.

<sup>1</sup> Priset inkluderar 25 procent moms och den genomsnittliga skatten under 1997. Skatten ändrades 1 juli 1997. <sup>2</sup> Priset för år 1999 inkluderar 25 procent moms och skatten från 1 januari 1999.

<sup>3</sup> Priset för år 2010 och 2020 inkluderar 25 procent moms och den senast gällande skatten från 1 januari 2001.

Källa: Energi och klimat i Sverige, Skatteförvaltningen samt egna beräkningar.

## Elpris

År 2000 var det femte året med reformerade elmarknader i Sverige och Finland. I Norge reformerades elmarknaden år 1991. Under 1999 och 2000 har konkurrensen på elmarknaden ökat mer än under de föregående åren. Kraven på företagen att pressa sina kostnader har varit stora till följd av god tillgång på el och låga priser på elbörsen.

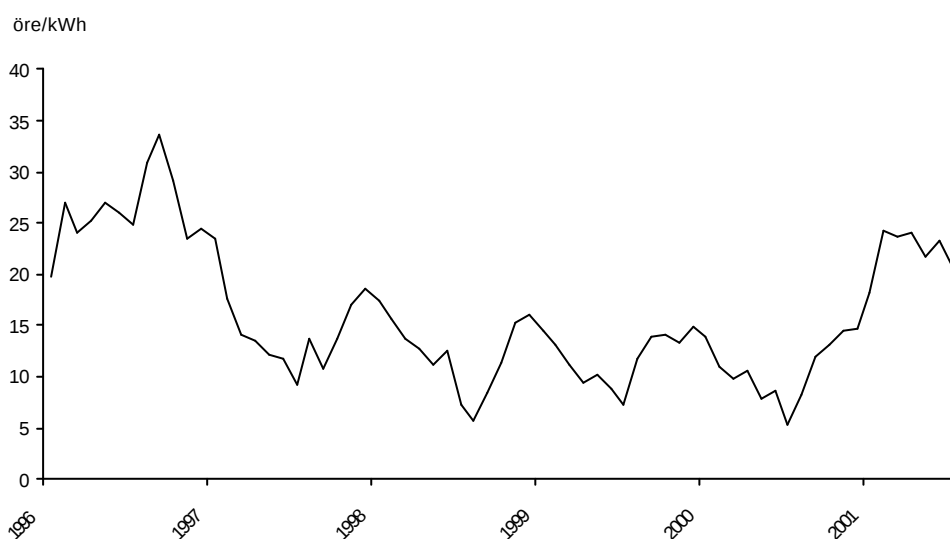
Innan reformeringen av elmarknaderna i respektive land förekom handel mellan länderna genom bilaterala avtal mellan köpare och säljare. Detta förekommer fortfarande men i dag finns dessutom en gemensam marknadsplats, Nord Pool. På Nord Pool bestäms elpriset ett dygn i förväg för varje timme på dygnet. Elpriset på Nord Pool fastställs som ett jämviktspris i skärningspunkten mellan utbuds- och efterfrågekurvan.

Det första året med reformerad elmarknad 1996 var ett torrår vilket medförde att systempriset steg ända fram till slutet av året. Det genomsnittliga systempriset var 26,6 öre per kWh. Därefter har systempriset sjunkit kraftigt, 1997 var medelpriset 14,6 öre per kWh, 1998 12,3 öre per kWh och år 1999 11,8 öre per kWh. Detta kan förklaras dels av riklig nederbörd och dels av den ökade konkurrensen på den gemensamma elmarknaden. År 2000 uppnåddes de hittills lägsta priserna, detta till följd av kraftig nederbörd. Vissa dagar i juli månad var dygnsmedelpriset under 4 öre/kWh. Ett typiskt systempris en vardag i november 2000 var ca 14 öre per kWh.

Under år 2001 har systempriset hittills varit högt. Under första hälften av året låg systempriset mellan 20 och 24 öre per kWh. Snötillgången i fjällen, framförallt i de norska, var mindre än tidigare år vilket ledde till en mindre vårflod.

På NordPools terminsmarknad sker handel med el på längre sikt än ett dygn. Terminspriset för kommande tre år låg i mitten av augusti 2001 runt 18 norska ören per kWh. Detta indikerar en framtida höjning av elpriset.

**Figur 10.1 Nord Pools systempris 1996 till juli 2001**



Källa: Nord Pool.

### *Framtida elpriser*

Elmarknaden i Sverige har förändrats betydligt de senaste åren, både vad gäller struktur och organisation, vilket gör elprisets utveckling svårare att bedöma än tidigare. Den svenska elmarknaden påverkas dessutom av utvecklingen på grannländernas elmarknader, såväl i Norden som i övriga Östersjöregionen, d v s Tyskland, Polen, de baltiska länderna och nordvästra

Ryssland. Även i dessa länder sker fortlöpande förändringar. En ytterligare faktor som påverkar den svenska elmarknaden är EU:s direktiv för en inre elmarknad.<sup>78</sup>

I bedömningarna av den framtida elmarknaden antas att konkurrensen i produktions- och försäljningsledet kommer att öka ytterligare. I dag finns en betydande överkapacitet i kraftproduktionssystemet i vissa av Sveriges grannländer. Danmark och Tyskland är två exempel. Elmarknaderna i dessa länder är reformerade och direktivet för den inre elmarknaden talar för en konkurrensutsatt europeisk elmarknad. Marknadsmekanismerna gör att aktörerna på elmarknaden reducerar överkapaciteten på olika sätt. På tjugo års sikt bedöms elmarknaden vara i balans, vilket innebär det inte kommer finnas en överkapacitet på samma sätt som i dag.

Hur det ytterligare kraftbehovet kan komma att tillgodoses är svårt att bedöma eftersom elmarknaderna i Nordeuropa kommer att bli alltmer integrerade. Den integrerade marknaden ger nya förutsättningar för ökat nyttjande av befintlig elproduktionskapacitet och utbyggnad av ny kraft.

På en väl fungerande elmarknad kommer elpriset att bestämmas av marginalkostnaden för elproduktion. Marginalkostnaden varierar över året och mellan år beroende på efterfrågan och hur systemet är sammansatt.

Den kortsiktiga marginalkostnaden för elenergi vid en given tidpunkt bestäms av den rörliga kostnaden för det dyraste kraftslaget som används vid tidpunkten samt en sk bristkostnadskomponent som avspeglar produktionssystemets leveransförmåga. Den kortsiktiga marginalkostnaden varierar följaktligen över året

I dagsläget bestäms den kortsiktiga marginalkostnaden på den nordiska elmarknaden av den rörliga kostnaden för kolkondenskraft i Danmark under de delar av året då efterfrågan är störst.

Den långsiktiga marginalkostnaden bestäms av de totala produktionskostnaderna, dvs. både de fasta och de rörliga kostnaderna. I framtiden, när en ökande elanvändning medför att dyrare befintliga kraftslag måste utnyttjas i högre grad, kommer de kortsiktiga marginalkostnaderna att stiga. När den kortsiktiga marginalkostnaden i systemet är i nivå med den långsiktiga, kommer ny elproduktionskapacitet att bli lönsam och kunna byggas.

Beroende på hur det framtida elproduktionssystemet kommer att se ut varierar den långsiktiga marginalkostnaden. I fallet där kärnkraftreaktorerna antas ha en livslängd på 40 år är det ny naturgaskombi som ligger på marginalen och därmed bestämmer marginalkostnaden. Denna kostnad har beräknats till ca 30-35<sup>79</sup> öre per kWh för ett naturgaseldat kombikondenskraftverk. I kostnadsberäkningen ingår ett antagande om stigande naturgaspriser till år 2020.

I det andra fallet där kärnkraftverken antas förlänga sin livslängd genom reinvesteringar är det elproduktion från förnybara energikällor och under vissa perioder kärnkraftverkens nya produktionskostnad som ligger på marginalen. I kostnaden för elproduktion från förnybara energikällor inkluderas stödet på 15 öre/kWh.

Importen av el har begränsats i scenarierna. Priset på den importerade elen påverkar därför inte systempriset i Sverige i någon stor omfattning. År 2020 antas den nordeuropeiska marknaden vara i balans.

---

<sup>78</sup>EU 3638/1/96, "Europaparlamentets och rådets direktiv 96/92/EG om gemensamma regler för den inre marknaden för el".

<sup>79</sup> Produktionskostnaden varierar beroende på vilket antagande som görs för verkningsgrad och drifttid.

Utifrån detta resonemang har systempriset på el bestämts för år 2020. Systempriset utgör ett medelvärde över totala kostnaderna för de elproduktionstekniker som ligger på marginalen under året. I fallet där kärnkraften har en livslängd på 40 år antas ett systempris på 30 öre per kWh och i fallet med reinvesteringar i kärnkraftverken sätts det till 23 öre per kWh. Dessa priser är högre än de priser som gällt under perioden 1997–2001.

**Tabell 10.7 Elpriser och nätavgifter för olika typkunder inklusive punktskatter och moms, öre/kWh.**

|                                | Elintensiv industri | Mellanstor industri | Elvärme | Hushållsel |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------|------------|
| 1997                           |                     |                     |         |            |
| Elpris                         | 23,4                | 24,4                | 27,6    | 29,2       |
| Nätavgift                      | 5,7                 | 9,3                 | 21,6    | 41,1       |
| Punktskatt                     | 0,0                 | 0,0                 | 12,6    | 12,6       |
| Totalt pris inkl.              |                     |                     |         |            |
| Punktskatt och moms            | 29,1                | 33,7                | 77,2    | 103,6      |
| 1999                           |                     |                     |         |            |
| Elpris                         | 19,7                | 19,6                | 21,4    | 21,8       |
| Nätavgift                      | 5,7                 | 9,3                 | 20,6    | 39,8       |
| Punktskatt                     | 0,0                 | 0,0                 | 12,8    | 12,8       |
| Totalt pris inkl.              |                     |                     |         |            |
| Punktskatt och moms            | 25,4                | 28,9                | 68,5    | 93,0       |
| 2010                           |                     |                     |         |            |
| Elpris                         | 23,0                | 23,5                | 24,5    | 25,0       |
| Nätavgift                      | 5,0                 | 8,2                 | 19,0    | 36,2       |
| Punktskatt                     | 0,0                 | 0,0                 | 18,1    | 18,1       |
| Totalt pris inkl.              |                     |                     |         |            |
| Punktskatt och moms            | 28,0                | 31,7                | 77,0    | 99,1       |
| 2020 reinvestering i kärnkraft |                     |                     |         |            |
| Elpris                         | 24,0                | 24,5                | 25,5    | 26,0       |
| Nätavgift                      | 4,7                 | 7,7                 | 17,9    | 34,0       |
| Punktskatt                     |                     |                     | 18,1    | 18,1       |
| Totalt pris inkl.              |                     |                     |         |            |
| Punktskatt och moms            | 28,7                | 32,2                | 76,8    | 97,6       |
| 2020 kärnkraften 40 år         |                     |                     |         |            |
| Elpris                         | 31,0                | 31,5                | 32,5    | 33,0       |
| Nätavgift                      | 4,7                 | 7,7                 | 17,9    | 34,0       |
| Punktskatt                     |                     |                     | 18,1    | 18,1       |
| Totalt pris inkl.              |                     |                     |         |            |
| Punktskatt och moms            | 35,7                | 39,2                | 85,6    | 106,4      |

Källa: E 17 SM, SCB, Särskilda Skattekontoret i Ludvika, Skattemyndigheten i Gävle samt egna beräkningar.

### Fjärrvärmepris

Priserna på fjärrvärme varierar mellan olika orter beroende på att förutsättningarna för produktionen skiljer sig åt. Det genomsnittliga priset på fjärrvärme till hushållen var år 1997 cirka 43 öre per kWh inklusive skatt och moms. Industrin betalar i allmänhet ett lägre pris jämfört med hushållen. Priset på fjärrvärme till industrin varierar emellertid kraftigt och bedöms ligga i intervallet 20-30 öre per kWh exklusive moms för år 1997.

Fram till prognosåret 2020 beräknas priset för fjärrvärme vara oförändrat till följd av att bibränslepriserna som står för en stor del av fjärrvärmeproduktionen förväntas vara oförändrade.

## **Biobränslemarknaden**

Skogsindustrierna har länge använt bibränslen för att tillgodose sina behov av värme till processerna. Industrin för tillverkning av kemisk pappersmassa bränner returlutar som ett led i kemikalieåtervinningen och utnyttjar värmen i processen. Ångan har också till en del kunnat användas till elproduktion. Mängden returlutar är proportionell mot massaproduktionen och därmed också mot värmebehovet. Även massa- och pappersindustrin använder trädbränslen som förekommer inom den egna verksamheten. Massa- och pappersindustrins biobränsleanvändning kan därför ses som ett mer eller mindre slutet fristående system i förhållande till annan biobränsleanvändning. Användningen av returlutar uppgick 1999 till 34 TWh.

I sågverken faller en stor mängd trädbränsle i form av bark, flis och spån, år 1999 närmare 3 miljoner ton torrvikt, motsvarande ca 14 TWh. En del används för att täcka egna värmebehov i virkestorkar m.m. En stor del av biprodukterna säljs som bränsle eller som råvara till produktion av förädlade bränslen.

Inom bostadssektorn har biobränslen under lång tid använts för uppvärmning. Helved dominerar biobränsleanvändningen inom den småskaliga bostadsuppvärmningen. Andelen flis och förädlade bränslen är liten. Användningen av pellets för uppvärmning av småhus har på senare år ökat snabbt från en låg nivå. Nu uppgår den årliga användningen till närmare 100 000 ton, vilket motsvarar knappt 0,5 TWh.

De företag som producerar fjärrvärme och s.k. närvärme använder en stor mängd biobränslen, huvudsakligen oförädlade trädbränslen som skogsflis och biprodukter. Mängden biobränslen som använts för produktion av ånga och hetvatten har ökat starkt, från 10,7 TWh år 1994 till 16,5 TWh år 1999. För elproduktion år 1999 användes 3,3 TWh biobränslen varav industrins var 2,0 TWh.

### *Biobränslepotential*

Bedömningarna av den potentiella tillgången till biobränslen i Sverige skiljer sig åt<sup>80</sup>. För år 2010 ligger bedömningarna i intervallet 80–160 TWh. Av denna mängd utgörs cirka 45 TWh av användning inom skogsindustrin (främst returlutar) och småskalig vedeldning som ligger utanför den konkurrensutsatta marknaden. För år 2020 är intervallet 85–180 TWh varav cirka 45 TWh ligger utanför marknaden. Till dessa volymer kommer eventuell nettoimport av biobränslen. Avfall ingår inte i bedömningarna.

### *Priser och volymer i dag*

De oförädlade trädbränslen som används i småhus anskaffas vanligen utanför den öppna marknaden och något pris kan inte anges.

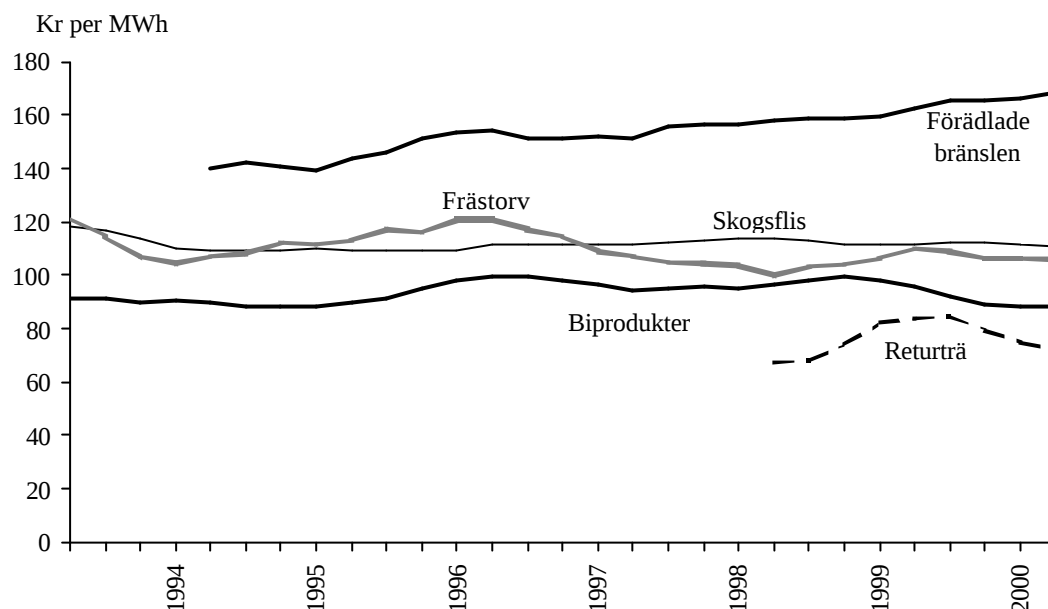
På marknaden för villapellets var priset 1999 ca 290 kr/MWh inkl. transport.

---

<sup>80</sup> Energimyndigheten gjorde 1999 en sammanställning åt Klimatkommittén av de underlag och framtidsbedömningar av förnybara energikällor som fanns tillgängliga. Förnybara energikällor – nuläge och utvecklingsmöjligheter. En sammanställning av befintliga underlag. PM 1999-10-01. Underlag till Klimatkommittén.

Fjärrvärmeverkens kostnader för olika slag av bibränslen visas i figur 10.2. Priserna har varit förhållandevis stabila under lång tid.

**Figur 10.2 Löpande priser på inköpta bränslen i värmeverk**



#### *Framtida bibränslepriser*

Prisutvecklingen för bibränslen har varit förhållandevis stabil under en lång tid. Bedömningen är att också de framtida bibränslepriserna kommer att vara stabila på nuvarande nivå.

De förändringar av marknadsbilden som kan väntas ske är att de förädlade bibränslena ökar sin andel av marknaden i kraft av sina egenskaper av mera högvärdigt bränsle än de oförädlade bibränslena. Det finns fortfarande en betydande outnyttjad produktionskapacitet för produktion av pellets. Prisförändringarna kan därför väntas bli små.

För de oförädlade trädbränslena – skogsflis, biprodukter och returträ – kommer de dyrare sortimenten att möta konkurrens av det utsorterade brännbara avfall som inte får deponeras fr.o.m. år 2002. Skogsflis möter redan i dag stark konkurrens från de billigare biprodukterna och från returträ.

Sammantaget innebär detta att det sker en ökad polarisering av bibränslemarknaden. De förädlade trädbränslena och de billigaste sortimenten av de oförädlade bränslena förväntas öka på bekostnad av de oförädlade bibränslena som är dyrast.

#### **Energiskatter 2001**

I scenarierna utgår vi från gällande skatter (1 januari 2001). I *tabellerna 10.8 och 10.9* visas nuvarande svenska energi- och miljöskatter. De skiljer sig åt mellan industrin och övriga användare. Industrin betalar ingen energiskatt och endast 35 procent av den koldioxidskatt som betalas av övriga användare.

**Tabell 10.8 Energi- och miljöskatter från 1 januari 2001, exklusive moms**

|                                                       | Energi-<br>skatt | CO <sub>2</sub> -<br>skatt | Svavel-<br>skatt | Total<br>skatt | Skatt<br>öre/kWh |
|-------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Bränslen <sup>1)</sup>                                |                  |                            |                  |                |                  |
| Eldningsolja 1, kr/m <sup>3</sup><br>(< 0,1 % svavel) | 688              | 1 527                      | -                | 2 215          | 22,4             |
| Eldningsolja 5, kr/m <sup>3</sup><br>(0,4 % svavel)   | 688              | 1 527                      | 108              | 2 323          | 21,5             |
| Kol, kr/ton<br>(0,5 % svavel)                         | 293              | 1 329                      | 150              | 1 772          | 23,4             |
| Gasol, kr/ton                                         | 134              | 1 606                      | -                | 1 740          | 13,6             |
| Naturgas/metan, kr/1000 m <sup>3</sup>                | 223              | 1 144                      | -                | 1 367          | 14,1             |
| Råttalolja, kr/m <sup>3</sup>                         | 2 215            | -                          | -                | 2 215          | 22,1             |
| Torv, kr/ton, 45 % fukthalt<br>(0,24 % svavel)        | -                | -                          | 40               | 40             | 1,5              |
| Drivmedel <sup>2)</sup>                               |                  |                            |                  |                |                  |
| Bensin, miljöklass 1, kr/l                            | 3,26             | 1,24                       | -                | 4,5            | 51,6             |
| Bensin, miljöklass 2, kr/l                            | 3,29             | 1,24                       | -                | 4,5            | 51,9             |
| Annan bensin, kr/l                                    | 3,92             | 1,24                       | -                | 5,16           | 59,2             |
| Diesel, miljöklass 1, kr/l                            | 1,51             | 1,53                       | -                | 3,04           | 31,1             |
| Diesel, miljöklass 2, kr/l                            | 1,79             | 1,53                       | -                | 3,27           | 33,4             |
| Diesel, miljöklass 3 eller övr., kr/l                 | 2,04             | 1,53                       | -                | 3,57           | 35,8             |
| Naturgas/metan, kr/m <sup>3</sup>                     | 0                | 1,04                       |                  | 1,04           | 10,7             |
| Gasol, kr/kg                                          | 0                | 1,26                       |                  | 1,26           | 10,6             |
| Elanvändning                                          |                  |                            |                  |                |                  |
| El, norra Sverige, öre/kWh                            | 12,5             | -                          | -                | 12,5           | 12,5             |
| El, övriga Sverige, öre/kWh                           | 18,1             | -                          | -                | 18,1           | 18,1             |
| El, gas, värme eller vattenförsörjning, öre/kWh       |                  |                            |                  |                |                  |
| Norra Sverige,                                        |                  |                            |                  |                |                  |
| Övriga Sverige                                        | 12,5             | -                          | -                | 12,5           | 12,5             |
|                                                       | 15,8             | -                          | -                | 15,8           | 15,8             |
| Elpannor, effekt > 2 MW,<br>1/11-31/3, öre/kWh        |                  |                            |                  |                |                  |
| Norra Sverige,                                        | 14,8             | -                          | -                | 14,8           | 14,8             |
| Övriga Sverige                                        | 18,1             | -                          | -                | 18,1           | 18,1             |

Anm: Utöver skatterna tillkommer moms med 25 procent, dock ej för industrin. En miljöavgift för utsläpp av kväveoxider på 40 kr/kg utsläppt kväveoxid utgår för pannor, gasturbiner och stationära förbränningsanläggningar på minst 25 GWh. Avgiften återbetalas i proportion till respektive anläggnings energiproduktion och utsläpp. För kärnkraft utgår en skatt baserad på reaktorernas termiska effekt. Vid vissa driftbetingelser motsvarar effektskatten 2,7 öre/kWh. Vidare tas 0,15 öre/kWh ut enligt den s.k. Studsvikslagen samt i genomsnitt betalas 1 öre/kWh enligt lagen om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle. Bränslen som används för elproduktion är befriade från energi- och koldioxidskatt men belagda med svavelskatt. Fossila bränslen för värmeproduktion i kraftvärmeanläggningar belastas med halv energiskatt samt full koldioxid- och svavelskatt. Biobränslen är obeskattade för alla användare.

2) Flygbränsle beskattas inte direkt. Inrikes flyg beskattas däremot genom Luftfartsverkets miljörelaterade landnings- och passageraravgifter.

Källa: Skatteförvaltningen och egna beräkningar.

**Tabell 10.9 Energi- och miljöskatter för industri, jordbruk, skogsbruk och vattenbruk från 1 januari 2001, exklusive moms**

|                                                | Energi-skatt | CO <sub>2</sub> -Skatt | Svavel-skatt | Total skatt | Skatt öre/kWh |
|------------------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|-------------|---------------|
| Eldningsolja 1, kr/m <sup>3</sup>              | 0            | 534                    | -            | 534         | 5,4           |
| Eldningsolja 5, kr/m <sup>3</sup>              | 0            | 534                    | 108          | 642         | 5,9           |
| Kol, kr/ton                                    | 0            | 465                    | 150          | 615         | 8,1           |
| Gasol, kr/ton                                  | 0            | 562                    | -            | 562         | 4,4           |
| Naturgas, kr/1000 m <sup>3</sup>               | 0            | 400                    | -            | 400         | 4,1           |
| Råttallolja, kr/m <sup>3</sup>                 | 534          | -                      | -            | 534         | 5,3           |
| Torv, kr/ton, 45 % fukthalt<br>(0,24 % svavel) | -            | -                      | 40           | 40          | 1,5           |

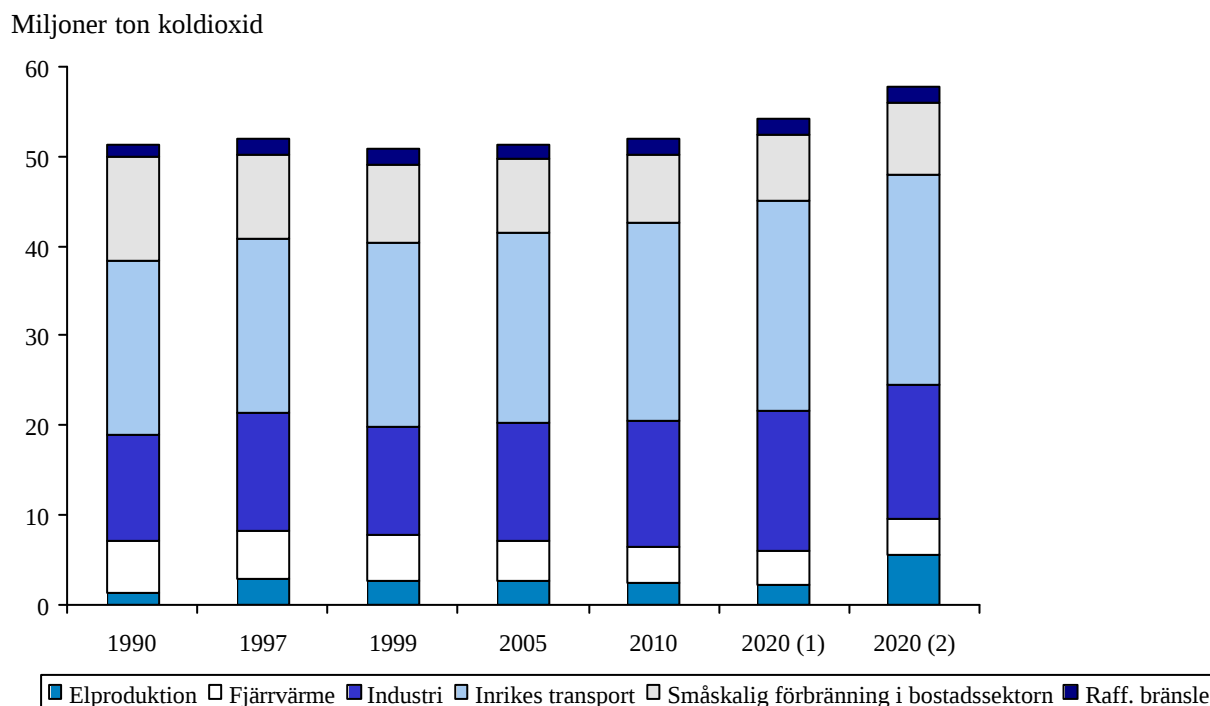
Anm: Industrin kan vid köp av värme medges återbetalning av energiskatten och 65 % av koldioxidskatten på bränslen som förbrukats vid framställning av värmen.

Källa: Skatteförvaltningen och egna beräkningar.

### 10.3 Koldioxidutsläpp i scenarierna

I scenariot fram till år 2010 är utsläppen av koldioxid i stort sett oförändrade. Under den senare delen av scenarioperioden, åren 2010-2020, ökar utsläppen med knappt 5 procent när elpriserna antas vara oförändrade samt med drygt 11 procent när elpriserna stiger som en följd av att kärnkraften börjar avvecklas och ny kraftproduktion måste byggas. Scenarierna utgår från basåret 1997. I uppgifterna ingår inte utsläppen från utrikes sjöfart och utrikes flyg. Dessa utsläpp redovisas separat.

**Figur 10.3 Energisektorns utsläpp av koldioxid, åren 1990,1997,1999 samt scenarier för åren 2010 och 2020, miljoner ton koldioxid.**



## **Utsläpp av koldioxid fram till 2010**

Fram till år 2010 är utsläppen i stort sett oförändrade. Utvecklingen skiljer sig åt mellan sektorerna. Utsläppen ökar i transport- respektive industrisektorn men minskar från fjärrvärmeproduktionen samt i samband med användningen av energi i bostadssektorn. Även utsläppen från elproduktionen minskar fram till år 2010.

I industri- och transportsektorn finns ett tydligt samband mellan energianvändningen och den förväntade tillväxten i ekonomin. Även om bibränslen ökar förhållandevis mycket inom industrisektorn ökar även användningen av fossila bränslen, vilket ger ökade utsläpp av koldioxid. I transportsektorn utgörs användningen även år 2010 av fossila bränslen. Alternativa drivmedel kan dock komma att användas i en ökande omfattning inom vissa begränsade områden, t. ex kollektivtrafik i tätort.

Inom bostadssektorn ersätts olja framför allt med en ökad fjärrvärme- och elanvändning och i viss mån med en ökad användning av värmepumpar.

I fjärrvärmeproduktionen förväntas andelen bibränslen öka till drygt 60 procent av den sammanlagda tillförseln i sektorn år 2010. I elproduktionen ökar vindkraften, elproduktion i bibränsleeldade kraftvärmeverk samt även den småskaliga vattenkraften. Dessutom beräknas en nettoimport på ungefär 4 TWh.

## **Utsläpp av koldioxid mellan 2010-2020, alternativ 1**

I scenariot där det görs reinvesteringar i kärnkraftsverken och dessa drivs vidare på marknadsmässiga villkor ökar utsläppen av koldioxid med knappt 5 procent mellan åren 2010 och 2020. Trenden för utsläppen fortsätter på ungefär samma sätt som för perioden fram till 2010. Utsläppen ökar i transportsektorn och industrisektorn samt minskar i samband med fjärrvärmeproduktion och vid användning av energi till bostäder. Utsläppen från elproduktionen minskar något.

Andelen bibränsle fortsätter att öka i fjärrvärmeproduktionen. I bostadssektorn ökar användningen av trädbränslen och värmepumpar samt fjärrvärme. Fjärrvärmeanvändningen ökar dock inte i samma omfattning som perioden innan. Inom elproduktionen bedöms vindkraften fortsätta att öka, liksom även biokraftvärmen. Importen begränsas till 4 TWh. Någon ny fossilbaserad elproduktion behöver inte byggas.

## **Utsläpp av koldioxid mellan 2010–2020, alternativ 2**

I scenariot där kärnkraften avvecklas efter 40 års drift ökar utsläppen med drygt 11 procent. Utsläppen ökar betydligt i elproduktionssektorn, en dryg fördubbling jämfört med år 2010.

År 2020 uppgår produktionen från kärnkraftsverken till ungefär 41 TWh, vilket kan jämföras med nästan 64 TWh i scenariot där reinvesteringar görs och kärnkraften drivs vidare. Det är fem reaktorer som stängs med början från år 2012. Resterande reaktorer stängs åren 2014, 2015, 2016 och 2020.

För att ersätta bortfallet av kärnkraftsproducerad el bedöms i första hand landbaserad vindkraft samt biokraft fortsätta att öka. Därefter kommer havsbaserad vindkraft och naturgasbaserad elproduktion in. Importen av el är även i detta scenarionalternativ begränsad till 4 TWh år 2020.

**Tabell 10.10 Koldioxidutsläpp per sektor, 1990, 1997, 1999 samt scenarier till 2020, miljoner ton**

|                                                 | 1990        | Basår 1999<br>1997 | 2005        | 2010        | 2020(1)     | 2020(2)     | 1997-<br>2010<br>% | 2010-<br>2020(1)<br>% | 2010-<br>2020(2)<br>% |           |
|-------------------------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Elproduktion                                    | 1,4         | 2,9                | 2,8         | 2,8         | 2,5         | 2,3         | 5,6                | -14                   | -5                    | 127       |
| Fjärrvärme                                      | 5,7         | 5,5                | 4,9         | 4,4         | 4,1         | 3,7         | 3,9                | -25                   | -10                   | -5        |
| Industri                                        | 11,9        | 12,9               | 12,2        | 13,0        | 14,0        | 15,6        | 15,1               | 8                     | 12                    | 8         |
| Transport, exkl. utrikes<br>sjöfart och flyg.   | 19,3        | 19,4               | 20,5        | 21,3        | 22,0        | 23,3        | 23,3               | 13                    | 6                     | 6         |
| Bostäder, service mm<br>(småskalig förbränning) | 11,6        | 9,5                | 8,6         | 8,1         | 7,7         | 7,5         | 8,0                | -19                   | -3                    | 3         |
| Raff. bränsle                                   | 1,4         | 1,7                | 1,7         | 1,7         | 1,7         | 1,8         | 1,8                | 4                     | 3                     | 3         |
| <b>Totalt</b>                                   | <b>51,2</b> | <b>51,8</b>        | <b>50,7</b> | <b>51,4</b> | <b>51,9</b> | <b>54,2</b> | <b>57,6</b>        | <b>0,2</b>            | <b>4,4</b>            | <b>11</b> |
| Totalt enl. SCB <sup>1)</sup>                   | 51,3        | 52,1               | 51,7        |             |             |             |                    |                       |                       |           |
| Utrikes sjöfart                                 | 2,2         | 4,3                | 4,8         | 5,2         | 5,6         | 6,6         | 6,6                |                       |                       |           |
| Utrikes flyg                                    | 1,8         | 1,9                | 2,2         | 2,6         | 2,9         | 3,6         | 3,6                |                       |                       |           |

1) Exklusive diffusa utsläpp.

Anm. 1. Energimyndighetens beräkningar för koldioxidutsläpp för statistikåren 1990, 1997 och 1999 skiljer sig till viss del från beräkningar som utförs av SCB Miljöstatistik i samarbete med Naturvårdsverket. Skillnaderna består delvis i hur bränsleanvändningen fördelas mellan olika sektorer, men också på att olika statistikällor används (statistiken uppdateras från preliminär till definitiv). För år 1999 är energistatistiken preliminär vilket kan förklara att skillnaden är större detta år.

Anm. 2. P.g.a. avrundning stämmer inte alltid totalsumman med delsummorna

### *Gasprisets betydelse*

I bedömningen över vilken ny kraftproduktion som kommer in är antagandet för gaspriset betydelsefullt. I scenarierna ligger gaspriset år 2020 relativt högt. Skulle beräkningarna utgå från ett lägre gaspris kommer den havsbaserade vindkraften få svårt att konkurrera med ny naturgaskombikondens. Detta skulle ge högre utsläpp av koldioxid.

### *Effekter på användningen av det högre elpriset*

När dyrare produktion kommer in i systemet stiger elpriset. Elanvändningen dämpas därför något inom industrin och i bostadssektorn. Inom industrin är det framför allt de mest elintensiva branscherna som bedöms avveckla produktionen eller förlägga produktionen utomlands. Detta påverkar främst användningen av el men även användningen av fossila bränslen och fjärrvärme, som minskar något. I bostadssektorn sker ett visst byte från användning av el till en ökad användning av olja. Användningen av värmepumpar minskar medan användningen av trädbränslen ökar något. Även i fjärrvärmeproduktionen minskar användningen av värmepumpar något jämfört med scenariot med det lägre elpriset. Den minskade produktionen från värmepumpar i fjärrvärmesektorn ersätts i första hand med en ökad användning av biobränsle.

### *Utsläppen efter 2020*

I scenariot där kärnkraften antas avvecklas efter 40 års drift kommer den resterande kapaciteten att försvinna mellan åren 2020 och 2025. Ersätts bortfallet av kärnkraftsproduktion med fossilbaserad elproduktion ökar utsläppen av koldioxid kraftigt.

### **Kraftig ökning av förnybara energikällor**

I scenarierna ökar användningen av biobränslen från 90 TWh år 1997 till omkring 130 TWh år 2020. Detta bidrar till att hålla ner ökningen av utsläpp av koldioxid. Den största delen biobränsle kommer in i fjärrvärmeproduktionen, vilket är en effekt av skattesystemets utformning.

Användningen av biobränsle ökar även för elproduktion i biobränslebaserade kraftvärmeverk. Samtidigt ökar vindkraftproduktionen, den småskaliga vattenkraften byggs ut och effektiviseringar sker i den befintliga vattenkraftskapaciteten. Sammantaget ger det en ökad användning av förnybara energikällor till elproduktion. Vindkraften ökar särskilt mycket när kärnkraftverken antas avvecklas efter 40 års drift.

Utvecklingen påverkas av det stöd till förnybar elproduktion som antagits i scenarierna. Nivån på stödet har satts till 15 öre/kWh. För närvarande utreds hur ett system för handel med certifikat för el från förnybara energikällor ska utformas. Priset på certifikaten (stödet till el från förnybara energikällor) kommer att bero på vilket krav som ställs för den sammanlagda andelen el från förnybara energikällor av den totala elanvändningen. Priset kommer vidare att variera över tiden. Det gäller både kortsiktiga variationer och prisförändringar på längre sikt.

I en situation där det framtida elpriset stiger och produktionskostnaden sjunker kommer behovet av stöd att minska, vilket skulle ge ett avtagande pris på certifikaten sett över tiden. I scenarioräkningarna är det emellertid för komplicerat att ta hänsyn till kort- och långsiktiga prisvariationer. I beräkningarna antas 15 öre/kWh gälla under hela scenarioperioden.

En högre stödnivå än den som antagits i beräkningarna skulle inte påverka scenariorisultat i någon stor omfattning. Detta eftersom det redan kommer in betydande mängder el från förnybara energikällor. Även om stödnivån sätts högre finns det omständigheter som begränsar hur mycket elproduktion från förnybara energikällor som kan komma in. Vindkraften begränsas exempelvis av tillgången på reglerbar kraft (till rimlig kostnad) samt vad elnätet klarar utan kraftiga förstärkningar. Samtidigt begränsas utbyggnadstakten av den tröghet som finns i dagens tillståndshanteringsprocess. Elproduktionen i biobränslebaserade kraftvärmeanläggningar begränsas av värmeunderlaget och den småskaliga vattenkraften begränsas av vad som är tillåtet att bygga ut.

En lägre stödnivå skulle i första hand påverka den havsbaserade vindkraften eftersom den kostar mer än de övriga alternativen. Den havsbaserade vindkraften kommer in i scenariot där elpriserna stiger (alternativ 2). En lägre stödnivå skulle utifrån dagens kostnadsbedömningar kunna innebära att det i stället för havsbaserad vindkraft byggs naturgaskombikondens. Även nivån på gaspriset påverkar kostnadsförhållandet mellan de två kraftslagen.

Känslighetsberäkningar med MARKAL-modellen<sup>81</sup> visar att en sänkning av stödnivån från 15 öre/kWh till 10 öre/kWh får en relativt liten effekt på elproduktionssystemet. År 2010 har den landbaserade vindkraften minskat något. År 2020 påverkas inte scenarioräkningarna.

Sätts stödnivån till 5 öre/kWh blir effekten större. År 2010 bortfaller 7 TWh elproduktion från förnybara energikällor i alternativet där kärnkraftreaktorerna avvecklas efter 40 år och 5 TWh i alternativet där kärnkraftverken drivs vidare. Den största skillnaden är att ingen ny vindkraft byggs. Till största delen täcks bortfallet med ökad elimport och elproduktion i naturgaseldade kondenskraftverk. År 2020 blir det ingen introduktion av havsbaserad vindkraft vid en stödnivå på 5 öre/kWh i alternativet där kärnkraftreaktorerna avvecklas efter 40 år. Istället ökar

---

<sup>81</sup> Det finns flera dimensioner av funktionen hos ett elcertifikatsystem som MARKAL inte förmår beskriva. I verkligheten kommer nivån på certifikatpriset att påverkas av investerarnas förväntningar på certifikatsystemet, t ex långsiktigheten, hur mycket av aktuell produktion som kommer krävas, certifikatprisets förändring över tiden och teknikutvecklingen. I MARKAL finns inte dessa osäkerheter, eftersom modellen har perfekt överblick över framtiden. Detta betyder att man måste vara försiktig med tolkningen av modellresultaten. För utförligare beskrivning av känslighetsberäkningarna se underlagsrapporten "Beräkningar med MARKAL – Underlag till Energimyndighetens Klimatrapport 2001, ER 15:2001.

produktionen i naturgaseldade kondenskraftverk. I alternativet där kärnkraften drivs vidare kommer inte den havsbaserade vindkraften in för någon av de studerade bidragsnivåerna.

Effekten av de lägre stödnivåerna är alltså mindre år 2020 jämfört med år 2010. Detta beror på att elprisen stigit, vilket får till följd att lägre bidragsnivåer krävs för att göra de förnybara alternativen lönsamma. Det gäller särskilt i scenarioalternativet där kärnkraften börjar avvecklas.

Känslighetsanalysen visar att en högre stödnivå inte påverkar scenariorisultaten märkbart samt att det krävs en betydligt lägre stödnivå innan det sker större förändringar i elproduktionssystemet. En annan osäkerhet i scenariorisultatet är hur marknaden kommer att reagera på ett system för handel med certifikat. Framför allt på kort sikt är det osäkert hur marknaden kommer att reagera. På längre sikt antas att systemet etableras bland aktörerna och en större utbyggnad kan komma till stånd. En förutsättning för en kraftig utbyggnad av el från förnybara energikällor är dessutom att dagens tröghet i hanteringen av tillståndsprocessen minskar.

### **Importen av el**

Importen av el har begränsats i scenarierna. Den nordeuropeiska elmarknaden antas vara i balans, vilket betyder att produktionskapaciteten har anpassats till efterfrågan. Möjligheterna att importera har därför minskat. Nettoimporten begränsas vidare av att en del av överföringsförbindelserna måste reserveras för import till Sverige och Norge under torrår. Dessutom antas ny produktionskapacitet byggas i Sverige.

I scenarierna beräknas mellan 4 och 6 TWh nettoimporteras. Denna el produceras inte i Sverige och påverkar därför inte de svenska utsläppen av koldioxid. Däremot påverkas utsläppen i det land där elproduktionen sker. Utsläppens storlek varierar beroende på vilket land som exporterar el till Sverige.

För att illustrera hur stor betydelse denna import kan ha på utsläppen av koldioxid i Sverige har en beräkning gjorts där nettoimporten har satts till noll år 2020. De 4 TWh som beräknades importeras antas istället produceras i naturgaseldade kraftverk. Det skulle då ge 1,4 miljoner ton ytterligare utsläpp av koldioxid år 2020.

Sverige har utlandsförbindelser för el till Danmark, Tyskland, Finland, Norge och Polen. Generellt kan förutsättas att elen på den nordeuropeiska elmarknaden produceras i de anläggningar som har den lägsta produktionskostnaden. Vid varje givet tillfälle exporterar aktörer i länder med låga produktionskostnader till aktörer i länder med högre produktionskostnader.

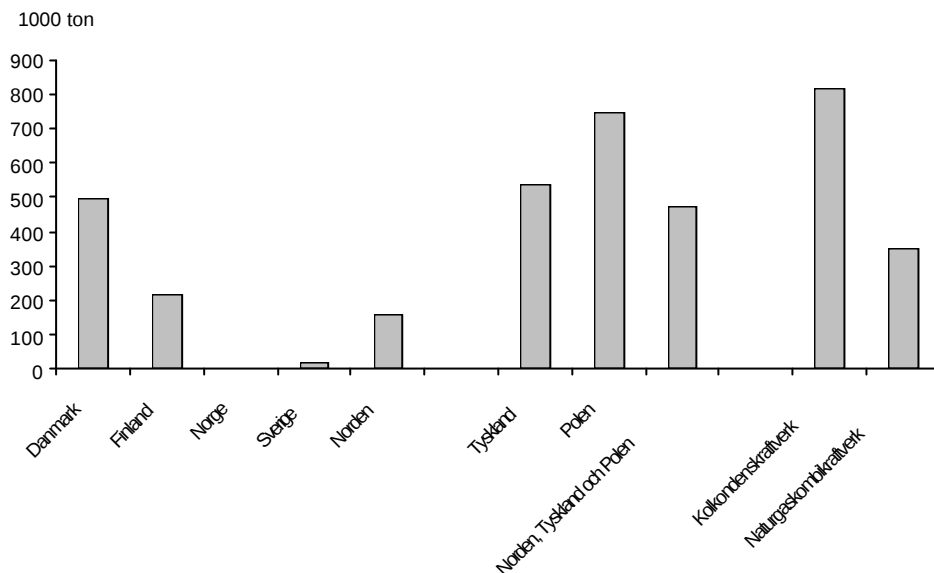
Handelsflödena i Nordeuropa påverkas av väderförhållandena. I Norge och Sverige finns en stor andel eluppvärmda hus, vilket medför att elbehovet ökar kraftigt under kalla perioder.

Även nederbördens storlek har stor inverkan på handelsflödena. Under torra år reduceras produktionsförmågan i de svenska och norska vattenkraftverken. Torrår innebär att importbehovet i dessa länder ökar kraftigt. Handelsflödena går då från länder med större andel förbränningsbaserad elproduktion till Sverige och Norge. Under våtar blir situationen den omvända.

I figur 10.4 redovisas genomsnittliga utsläpp av koldioxid per TWh el i Sverige samt i de länder som kan exportera el till Sverige. Figuren visar även utsläpp per TWh el för Norden och för Norden, Tyskland och Polen. Utsläppsnivåerna har beräknats genom att utsläppen från

elproduktionssektorn har dividerats med den totala elproduktionen inom landet. I figuren redovisas även utsläppen per TWh el producerad i kolkondens- och naturgaskombikraftverk.

**Figur 10.4 Genomsnittliga utsläpp av koldioxid per TWh el år 1997 samt utsläpp från produktion av 1 TWh el i kolkondenskraftverk och naturgaskombikraftverk.**



Anm. I Norden inkluderas inte Sverige

Källa: Egna beräkningar utifrån statistik från IEA, Electricity information. För Sverige är källan enbart egna beräkningar.

## 10.4 Energibalans

### Energianvändning

Under 1990-talet ökade den totala slutliga energianvändningen med drygt 5 procent. Mellan åren 1997 och 2010 beräknas den slutliga energianvändningen i Sverige öka med drygt 8 procent. För den andra prognosperioden, mellan 2010 och 2020 fortsätter den slutliga energianvändningen att öka. I transport- och industrisektorn ökar energianvändningen mer än i bostads- och servicesektorn.

Användningen av energi ser olika ut för år 2020 beroende på elproduktionssystemets sammansättning. I alt. 2 där reinvesteringar i kärnkraften genomförs blir elpriset högre vilket i sin tur påverkar elanvändningen i industri- och bostadssektorn, se vidare kapitel 10.7 och 10.8.

I den totala energianvändningen inkluderas även distributions- och omvandlingsförluster, inklusive förlusterna i kärnkraftverken. Detta medför att den totala användningen varierar mycket mellan de olika alternativa scenarierna för år 2020. I det alternativ där kärnkraftverken antas ha en livslängd på 40 år (alt. 2) är den totala energianvändningen lägre. Den totala energianvändningen ökar mellan åren 1997 och 2020 med drygt 11 procent i scenario 1 och med 4 procent i scenario 2.

## Energitillförsel

Den totala tillförseln av energi påverkas på samma sätt som användningen av hur stor kärnkraftproduktionen är, eftersom förlusterna i kärnkraften är så omfattande. Tillförseln av bränslen ökar i scenarierna, vilket bl.a. beror på ett ökat transportarbete och att en minskad elproduktion i kärnkraftverken medför en ökad förbränningsbaserad elproduktion.

Tillförseln av olja fortsätter att öka under perioden, den största ökningen sker i transportsektorn. Naturgastillförseln väntas också öka i scenarierna. Ungefär 30 TWh naturgas kan användas i Sverige utan att stamledningen behöver byggas ut. I alt. 2 där några kärnkraftsreaktorer läggs ned innan år 2020 kommer naturgasbaserad kraftproduktion in. Detta leder till en mycket kraftig ökning av naturgastillförseln. Den totala tillförseln av naturgas år 2020 i alt. 2 uppgår till 24 TWh, dvs. fortfarande inom ramen för den befintliga stamledningen. Även en betydande mängd vindkraft förväntas ersätta bortfallet av kärnkraftproduktion.

Antagandet om naturgaspriset år 2020 påverkar hur mycket naturgasanvändningen bedöms öka. Ett lägre naturgaspris än det som ligger till grund för scenarierna skulle kunna medföra att efterfrågan ökar inom både industrisektorn och i elproduktionen. Skulle detta bli fallet krävs utbyggnader av stamledningen för naturgas.

Biobränslena ökar kraftigt under scenarioperioden. Detta till följd av att biobränslen används allt mer för el- och fjärrvärmeproduktion. I och med antaganden om ett samlat stödsystem för el producerad med förnybara energikällor samt gällande skatteregler blir det mycket lönsamt att använda mer biobränslen i tillförselsektorn. Den totala tillförseln av biobränslen ligger inom ramen för gällande potentialbedömningar för Sverige. Det finns även möjlighet att importera biobränslen. I posten biobränsle, torv m.m. ingår även sopor och avlutar. I scenarierna beräknas andelen sopor öka medan andelen torv minskar<sup>82</sup>. Andelen sopor antas öka till följd av de regler om förbud för deponering av brännbart avfall som träder i kraft år 2002.

---

<sup>82</sup> I utsläppsberäkningen har torvanvändningen en relativt hög emissionsfaktor, 107 gram CO<sub>2</sub>/TJ.

**Tabell 10.11 Energiförsörjningen 1990–2020 samt utvecklingen under perioden, TWh och procent.**

|                                         | 1990  | 1997 | 1999 | 2005 | 2010 | 2020   | 2020   | Utveckling | Utveckling |
|-----------------------------------------|-------|------|------|------|------|--------|--------|------------|------------|
|                                         | basår |      |      |      |      | alt. 1 | alt. 2 | 1997-2020  | 1997-2020  |
|                                         |       |      |      |      |      |        |        | alt.1      | alt.2      |
|                                         |       |      |      |      |      |        |        | %          | %          |
| Användning                              |       |      |      |      |      |        |        |            |            |
| Slutlig energianvändning                | 365   | 382  | 384  | 400  | 415  | 435    | 432    | 14         | 13         |
| Varav:                                  |       |      |      |      |      |        |        |            |            |
| Industri                                | 140   | 153  | 153  | 162  | 172  | 183    | 178    | 20         | 17         |
| Transporter                             | 75    | 76   | 80   | 84   | 86   | 91     | 91     | 19         | 19         |
| Bostäder, service m.m.                  | 150   | 153  | 151  | 154  | 157  | 161    | 162    | 5          | 6          |
| Utrikes sjöfart                         | 15    | 23   | 26   | 29   | 32   | 38     | 38     | 65         | 65         |
| Icke energiändamål                      | 29    | 22   | 18   | 20   | 22   | 27     | 27     | 24         | 24         |
| Distributions- och omvandlingsförluster | 175   | 189  | 198  | 183  | 184  | 188    | 144    | -1         | -24        |
| varav förluster i kärnkraft             | 139   | 145  | 152  | 138  | 138  | 138    | 89     | -5         | -38        |
| Total användning                        | 583   | 616  | 625  | 632  | 653  | 688    | 641    | 12         | 4          |
| Tillförsel                              |       |      |      |      |      |        |        |            |            |
| Total bränsletillförsel                 | 298   | 327  | 326  | 345  | 363  | 398    | 417    | 22         | 27         |
| Varav:                                  |       |      |      |      |      |        |        |            |            |
| Oljeprodukter                           | 195   | 201  | 199  | 207  | 213  | 232    | 234    | 15         | 16         |
| Naturgas och stadsgas                   | 7     | 9    | 10   | 8    | 9    | 9      | 24     | 4          | 171        |
| Kol och koks                            | 30    | 27   | 26   | 27   | 27   | 27     | 27     | 2          | 0          |
| Biobränslen, torv m.m.                  | 67    | 90   | 91   | 102  | 114  | 129    | 132    | 42         | 46         |
| Spillvärme, vp-värme                    | 8     | 9    | 10   | 9    | 9    | 9      | 7      | 2,0        | -18        |
| Vattenkraft brutto                      | 73    | 70   | 72   | 68   | 70   | 71     | 72     | 1          | 3          |
| Kärnkraft brutto                        | 206   | 213  | 224  | 203  | 203  | 203    | 132    | -5,0       | -38        |
| Vindkraft brutto                        | 0     | 0    | 0    | 1    | 4    | 4      | 10     |            |            |
| Import-export el                        | -2    | -3   | -7   | 7    | 4    | 4      | 4      |            |            |
| Summa tillförsel                        | 583   | 616  | 625  | 632  | 653  | 688    | 641    | 12         | 4          |

1) Avser energin efter reaktorn enligt FN/ECE

2) Elinsatsen exkluderad.

Källa: SCB och egna beräkningar

## 10.5 Eltillförsel

Elanvändningen beräknas öka med ungefär 10 TWh, eller med 7 procent mellan åren 1997 och 2010. Under 1990-talet har ökningen inte varit lika stor. Mellan åren 1990 och 1999 har elanvändningen ökat med drygt 2 procent. Detta kan förklaras av den ekonomiska nedgången som innebär att elanvändningen stagnerade och för vissa år till och med minskade. Under scenarioperioden fram till år 2020 beräknas elanvändningen fortsätta öka.

På grund av osäkerhet om kärnkraftens livslängd visas två olika alternativ för perioden 2010-2020. I det ena fallet drivs kärnkraften vidare så länge den är lönsam (alternativ 1) och i det andra avvecklas kärnkraften efter 40 års drift (alternativ 2). För det första alternativet antas i beräkningarna att reinvesteringar genomförs i reaktorerna. Av denna anledning har

reinvesteringskostnaderna för en fortsatt drift bedömts. Den fortsatta driften av kärnkraftverken påverkar både elproduktionssystemets sammansättning och elprisets nivå.

Elanvändningen beräknas öka i båda scenarioalternativen och i alternativ 2 stängs flera reaktorer innan år 2020. Sammantaget beräknas detta leda till ett ökat behov av produktionskapacitet. Hur detta behov tillgodoses på marknaden är svårt att bedöma. Framtida teknikutveckling kan komma att påverka, men i scenarierna för perioden fram till 2020 har bara tekniker som redan i dag är relativt etablerade inkluderats. Hit räknas vissa ång- och gasturbinprocesser och vindkraft. I kapitel 10.10 beskrivs de tekniker som kan nå ett kommersiellt genombrott under perioden.

När och hur ny produktionskapacitet kommer in på elmarknaden beror på elanvändningens, elprisernas och skattesystemets utveckling. Även andra stödformer som investeringsstöd och driftsstöd påverkar. Efterfrågan på el ökar i scenarierna. Detta medför att allt dyrare kraftslag i det befintliga systemet utnyttjas. Slutligen kan nya kraftverk behöva byggas, vilket leder till högre elpriser.

### Etillförsel i dag

Den svenska elproduktionen sker i dag främst i vattenkraftverk och kärnkraftverk. En viss del av produktionen sker även i förbränningsbaserade anläggningar.

Normalårsproduktionen i de svenska *vattenkraftverken* varierar beroende på vilket statistikunderlag som produktionsvolymen baserar sig på. Tidigare har normalårsproduktionen för vattenkraften beräknats till 64,2 TWh, vilket baserar sig på statistikunderlag för åren 1950–1996. Med hänsyn till de senaste årens kraftiga tillrinning kan normalårsproduktionen revideras något. För att fastställa en ny normalårsproduktion i de svenska vattenkraftverken krävs dock ytterligare utredning. I scenarierna sätts normalårsproduktionen preliminärt till strax över 65 TWh.

Normalårsproduktionen motsvarar ungefär 45 procent av dagens totala elproduktion i Sverige. Vattenkraftproduktionen kan variera kraftigt eftersom tillrinningen varierar under året och mellan åren. Vid så kallade torrår kan vattenkraftproduktionen vara 10–15 TWh lägre än under ett normalår och under ett våtår kan situationen vara omvänd. Under hela 1990-talet har tillrinningen, med undantag för 1996, varit över den normala.

Den installerade effekten i *vindkraftverken* har ökat kraftigt de senaste tio åren. Trots detta utgjorde den år 2000 endast cirka 0,8 procent av den totalt installerade effekten för elproduktion i Sverige. Inom vindkrafttekniken har utvecklingen gått mot lägre produktionskostnader, större aggregat och bättre överföring av el till det allmänna nätet.

Produktionsförmågan i de svenska *kärnkraftverken* uppgår i dagsläget till drygt 68 TWh, under förutsättning att inget produktionsbortfall uppkommer i form av oplanerade avställningar.<sup>83</sup>

*Konventionell värmekraft* omfattas av elproduktionstekniker som baserar sig på förbränning av olika bränslen i både ång- och gasturbinprocesser. Aktuella bränslen är kol, olja, naturgas, torv samt biobränslen och avfall. Under basåret 1997 användes mest olja, följt av biobränslen och kol, i de konventionella värmekraftverken.

I Norden finns en lång tradition av *kraftutbyte mellan länderna*. Under senare år har detta samarbete utvecklats till en integrerad elmarknad med en gemensam handelsplats, Nord Pool. Vid varje

---

<sup>83</sup> Produktionsbortfall definieras som tillgänglighetsberoende respektive icke tillgänglighetsberoende bortfall. Tillgänglighetsberoende produktionsbortfall är sådant som periodiska prov, fel och revision. Icke tillgänglighetsberoende bortfall utgörs av coast-down, nedreglering, kylvattenpåverkan och yttre fel.

givet tillfälle exporterar aktörer i länder med låga produktionskostnader till aktörer i länder med högre produktionskostnader. Kraftutbytet varierar över året, veckan och dygnet.

En viktig uppgift för kraftutbytet mellan Sverige, Norge, Danmark och Finland är att balansera tillfälliga under- och överskott av el. Handelströmmarna varierar därför under året och mellan åren bland annat beroende på temperatur, nederbörd och konjunktursvängningar. Norge och Sverige är även under år med normal nederbörd beroende av elimport vissa delar av året.

Under hela 1990-talet, med undantag för torråren 1994 och 1996, har Sverige nettoexporterat el till grannländerna. Under år 2000 förändrades dock situationen, då nettoimporterade Sverige 7,5 TWh el. Den främsta förklaringen ligger i att det fanns gott om billig vattenkraft i Norge och Sverige. Värmekraftanläggningarna fick svårt att konkurrera med vattenkraften eftersom Norden har en gemensam elmarknad där produktionen sker i de anläggningar som har lägst kostnad.

## Beräkningsförutsättningar

### *Stödsystem till förnybar elproduktion*

I scenarierna ges stöd till el från förnybara energikällor. I detta stöd inkluderas biobränslebaserad elproduktion, vindkraft samt investeringar och utbyggnader av vattenkraften.

Nivån på stödet har satts till 15 öre/kWh. För närvarande utreds hur ett system för handel med certifikat för el från förnybara energikällor kan utformas. Priset på certifikaten (stödet till el från förnybara energikällor) kommer att bero på vilken kvot som sätts för den sammanlagda andelen förnybar el i produktionen. Priset kommer att variera över tiden. I scenarierna antas 15 öre/kWh gälla under hela scenarioperioden.

### *Kärnkraften*

I scenarierna har den andra reaktorn i Barsebäck avvecklats före år 2005, vilket innebär att produktionsförmågan reduceras med drygt 4 TWh. För de övriga reaktorerna antas i alternativ 1 att det sker reinvesteringar som förlänger livstiden för verken. I alternativ 2 antas en livslängd på 40 år. I *tabell 10.12* redovisas den installerade effekten i kärnreaktorerna, vilket år de startade och vilket år de stängs vid en antagen livslängd på 40 år.

**Tabell 10.12 De svenska reaktorernas effekt, startår samt slutår vid en livslängd på 40 år.**

| Reaktor      | Startår | Slutår med en livslängd på 40 år | Effekt (MW) |
|--------------|---------|----------------------------------|-------------|
| Barsebäck 2  | 1977    | Innan 2005                       | 600         |
| Oskarshamn 1 | 1972    | 2012                             | 445         |
| Oskarshamn 2 | 1974    | 2014                             | 605         |
| Oskarshamn 3 | 1985    | 2025                             | 1 160       |
| Ringhals 1   | 1976    | 2016                             | 835         |
| Ringhals 2   | 1975    | 2015                             | 875         |
| Ringhals 3   | 1981    | 2021                             | 918         |
| Ringhals 4   | 1983    | 2023                             | 923         |
| Forsmark 1   | 1980    | 2020                             | 968         |
| Forsmark 2   | 1981    | 2021                             | 969         |
| Forsmark 3   | 1985    | 2025                             | 1 158       |

### *Reinvesteringskostnader för fortsatt drift av kärnkraftverken*

Det finns ingen möjlighet att exakt beräkna hur stora de framtida kostnaderna för att förlänga kärnkraftsreaktorernas tekniska livslängd kan komma att bli. Kostnaderna beror bl.a. på vilka driftsförhållanden som uppstår, vilka säkerhetskrav som ställs på anläggningen och på vilken effekt reaktorn har.

I en underlagsrapport till Energikommissionen redovisar kraftföretagen sin syn på kärnkraftsverkens livslängd, varvid ekonomiska överväganden redovisas<sup>84</sup>. I rapporten konstateras att den genomsnittliga kostnaden per reaktor under perioden 1983–1994 har legat på nivån 200 Mkr/år. Med hänsyn till att kraven kan komma att öka framöver uppskattas i rapporten att denna kostnad kan komma att öka till cirka 250 Mkr/år och reaktor.

Under senare delen av 1990-talet har betydande investeringar gjorts i flera kärnkraftsverk<sup>85</sup>. Med tanke på detta samt med utgångspunkt i de förslitningar som uppdagats under renoveringarna bedöms en investeringsnivå på i genomsnitt 300 Mkr/år och reaktor vara ett rimligt antagande i scenarioräkningarna. Denna investeringstakt innebär kostnader på 4 öre/kWh. I dag ligger den totala produktionskostnaden, dvs. inklusive både fasta och rörliga kostnader, för kärnkraftproducerad el mellan 17 och 19 öre/kWh.

### *Kraftvärme*

När efterfrågan på el stiger måste allt dyrare kraftslag i det befintliga systemet utnyttjas och slutligen kan nya kraftverk behöva byggas, vilket leder till högre elpriser. I scenarierna beräknas nyttjandet av befintlig kraftvärme öka dessutom tillkommer ny produktionskapacitet i fjärrvärmenäten och inom kraftvärmeindustrin.

När och hur ny kraftvärme kan komma in i systemet beror på elanvändningens, elprisernas, skattesystemets (inklusive eventuella andra stödformer) och värmeunderlagets utveckling. Livslängden på befintliga värmeproduktionsanläggningar inverkar också på när nya kraftvärmeverk kan komma in i systemet. Lönsamheten för kraftvärme är störst i de fall valet står mellan att investera i ny värmeproduktion eller i kraftvärme.

### *Import och export av el*

I dagsläget finns en relativt stor överkapacitet i Sveriges grannländer, framför allt i Danmark och Tyskland. På lång sikt förväntas överkapaciteten reduceras på den konkurrensutsatta elmarknaden. Detta medför att överskottet av elproduktionskapacitet i Sveriges grannländer kommer att minska. På lång sikt kommer därför Sveriges möjligheter till import att minska.

Med ett antagande om ”business as usual” i scenarierna för perioden fram till 2020 antas ny kraftproduktion byggas i Sverige.

En annan situation skulle kunna vara att kraftproduktionen byggs utanför Sverige och att elen transporteras mellan länderna. Aktörerna skulle då behöva förstärka överföringskapaciteten för att kunna sälja kraften i Sverige. För detta krävs emellertid att kostnaderna för att bygga och driva ny kraftproduktion skiljer sig åt ganska väsentligt mellan länderna. För tillstånd att bygga överföringsförbindelser till utlandet krävs dessutom beslut av regeringen.

Även politiska och miljömässiga restriktioner i Sverige skulle kunna motivera att ny kraftutbyggnad förläggs utanför Sverige och att kraften sedan överförs på förstärkta förbindelser.

---

<sup>84</sup> De svenska kärnkraftverkens livslängd, januari 1995.

<sup>85</sup> Se bilaga 6 ”Reinvesteringsbehov i kärnreaktorerna”.

Utgångspunkten för scenarioberäkningarna är att dagens energi- och miljöpolitik gäller i de nordiska länderna, vilket omfattar dagens skatter, avgifter och övriga regler.

Vidare förutsetts att elhandeln liksom i dag fortsätter ha en systemreglerande funktion. En del överföringskapacitet måste finnas för att balansera tillfälliga under- och överskott i systemen. Hur stor nettoimporten kan bli under ett normalår beror framför allt på hur Sverige och Norge kan hantera ett eller flera torrår. En del av överföringsförbindelserna måste reserveras för import till Sverige och Norge under torrår. I beräkningarna har nettoimporten ett normalår begränsats till 7 TWh år 2010. Då antas det fortfarande finnas viss överkapacitet tillgänglig i systemet som helhet, dvs. hela Norden. För år 2020 har nettoimporten i beräkningarna begränsats till 4 TWh. Eftersom systemet som helhet antas vara i balans år 2020 innebär det att Sverige som nettoimportör har ett underskott av produktionskapacitet inom landet.

### **Utvecklingen fram till 2010**

Fram till år 2010 beräknas utvecklingen oavsett vilket alternativ som gäller för kärnkraften vara densamma.

Före år 2005 beräknas elproduktionskapaciteten i *kärnkraftverken* minska med ungefär 4 TWh till följd av stängningen av Barsebäck 2. De övriga reaktorerna kommer att finnas kvar under perioden fram till 2010. Vid en livslängd på 40 år för kärnkraftreaktorerna stängs den första reaktorn år 2012.

Resultaten visar att behovet av nettoimport blir lägre år 2010 än den begränsning på 7 TWh som antagits, se förutsättningar ovan. Detta kan förklaras av att elproduktionen från förnybara energikällor beräknas bli allt mer lönsam. Den biobränslebaserade kraftvärmeproduktionen och vindkraften väntas kunna ta del av det samlade stödsystem som lämnas till el från förnybara energikällor och därmed sänks kostnaderna.

Den förbränningsbaserade elproduktionen beräknas öka, framför allt i kraftvärmeverken. År 1997 stod fossila bränslen, dvs. olja, kol och naturgas, för drygt 70 procent av bränsleinsatsen för elproduktion och biobränslen för 28 procent. År 2010 beräknas andelen biobränslen ha ökat till 46 procent medan de fossila bränslena beräknas ha minskat till 54 procent.

Det samlade stödet för el från förnybara energikällor gör det också lönsamt att genomföra effektiviseringar i befintlig vattenkraftkapacitet och bygga småskaliga vattenkraftstationer. Sammantaget beräknas detta ge en ökad produktionsförmåga på drygt 3 TWh för vattenkraften under ett normalår.

### **Scenario fram till 2020, alternativ 1**

De antagna kostnaderna för reinvesteringar i kärnkraften i alternativ 1 medför att kärnkraften fortsätter vara lönsam. Reaktorerna kommer därför att finnas kvar i stället för att ny produktionskapacitet, t ex naturgasbaserad elproduktion och havsbaserad vindkraft, byggs.

Elproduktionen i kraftvärmeverk väntas öka i både industrin och fjärrvärmenäten. Den största ökningen står kraftvärmeverken i fjärrvärmenäten för. En ökad användning av fjärrvärme ökar möjligheterna till kraftvärmeproduktion i fjärrvärmenäten samtidigt som stödet till el från förnybara energikällor gör det lönsamt att investera i biobaserade kraftvärmeverk istället för värmeverk. Inom industrin ger den växande industriproduktionen ökade möjligheter att producera el. En del av den ökande elproduktionen inom industrin kan hänföras till stödet på 15 öre/kWh till el från förnybara energikällor, som gör det lönsamt att producera el med biobränslen.

Den totala bränsletillförseln för elproduktion beräknas öka till följd av den ökande elanvändningen. Den biobränslebaserade elproduktionen väntas öka, eftersom den blir lönsam genom stödsystemet för el från förnybara energikällor. De fossila bränslena får därmed en reducerad andel av den totala bränsleinsatsen till elproduktion. För år 2020 beräknas möjligheterna till import utnyttjas fullt ut.

### **Scenario fram till 2020, alternativ 2**

I det andra alternativet stängs kärnkraftreaktorerna efter en livslängd på 40 år. Produktionsbortfallet medför ett ökat behov av ny elproduktionskapacitet. Produktionsbortfallet för de reaktorer som antas stängas mellan 2010–2020 motsvarar drygt 20 TWh. Flera faktorer påverkar vilka produktionsslag som kommer in på marknaden, däribland produktionskostnader, eventuella statliga stöd samt hur elpriset utvecklas.

Det ökade behovet av ny produktionskapacitet beräknas i scenariot för år 2020 tillgodoses genom en ökad elproduktion från biobränslebaserade kraftvärmeverk, vindkraftverk, vattenkraftverk och naturgasbaserade kombikondensverk.

Landbaserad vindkraft är i dagsläget en väl etablerad teknik och till följd av sjunkande kostnader, förväntningar om stigande intäkter samt stödsystem väntas den landbaserade vindkraften expandera. Havsbaserad vindkraft har i dag en högre kostnad, vilket beror på att installationen är mer komplicerad. Detta leder till att en kraftig expansion av havsbaserade vindkraftverk fördröjs och det krävs ett högre elpris för att tekniken ska bli konkurrenskraftig på marknaden. Av denna anledning är det bara i alternativ 2 som havsbaserad vindkraft beräknas expandera kraftigt under scenarioperioden fram till 2020.

I alternativ 2 stängs fyra reaktorer utöver Barsebäck 2 innan år 2020. Dessa fyra reaktorer är de minsta, men de ger ett samlat effektbortfall på 2 760 MW. Detta medför att risken för effektbrist är större. År 2020 stängs ytterligare en reaktor. Produktionskapaciteten i kärnkraftverken beräknas ha minskat till drygt 40 TWh till år 2020. Efter 2020 stängs de resterande reaktorerna, vilket medför ett produktionsbortfall på drygt 40 TWh. Detta medför en omfattande påverkan på elsystemet.

En stor andel vindkraftverk i elsystemet kan få konsekvenser för effektbalansen. Hur stor produktion av vindkraft och annan oreglerbar kraft som elsystemet klarar begränsas av tillgången på reglerbar kraft. Detta beskrivs mer ingående i nästkommande kapitel nedan om den framtida elproduktionens påverkan på elsystemet.

Naturgasbaserad kombikondenskraft beräknas utgöra en del av det ytterligare kraftbehovet i scenariot. Hur stor andel som kommer in beror mycket på vilket naturgaspris som antas.

Scenarioanalysen utgår från ett antagande om relativt kraftiga prisökningar på naturgas mellan åren 2010 och 2020. Detta ökar möjligheterna för den havsbaserade vindkraften att komma in på marknaden. År 2020, när produktionsbortfallet från kärnkraften antas uppgå till drygt 20 TWh, beräknas ungefär 6 TWh produceras i havsbaserade vindkraftverk. Med ett lägre naturgaspris år 2020 skulle istället mera naturgasbaserad elproduktion byggas.

Under perioden mellan 2020 och 2025 stängs de resterande reaktorerna. Utifrån samma antagande som gäller i scenarierna för år 2020 skulle det bli fossilbränslebaserad elproduktion som ersätter den nedlagda kärnkraftkapaciteten efter 2020.

**Tabell 10.13 Elbalans 1990–2020, TWh och procent**

|                               | Basår        |              |              |              |              |              | Procentuell förändring |                      |                            |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
|                               | 1990         | 1997         | 1999         | 2005         | 2010         | 2020 alt 1   | 2020 alt 2             | 1997-2020 alt 1      | 1997-2020 alt 2            |
| <b>Användning</b>             |              |              |              |              |              |              |                        |                      |                            |
| <b>Total användning netto</b> | <b>139,9</b> | <b>142,6</b> | <b>143,3</b> | <b>148,4</b> | <b>152,0</b> | <b>158,4</b> | <b>153,6</b>           | <b>11</b>            | <b>8</b>                   |
| varav:                        |              |              |              |              |              |              |                        |                      |                            |
| Industri                      | 53,0         | 52,7         | 54,5         | 56,7         | 58,6         | 62,0         | 59,2                   | 18                   | 12                         |
| Transporter                   | 2,5          | 3,0          | 3,0          | 3,1          | 3,2          | 3,2          | 3,2                    | 7                    | 7                          |
| bostäder, service m.m.        | 65,0         | 69,6         | 68,9         | 71,8         | 74,2         | 76,9         | 75,9                   | 10                   | 9                          |
| <b>Tillförsel</b>             |              |              |              |              |              |              |                        |                      |                            |
| Nettoproduktion               | 141,7        | 145,3        | 150,8        | 141,8        | 147,9        | 154,3        | 149,6                  | 6                    | 3                          |
| därav:                        |              |              |              |              |              |              |                        |                      |                            |
| Vattenkraft                   | 71,4         | 68,2         | 70,9         | 66,2         | 68,6         | 69,2         | 70,1                   | 1<br>21              | 3<br>52                    |
| Vindkraft                     | 0,0          | 0,2          | 0,4          | 1,4          | 3,9          | 4,2          | 10,5                   | gånger <sup>1)</sup> | gånger <sup>1)</sup>       |
| Kärnkraft                     | 65,2         | 66,9         | 70,2         | 63,6         | 63,6         | 63,6         | 41,3                   | -5                   | -38                        |
| Kraftvärme i industrin        | 2,6          | 4,2          | 3,9          | 4,5          | 4,9          | 5,6          | 6,4                    | 33                   | 52                         |
| Kraftvärme i fjärrvärmesystem | 2,2          | 5,3          | 5,2          | 6,0          | 6,8          | 11,7         | 13,5                   | 121                  | 156                        |
| Kondens fossila bränslen      | 0,2          | 0,4          | 0,2          | 0,1          | 0,1          | 0,0          | 7,9                    | -100                 | 20<br>gånger <sup>1)</sup> |
| Gasturbiner                   | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0                    |                      |                            |
| Import-export                 | -1,8         | -2,7         | -7,5         | 6,6          | 4,2          | 4,0          | 4,0                    |                      |                            |
| <b>Total tillförsel netto</b> | <b>139,9</b> | <b>142,6</b> | <b>143,3</b> | <b>148,4</b> | <b>152,0</b> | <b>158,4</b> | <b>153,6</b>           | <b>11</b>            | <b>8</b>                   |

1) Anges inte i procent utan i antal gånger produktionen ökar.

**Tabell 10.13a Insatt bränsle för elproduktion, TWh och procent**

|                       |            |             |             |             |             |             |             | Utveckling         |                         |
|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------------|
|                       | 1990       | 1997        | 1999        | 2005        | 2010        | 2020 alt 1  | 2020 alt 2  | 1997-2020 alt 1, % | 1997-2020 alt 2, %      |
| <b>Bränsleinsats:</b> | <b>7,1</b> | <b>13,9</b> | <b>13,2</b> | <b>14,2</b> | <b>15,7</b> | <b>22,5</b> | <b>38,8</b> | <b>62</b>          | <b>179</b>              |
| Oljor (inkl gasol)    | 1,8        | 5,6         | 5,0         | 5,1         | 4,5         | 4,0         | 4,4         | -29                | -22                     |
| Naturgas              | 0,5        | 0,7         | 0,6         | 0,5         | 0,7         | 1,0         | 15,7        | 40                 | 22 gånger <sup>1)</sup> |
| Biobränslen, torv mm  | 2,5        | 3,9         | 3,6         | 4,6         | 7,3         | 14,8        | 15,5        | 272                | 291                     |
| Kol (inkl hyttgas)    | 2,4        | 3,7         | 4,0         | 3,9         | 3,2         | 2,8         | 3,2         | -24                | -12                     |

1) Anges inte i % utan i antal gånger produktionen ökar.

### Påverkan på elsystemet

I scenarieberäkningarna för perioden fram till 2020 väntas förändringar ske i den installerade elproduktionskapaciteten. Dessa förändringar påverkar elsystemet på flera sätt.

Gemensamt för båda scenarierna för år 2020 är att den andra reaktorn i Barsebäck avvecklas innan 2005 och att andelen vindkraft- och biobränslebaserade kraftvärmeverk ökar. Dessa

produktionsslag har en lägre utnyttjnings- och tillgänglighetsgrad jämfört med kärnkraftverken. I alternativ 2, när kärnkraften börjar avvecklas efter 40 års drift, ökar vindkraften betydligt till år 2020. Även användningen av naturgas till elproduktion ökar markant.

Elektrisk kraft kan inte lagras utan måste produceras i samma takt som den används. I dagens elsystem är vattenkraftstationer och regleringsmagasin utformade för att snabbt kunna möta den variation i elektrisk belastning som elkundernas olika förbrukningsmönster ger upphov till. Vid en kraftig vindkraftsutbyggnad kommer en betydande del av elproduktionen att bestämmas av vindförhållandena och kommer således att variera. Detta kan medföra att balansregleringen mellan produktion och konsumtion blir mycket svårare. Inverkan av stora vindvariationer kan mildras om vindkraftsaggregaten sprids i olika delar av landet.

Trots att det finns tillräckliga reserver i det nordiska kraftsystemet för att täcka energibehovet under år med normal nederbörd är produktionskapaciteten redan i dag knapp vid toppar i elförbrukningen. Norge och Sverige är beroende av elimport under vissa delar av året även under normala år. Vid år med extremt lite nederbörd kan det bli energibrist i Norden och vid en längre tids kyla kan det bli ett kraftigt effektunderskott.

Risken för effektbrist i Sverige varierar mellan olika områden. Sverige är uppdelat i tre olika områden, det norra, mellersta och södra. Uppdelningen beror på de flaskhalsar som finns i överföringsnäten samt att elproduktionen är stor i norr medan den största förbrukningen finns i söder. Det är därför framför allt i Syd- och Mellansverige som risken för effektbrist är störst.

I båda scenarierna stängs Barsebäck 2 innan år 2005, vilket innebär att risken för effektbrist ökar markant i södra Sverige. Den första reaktorn i Oskarshamn får då en ännu större betydelse för effektbalansen i södra Sverige. Vid effektbrist är bortkoppling av områden det enda sättet att upprätthålla frekvensen i elnätet.

I scenariot med 40 års livslängd på reaktorerna är det de två minsta reaktorerna som stängs först, Barsebäck 2 och Oskarshamn 1. Påverkan på energitillförseln blir inte så stor men eftersom dessa två reaktorer är belägna i södra Sverige medför det en ännu större risk för effektbrist i området. Oskarshamn 1 stängs år 2012. För att möjliggöra bibehållen effektbalans vid denna stängning måste stora förändringar i det svenska eldistributionssystemet ske. Antingen genom att installera nya produktionsanläggningar med hög utnyttjningsgrad i det södra området eller genom att öka överföringskapaciteten.

Fyrtio års livslängd på reaktorerna medför att de reaktorer som ligger i det mellersta området kommer att börja stängas år 2014, vilket ställer stora krav på att ny elproduktionskapacitet byggs. År 2025 kommer alla reaktorer att vara stängda.

I scenarierna för år 2020 beräknas naturgasbaserade kombikondenskraftverk byggas. De nya kombikraftverken bör med tanke på utformningen av dagens överföringssystem vara lokaliserade i närheten av de nedlagda kärnkraftreaktorerna. Dagens utbyggda naturgasnät finns i de sydvästra delarna av landet medan Forsmark- och Oskarshamnsverken är placerade i de östra delarna.

#### *Det nordeuropeiska elsystemet*

Svensk kärnkraft utgör i dagsläget en del av baskraften i det nordeuropeiska elsystemet. I begreppet baskraft ingår produktionskapacitet som har hög utnyttjnings- och tillgänglighetsgrad. I dag produceras kraften i det nordeuropeiska elsystemet i de anläggningar som har lägst produktionskostnad. Detta har lett till att produktionsanläggningar med höga kostnader har lagts ned för att de inte är lönsamma på dagens elmarknad. En stor del av den nedlagda

produktionskapaciteten består av baskraftanläggningar. En följd av detta är att efterfrågan på baskraft kommer att öka i hela Europa. Den framtida avvecklingen av kärnkraft i Sverige och Tyskland kommer att öka behovet av ny baskraft ytterligare.

En stor andel vindkraftverk i det nordeuropeiska elsystemet innebär att snabbstartad reservkapacitet måste finnas tillgänglig för att säkerställa effektbalansen vid de tillfällen som vindkraften inte kan producera el.

## **10.6 Fjärrvärme**

Fjärrvärme används framför allt till uppvärmning av bostäder och lokaler. En mindre del används inom industrin. Från 1990 till 1999 har användningen ökat med 10 TWh, vilket är en ökning med 23 procent. Under samma period har användningen av biobränslen i fjärrvärmeproduktionen ökat från 10 TWh till drygt 26 TWh. Insatsen av kol har minskat från 9 TWh till 3 TWh. Orsaken till denna utveckling är skillnader i beskattning. Biobränslen är obeskattade medan fossila bränslen är belagda med bl.a. energi- och koldioxidskatt. Från 1990 till 1999 har den sammanlagda skatten på kol ökat från drygt 5 öre/kWh till drygt 18 öre/kWh.

År 1999 svarade olika bränslen för omkring 75 procent av insatsen av energibärare till fjärrvärmeproduktionen. Biobränslen utgjorde drygt 50 procent. För den övriga insatsen svarade elpannor, värmepumpar och spillvärme. För jämförelsens skull bör nämnas att olja svarade för drygt 90 procent av insatsen år 1980.

### **Scenarier 2010-2020**

#### *Användningen ökar*

Fjärrvärmeanvändningen fortsätter att öka under scenarioperioden. Den sammanlagda ökningen bedöms uppgå till 19 procent mellan 1997 och 2020. Den kraftigaste ökningen sker under den första delen av perioden då användningen ökar med drygt 6 TWh inom bostadssektorn.

#### *Förändringar i tillförseln*

Den största förändringen inom fjärrvärmetillförseln förväntas vara sammansättningen av energibärare. Användningen av fossila bränslen, värmepumpar och elpannor beräknas minska till förmån för en ökad användning av biobränslen.

År 2020 förväntas användningen av biobränslen uppgå till ungefär 40 TWh, vilket är drygt 85 procent av den totala bränsletillförseln. Prisrelationen mellan de olika bränslena gör att det är lönsamt även under scenarioperioden att använda biobränslen. Priset på biobränsle förväntas vara konstant medan priset på fossila bränslen ökar något. Förutom en fortsatt substitution av bränslen i befintliga anläggningar förväntas en ökad utbyggnad av biokraftvärme när gamla hetvattencentraler tas ur drift.

Värmotillförseln från elpannor bedöms minska till följd av det högre elpriset. Elpannorna bedöms även i viss mån läggas ner i förtid eftersom produktionskostnaden är hög. Dagens värmepumpar har hunnit bli ganska gamla och kommer att behöva reinvesteringar för att förlänga livslängden eller ersättas av ny kapacitet. Ett högre elpris påverkar värmepumparnas lönsamhet. Viss nybyggnation och reinvestering bedöms ske i scenarierna. Trots detta minskar tillförseln av fjärrvärme från värmepumpar.

**Tabell 10.14 Fjärrvärmebalans, åren 1990,1997,1999 samt scenarier för åren 2010 och 2020, TWh**

|                          | 1990        | 1997        | 1999        | 2005        | 2010        | 2020<br>(1) | 2020<br>(2) | Procentuell<br>förändring |                    |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|--------------------|
|                          |             |             |             |             |             |             |             | 1997-2020<br>(1) %        | 1997-2020<br>(2) % |
| <b>Användning</b>        |             |             |             |             |             |             |             |                           |                    |
| Total slutlig användning | 34,3        | 41,9        | 43,3        | 45,9        | 48,0        | 49,9        | 49,8        | 19                        | 19                 |
| Därav:                   |             |             |             |             |             |             |             |                           |                    |
| Industri                 | 3,6         | 4,3         | 4,0         | 4,6         | 5,0         | 5,9         | 5,8         | 38                        | 36                 |
| Bostäder, service m.m.   | 30,7        | 37,6        | 39,3        | 41,3        | 43,0        | 44,0        | 44,0        | 17                        | 17                 |
| Distr. & omv. förluster  | 6,8         | 7,9         | 7,0         | 6,8         | 6,7         | 6,9         | 7,1         | -12                       | -11                |
| <b>Total användning</b>  | <b>41,1</b> | <b>49,8</b> | <b>50,3</b> | <b>52,7</b> | <b>54,8</b> | <b>56,8</b> | <b>56,9</b> | 14                        | 14                 |
| <b>Tillförsel</b>        |             |             |             |             |             |             |             |                           |                    |
| <i>Bränsleinsats:</i>    |             |             |             |             |             |             |             |                           |                    |
| Olja inklusive gasol     | 4,1         | 6,1         | 5,1         | 4,3         | 3,6         | 2,4         | 2,6         | -61                       | -57                |
| Biobränslen              | 10,4        | 23,9        | 24,8        | 30,3        | 34,9        | 39,9        | 41,9        | 67                        | 75                 |
| Kol inklusive hyttgas    | 8,2         | 4,0         | 3,3         | 2,8         | 2,3         | 1,4         | 1,5         | -65                       | -62                |
| Naturgas                 | 2,0         | 3,1         | 3,2         | 3,0         | 2,8         | 2,5         | 2,6         | -21                       | -17                |
| <i>Övrig tillförsel:</i> |             |             |             |             |             |             |             |                           |                    |
| Elpannor                 | 6,3         | 1,8         | 1,5         | 0,9         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | -100                      | -100               |
| Värmepumpar              | 7,1         | 7,0         | 7,5         | 7,2         | 6,9         | 6,3         | 4,0         | -10                       | -43                |
| Spillvärme <sup>1</sup>  | 3,0         | 3,8         | 4,8         | 4,3         | 4,3         | 4,3         | 4,3         | 13                        | 13                 |
| <b>Total tillförsel</b>  | <b>41,1</b> | <b>49,8</b> | <b>50,3</b> | <b>52,7</b> | <b>54,8</b> | <b>56,8</b> | <b>56,9</b> | 14                        | 14                 |

Alt. 1: Kärnkraften antas drivas vidare så länge den är lönsam. En bedömning av de reinvesteringar som krävs har gjorts.

Alt. 2: Kärnkraften avvecklas efter 40 års livslängd.

<sup>1)</sup> Värme mottagen från industri och sektorn bostäder, service m.m.

Anm. P g a avrundning stämmer inte alltid delsummorna med totalsumman.

## 10.7 Industrin

I Sverige svarar ett fåtal energiintensiva branscher för mer än två tredjedelar av industrins totala energianvändning. Dessa är massa- och pappersindustrin, järn-, stål- och metallverken samt kemisk industri. Deras sammanlagda andel av industrins totala produktionsvärde är dock betydligt lägre och uppgår till knappt en fjärdedel, vilket framgår av *tabell 10.15*. Verkstadsindustrin räknas inte som energiintensiv, men använder mycket energi i absoluta termer pga. sin stora produktionsvolym.

**Tabell 10.15 Fördelning av industrins produktionsvärde, energi- och elanvändning, procent, 1999**

|                             | Andel av produktionsvärde | Andel av energi-användningen | Andel av elanvändningen |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Massa- och pappersindustri  | 8                         | 46                           | 41                      |
| Järn-, stål- och metallverk | 5                         | 16                           | 14                      |
| Kemisk industri m.m.        | 12                        | 7                            | 13                      |
| Verkstadsindustri           | 49                        | 8                            | 13                      |
| Övrig industri              | 27                        | 23                           | 19                      |
| Summa                       | 100                       | 100                          | 100                     |

Inom de enskilda branscherna har olika energibärare olika stor betydelse. Kol och koks används framför allt inom järn- och stålindustrin och svarar för över hälften av branschens energianvändning. Biobränslen spelar en viktig roll inom trävaru-, massa- och pappersindustrin, medan olja används i de flesta branscher. Även el används i stor utsträckning inom alla branscher. I metall-, kemi-, verkstads- och gruvindustrin är el den enskilt största energibäraren. Massa- och pappersindustrin använder mest el jämfört med övriga branscher, räknat i såväl absoluta termer som i relation till branschens produktion.

På kort sikt är produktionsvolymen avgörande för energianvändningen i industrin. Detta gäller särskilt inom de energiintensiva branscherna. På längre sikt påverkas industrins totala energianvändning av flera faktorer som exempelvis teknisk utveckling, energipriser och strukturförändringar.

### Utvecklingen under 1990-talet.

#### *Produktionsutveckling*

Till följd av den djupa lågkonjunktur som rådde i Sverige under början på 1990-talet minskade industriproduktionen kraftigt. Produktionsminskningar förekom i större eller mindre omfattning i alla branscher. Industrins totala produktionsvärde minskade med över tio procent mellan åren 1989–1992. För de ur energisynpunkt viktiga branscherna massa- och pappersindustrin samt järn- och stålindustrin uppgick produktionsminskningarna till 3,3 respektive 15 procent. Under 1993 och 1994 vände dock den nedåtgående trenden. Produktionen ökade kraftigt i flera av de för energianvändningen viktiga branscherna. Speciellt järn- och stålindustrin, men även massa- och pappersindustrin ökade produktionen från mitten av 1990-talet. Den största produktionsökningen skedde inom verkstadsindustrin. Mellan 1993–1999 ökade industriproduktionen i genomsnitt med 7 procent per år, vilket kan jämföras med åren 1990–1993 då produktionen minskade med 3,5 procent per år.

#### *Energianvändning*

Eftersom energianvändningen på kort sikt är starkt beroende av produktionsvolymen minskade användningen kraftigt under början 1990-talet. Mellan 1989–1992 minskade den totala energianvändningen med över 12 TWh eller drygt 8 procent. En stor del kan tillskrivas

produktionsminskningen men det fanns även andra faktorer som påverkade både energianvändningen och dess sammansättning. År 1991 införde Sverige som första land i världen en koldioxidskatt. Detta fick till följd att den fossila bränsleanvändningen minskade kraftigt. År 1993 sänktes koldioxidskatten för industrin för att återigen höjas år 1996. Mönstret för olje användningen följer under denna period relativt väl de skattenivåer som industrin belastades med, se även bilaga 7, Känslighetsanalyser.

År 1994 ökade flera energiintensiva branscher sin produktion kraftigt vilket omgående påverkade energianvändningen. Mellan 1994 och 1999 ökade den totala energianvändningen med ca 6 procent. Olje användningen ökade också till följd av produktionsökningarna men är trots en högre produktionsnivå lägre än under 1970–1980 -talen. Elanvändningen följer utvecklingen av den totala energianvändningen och ökade mellan åren 1993–1999 med ca 9 procent. Det bör också nämnas att biobränsleanvändningen ökat med över 21 procent mellan åren 1990–1999. Naturgasen har haft en liknande utveckling.

### Beräkningsförutsättningar och antaganden

Den genomsnittliga årliga tillväxten i industrins produktionsvärde förväntas uppgå till 2,3 procent fram till 2010 och med 2,1 procent fram till 2020. Den största tillväxten beräknas ske i verkstadsindustrin, med i genomsnitt 3,3 respektive 2,9 procent per år.

**Tabell 10.16 Industrins produktionsvärde och genomsnittlig årlig procentuell förändring 1990 och 1997 samt scenarioräkning år 2010 och 2020, Mdr SEK**

|                            | 1990  | %     | 1997 2010 scenario<br>Basår | 2020<br>scenario | 1997-<br>2010<br>% | 2010-<br>2020<br>% |
|----------------------------|-------|-------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Gruvindustri               | 10,8  | -4,6  | 10,3                        | 11,1             | 7,8                | 0,0                |
| Livsmedelsindustri         | 104,5 | 3,8   | 108,5                       | 112,8            | 4,0                | 5,1                |
| Teknoindustri              | 13,7  | -16,8 | 11,4                        | 11,6             | 1,8                | 3,4                |
| Trävaruindustri            | 50,0  | -6,0  | 47,0                        | 51,5             | 9,6                | 7,2                |
| Massa- och pappersindustri | 71,0  | 11,7  | 79,3                        | 97,5             | 23,0               | 7,2                |
| Grafisk industri           | 51,9  | -2,3  | 50,7                        | 60,8             | 19,9               | 3,0                |
| Kemisk industri            | 95,1  | 25,7  | 119,5                       | 158,6            | 32,7               | 16,6               |
| Petrokemisk industri       | 25,9  | 10,0  | 28,5                        | 30,0             | 5,3                | 16,0               |
| Jord- och stenindustri     | 22,9  | -31,4 | 15,7                        | 17,0             | 8,3                | 5,9                |
| Järn- och stålindustri     | 40,5  | 21,7  | 49,3                        | 61,7             | 25,2               | 15,6               |
| Metallverksindustri        | 16,2  | 1,2   | 16,4                        | 19,4             | 18,3               | 10,3               |
| Verkstadsindustri          | 327,5 | 45,5  | 476,5                       | 730,9            | 53,4               | 33,7               |
| Annan industri             | 23,7  | 11,4  | 26,4                        | 26,9             | 1,9                | 10,8               |
| Totalt industri            | 827,1 | 22,2  | 1 011,0                     | 1 359,8          | 34,5               | 22,6               |

Anm: Utvecklingen mellan åren 2010 och 2020 avser alternativ 1.

Källa: Konjunkturinstitutet och SCB.

Energibeskattningen från 1 januari 2001 antas gälla under den hela studerade perioden (se kapitel 10.2). Förutom de generella nedsättningsreglerna för beskattning av industrin finns ytterligare två regler, 0,8- och 1,2-procentsreglerna<sup>86</sup>. Den senare gäller enbart tillverkare av cement, kalk, glas och sten och innebär att koldioxidskatt som överstiger 1,2 procent av försäljningsvärdet återbetalas. Den förra regeln innebär att alla företag vars skattekostnad för koldioxid överstiger

<sup>86</sup> 1,2 % regeln är tidsbegränsad till den 31/12 år 2002. För 0,8 % regeln finns ingen tidsbegränsning.

0,8 procent av försäljningsvärdet erhåller ytterligare nedsättning. Skattekostnaden av den del som överstiger gränsvärdet uppgår till cirka 12,5 procent av den generella koldioxidskatten.<sup>87</sup>

Förutom utvecklingstakten i de enskilda delbranscherna, beror utvecklingen av energianvändningen på hur industrins struktur förändras samt i vilken omfattning energieffektiviseringar äger rum. Effektiviseringarna antas huvudsakligen ske vid investeringar i ny produktionskapacitet där ny teknik utnyttjas, men även kontinuerligt i samband med reinvesteringar och förbättringar av befintliga produktionsanläggningar. Tillväxttakterna i de enskilda branscherna innebär en fortsatt strukturuomvandling. De energiintensiva branschernas andel av den totala industrins produktion har stor betydelse för industrins specifika energianvändning. Dessa branschers andel av det totala produktionsvärdet beräknas minska under hela scenarioperioden. Strukturuomvandlingen och energieffektiviseringen kommer följaktligen att innebära att den specifika energianvändningen för industrin som helhet minskar.

### Scenario till år 2010

I scenariot fram till år 2010 beräknas energianvändningen i industrin öka från 153 till knappt 172 TWh, eller med 12 procent. Under perioden förutsätts industriproduktionen öka med drygt 34 procent. Av resultaten framgår att den specifika energianvändningen beräknas minska med 16 procent för hela perioden och den specifika elanvändningen med drygt 17 procent.

Utvecklingen av energianvändningen skiljer sig åt mellan olika branscher. I *tabell 10.17* redovisas hur utvecklingen fördelat sig mellan branscherna mellan åren 1990–1997 samt hur fördelningen ser ut i referensscenariot fram till år 2010.

Användningen av kol och koks beräknas öka. Användningen av kol beräknas öka i en högre takt främst beroende på ny processteknik som tillåter högre inblandning av kol i reduktionsprocessen inom järn- och stålindustrin. Bidragande till kolets ökande andel är också att de svenska koksverken har nått sitt kapacitetstak.

Oljeanvändningen beräknas öka svagt. Detta beror främst på att den i särklass största oljeanvändaren, massa- och pappersindustrin, väntas öka sin användning av biobränslen på oljans bekostnad. Ökningen av biobränslen skulle kunna bli ännu större men det finns tendenser till att skogsindustrin delvis säljer sina restbränslen till andra sektorer. Incitamenten till sådan försäljning beror på att tillverkningsindustrin betalar 35 procent av den generella koldioxidskatten, vilket gör oljeanvändning förhållandevis billigare inom industrin jämfört med övriga sektorer, med undantag av elsektorn.

Det är i första hand järn- och stålindustrin som genom ökad produktion ökar sin oljeanvändning och därmed bidrar till att användningen totalt sett ökar.

Naturgasen beräknas öka endast marginellt. Prismässigt är naturgasen konkurrenskraftig jämfört med oljan vilken den i första hand skulle ersätta. Användningen kan dock inte öka i någon större utsträckning utan att infrastrukturen byggs ut.

Fjärrvärmeanvändningen beräknas öka med cirka 0,8 TWh till 5 TWh. Den största enskilda ökningen förväntas ske inom verkstadsindustrin. Den kraftigt ökade produktionstillväxten

---

<sup>87</sup> Detta är en underskattning vad gäller diesel och gasol. Dessa bränslen kommer att beskattas med en högre procentsats till följd av EU:s mineraloljedirektiv 92/81/EEG och 92/82/EEG.

innebär att behovet av lokalytor ökar. Liknande tendenser förekommer även inom den icke-energiintensiva delen av industrin, exempelvis i delar av den kemiska industrin.<sup>88</sup>

Elanvändningen, inkl el i raffinaderier, beräknas öka med knappt 6 TWh till knappt 60 TWh år 2010. Den enskilt största ökningen i elanvändningen antas ske i massa- och pappersindustrin där användningen beräknas öka med drygt 2 TWh. Detta är ett resultat av antagandena om branschens tillväxt. Dagens kapacitet bedöms behöva byggas ut. Även om det under perioden kommer att ske större investeringar syftar dessa främst till att öka produktionskapaciteten. Den specifika användningen kan därmed förväntas minska något. Även i järn- och stålindustrin väntas elanvändningen öka något främst till följd av kapacitetsökningar inom produktionen av råstål.

### **Scenario 2010–2020**

Två scenarier har beräknats för perioden mellan åren 2010–2020. I alt. 1 fortsätter kärnkraftverken producera el fram till 2020, med undantag för den andra reaktorn i Barsebäck. Elpriserna antas vara i stort sett oförändrade. I alt. 2 avvecklas kapaciteten efter 40 års drift. Elpriserna stiger till närmare 30 öre per kWh.

#### *Alt. 1 Svagt ökade elpriser.*

I scenariot mellan åren 2010–2020 beräknas energianvändningen fortsätta öka från 172 TWh till drygt 183 TWh. Under perioden bedöms industriproduktion öka med ca 22 procent. I absoluta tal ökar produktionsvärdet med ca 307 Mdr. Av dessa står verkstadsindustrin för inte mindre än 247 Mdr. Energianvändningen bedöms öka i en lägre takt jämfört med perioden 1997–2010, vilket beror dels på teknikutveckling, dels på en ökande andel icke-energiintensiv industri.

Det framgår i *tabell 10.18* att den specifika energianvändningen såväl som den specifika elanvändningen fortsätter att minska med 15 respektive 14 procent.

Kolets andel i förhållande till koksanvändningen bedöms fortsätta öka under denna period. Förklaringen är densamma som för den föregående perioden.

Oljeanvändningen bedöms öka från ungefär 20 till 24 TWh under denna period. Jämfört med föregående period är det en kraftigare ökning, vilket kan förklaras med att en ökande andel av skogsindustrins restbränslen (biobränslen) säljs ut till andra sektorer och ersätts med olja. Det finns incitament för detta till följd av att industrin betalar 35 procent av den generella koldioxidskatten medan övriga sektorer, förutom elsektorn, belastas med full koldioxidskatt.

Elanvändningen bedöms öka med 3,4 TWh. Den ökade elanvändningen bedöms till största delen ske inom elintensiva branscher såsom massa- och pappersindustrin samt järn-, stål- och metallindustrin.

#### *Alt 2 Högre elpriser*

Antagandet om ett högre elpris får effekter på industrins energianvändning. Elanvändningen väntas i detta scenario uppgå till drygt 59 TWh, dvs. 3 TWh lägre än i alternativet med lägre elpriser. Elpriset på 30 öre får även mindre effekter på kol-, koks- och oljeanvändningen vilkas användning förväntas minska något.

---

<sup>88</sup> Fjärrvärmeanvändningen kan potentiellt påverkas av att företag inom massa- och pappersindustrin samt järn- och stålindustrin säljer anläggningar för värmeproduktion till energibolag som sedan säljer tillbaka fjärrvärmen. Detta har bl.a. skett vid SCA Ortvik. En sådan utveckling leder till ökad fjärrvärmeanvändning. En annan effekt är att energianvändningen inom industrin minskar eftersom förlusterna nu tillskrivs värmesektorn.

Effekten av det högre elpriset kan beskrivas i två delar. Dels en produktionseffekt dvs. produktionen minskar till följd av ökade produktionskostnader, dels en substitutionseffekt, dvs. att andra energibärare blir relativt sett billigare i förhållande till el.

Produktionseffekten antas i detta fall ta sig uttryck i att de elintensivaste branscherna antingen kommer att lägga ned sin produktion eller förlägga den i något annat land. De branscher som i första hand bedöms avveckla sin produktion är tillverkning av primäraluminium samt tillverkning av ferrolegeringar. Enbart dessa branscher använder över 2,5 TWh el i dag. Ett elpris på 30 öre kommer även att påverka verksamheten inom vissa elintensiva delar av kemisk industri samt tillverkning av mekanisk massa samt tidningspapper.

Till följd av att ett par elintensiva branscher avvecklar eller minskar sin produktion påverkas även kol och koks samt oljeanvändningen som minskar något.

Substitutionseffekten bedöms i detta fall ha mindre effekt, vilket kan förklaras med att el är en högkvalitativ energibärare som är svår att ersätta i de branscher där det vore ekonomiskt intressant att substituera el för något annat energislag.

#### *Scenarioreultatet i relation till den historiska utvecklingen*

Under scenarioperioden 1997–2020 ökar industrins energianvändning med närmare 30 TWh. Under den föregående trettioårsperioden, alltså från 1970 och fram till i dag, har energianvändningen varit oförändrad, trots att industriproduktionen ökat med över 70 procent.

Under scenarioperioden antas industriproduktionen växa något långsammare jämfört med den historiska utvecklingen samtidigt som det antas en fortsatt teknikutveckling och strukturomvandling. I detta perspektiv kan den beräknade ökningen av användningen fram till 2020 verka kraftig.

En förklaring till att industrins användning inte ökat från 1970 och fram till i dag är att det under 1970- och 1980 -talen skedde en omfattande konvertering från olja till el. Övergången från olja till el döljer att den nyttiggjorda energianvändningen inom industrin har ökat.

Industrins oljeanvändning har sedan mitten av 1970-talet minskat från cirka 74 TWh till drygt 20 TWh. Under samma period har elanvändningen endast ökat från cirka 33 TWh till drygt 53 TWh. Omvandlingsförlusterna har alltså flyttats till ett tidigare led. Fjärrvärmens bidrar också till att dölja det ökade behovet av nyttiggjord energi. Om omvandlingsförlusterna från industrins elanvändning redovisats på industrisektorn skulle energianvändningen ha ökat under den senaste trettioårsperioden. Möjligheterna att ersätta olja eller öka elanvändningen i samma utsträckning som det gjorde mellan 1970 och 1990 existerar inte under denna scenarioperiod och därför blir det ökade energibehovet synligt på ett annat sätt än vad som var fallet under 1970- och 1980-talen.

**Tabell 10.17 Energianvändningen i olika branscher 1990, 1997 och 1999 samt scenario för 2010 och 2020, TWh**

|                            | 1990  | 1999  | 1997<br>Basår | 2010  | 2020<br>Alt.1 | 1997-2010<br>% | 2010-2020<br>% |
|----------------------------|-------|-------|---------------|-------|---------------|----------------|----------------|
| Gruvindustri               | 4,0   | 4,1   | 4,5           | 4,5   | 4,5           | 0,0            | 0,0            |
| Livsmedelsindustri         | 7,2   | 6,8   | 6,8           | 7,0   | 7,3           | 2,9            | 4,3            |
| Textilindustri             | 1,1   | 0,9   | 0,9           | 0,9   | 0,9           | 0,0            | 0,0            |
| Trävaruindustri            | 9,5   | 13,2  | 13,1          | 14,0  | 15,1          | 6,9            | 7,9            |
| Massa- och pappersindustri | 61,3  | 70,3  | 68,6          | 78,5  | 82,7          | 14,4           | 5,4            |
| Grafisk industri           | 0,7   | 0,8   | 0,8           | 0,8   | 0,8           | 0,0            | 0,0            |
| Gummiindustri              | 0,4   | 0,7   | 0,7           | 0,7   | 0,7           | 0,0            | 0,0            |
| Kemisk industri m.m.       | 9,6   | 9,5   | 9,7           | 11,7  | 12,2          | 20,6           | 4,3            |
| Petroleum- och kolindustri | 1,0   | 0,8   | 0,8           | 0,9   | 1,0           | 12,5           | 11,1           |
| Jord- och stenindustri     | 7,4   | 5,3   | 5,5           | 5,7   | 5,9           | 3,6            | 3,5            |
| Järn- och stålverken       | 18,6  | 21,1  | 20,9          | 23,5  | 26,2          | 12,4           | 11,5           |
| Metallverk                 | 3,8   | 3,6   | 3,6           | 4,1   | 4,5           | 13,9           | 9,8            |
| Verkstadsindustri          | 11,6  | 11,4  | 11,8          | 13,1  | 14,6          | 11,0           | 11,5           |
| Annan industri             | 3,5   | 2,4   | 3,0           | 3,0   | 2,9           | 0,0            | -3,3           |
| Industrin totalt           | 139,8 | 150,1 | 149,7         | 168,6 | 179,3         | 12,6           | 6,3            |

Alt. 1: Kärnkraften antas drivas vidare så länge den är lönsam. En bedömning har gjorts för de reinvesteringskostnader som krävs.

Anm: Totalsiffrorna i tabellen ovan stämmer inte helt överens med totalsiffrorna i tabell 18 där energianvändningen fördelas per energislag. Detta beror på att olika statistikällor används.

**Tabell 10.18 Industrins energianvändning 1990, 1997 och 1999 samt scenario för år 2010 och 2020, TWh**

| Energislag                                                | 1990  | 1999  | Basåret<br>1997 | 2010  | 2020<br>Alt. 1 | 2020<br>Alt. 2 | 1997-<br>2010<br>% | 2010-<br>2020(1)<br>% | 2010-<br>2020(2)<br>% |
|-----------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|----------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Energikol                                                 | 7,1   | 4,9   | 5,3             | 6,1   | 6,8            | 6,3            | 15                 | 11                    | 3                     |
| Koks <sup>1)</sup>                                        | 9,7   | 9,9   | 10,6            | 11,5  | 12,0           | 11,5           | 8                  | 4                     | 0                     |
| Biobränsle, torv m.m. <sup>2)</sup>                       | 42,8  | 52,2  | 51,5            | 60,4  | 61,6           | 61,6           | 17                 | 2                     | 2                     |
| Naturgas                                                  | 2,8   | 3,7   | 3,1             | 3,5   | 3,7            | 3,6            | 13                 | 6                     | 3                     |
| Dieselolja                                                | 0,3   | 0,2   | 0,2             | 0,2   | 0,2            | 0,2            | 0                  | 0                     | 0                     |
| Eldningsolja 1                                            | 4,6   | 3,6   | 4,9             | 5,2   | 6,4            | 6,2            | 6                  | 23                    | 19                    |
| Eldningsolja 2-5                                          | 11,6  | 13,6  | 14,5            | 14,9  | 17,7           | 17,5           | 3                  | 19                    | 17                    |
| Gasol                                                     | 4,1   | 5,9   | 5,5             | 6,1   | 6,5            | 6,3            | 11                 | 7                     | 3                     |
| Stadsgas <sup>3)</sup>                                    | 0,1   | 0     | 0               | 0     | 0              | 0              | 0                  | 0                     | 0                     |
| Fjärrvärme                                                | 3,6   | 4,0   | 4,3             | 5,0   | 5,9            | 5,8            | 16                 | 18                    | 16                    |
| El                                                        | 53,0  | 54,5  | 52,7            | 58,6  | 62,0           | 59,2           | 11                 | 6                     | 1                     |
| Totalt                                                    | 140   | 153   | 153             | 172   | 183            | 178            | 12                 | 6                     | 3                     |
| Produktionsvärde Mdr<br>SEK                               | 828   | 1 116 | 1 011           | 1 360 | 1 667          | 1 646          | 34,5               | 22,6                  | 21,0                  |
| Specifik energi-<br>användning, kWh/<br>krona prod. värde | 0,169 | 0,137 | 0,151           | 0,126 | 0,110          | 0,108          | 16                 | 15                    | 14                    |
| Specifik elanvändning,<br>kWh/ krona prod.<br>Värde       | 0,064 | 0,049 | 0,052           | 0,043 | 0,037          | 0,037          | 17                 | 14                    | 14                    |

**Alt. 1:** Kärnkraften antas drivas vidare så länge den är lönsam. En bedömning har gjorts för de reinvesteringskostnader som krävs. **Alt. 2:** Kärnkraften avvecklas efter 40 års livslängd.

**1)** Koks omfattar även koks- och masugns gas. **2)** I biobränslen ingår även massa- och pappersindustrins avlutar.

**3)** Stadsgas redovisas tillsammans med naturgas för prognosåren.

Anm. P g a avrundning överensstämmer totalsumman inte alltid med summan av delposterna.

Källa: SCB och egna beräkningar.

## **10.8 Bostäder, service m.m.**

Energianvändningen i sektorn bostäder, service m.m. uppgick 1999 till 151 TWh, vilket motsvarade knappt 40 procent av Sveriges totala slutliga energianvändning<sup>89</sup>.

Närmare 87 procent av energianvändningen i sektorn utgörs av användning i bostäder och lokaler. Energin används för uppvärmning av ytor och vatten samt drift av apparater. De areella näringarnas energianvändning motsvarar cirka 5 procent av sektorns totala användning, fritidshusen står för drygt 1 procent och övrig service för 7 procent. I övrig service ingår byggsektorn, gatu- och vägbelysning, avlopp och reningsverk samt el- och vattenverk.

Eftersom en stor del av energianvändningen i sektorn går till uppvärmning är temperaturförhållandena avgörande för hur stor användningen blir. För att kunna jämföra energianvändningen mellan olika år temperaturkorrigeras användningen. Under 1999, ett år som var avsevärt varmare än ett normalår, var den faktiska energianvändningen nästan 6 TWh lägre än den temperaturkorrigerade.

### **Utvecklingen under 1990-talet**

Under 1990-talet har den temperaturkorrigerade energianvändningen i sektorn varierat mellan 154 och 161 TWh. Den totala användningen har inte följt någon tydlig trend. Användningen ökade mot mitten av perioden och har sedan minskat något de senaste åren. År 1999 uppgick den temperaturkorrigerade användningen till ungefär 157 TWh.

Den relativt stabila energianvändningen kan delvis förklaras av det låga bostadsbyggandet. Sett till 1990-talet som helhet har nybyggnationen varit mycket låg. De uppvärmda ytorna har ökat endast marginellt.

Ändringar i energibeskattningen och möjlighet till investeringsbidrag har påverkat övergången från olja till andra energibärare. Användningen av eldningsoljor för uppvärmning minskade med knappt 35 procent mellan 1990 och 1999. I småhus har oljan i första hand ersatts med el och i flerbostadshusen med fjärrvärme. Fjärrvärmeanvändningen har under perioden ökat från 34 TWh till 42 TWh, medan elanvändningen har pendlat mellan 67 TWh och 72 TWh. I denna siffra ingår, förutom elvärme, även hushållsel och driftel. Hushållselen har stigit under hela perioden.

På kortare sikt är energianvändningen mindre känslig för prisförändringar, vilket beror på att hushållen har svårt att ändra sina levnadsvanor och apparatinnehav. Förändrade priser på el respektive olja påverkar på kort sikt främst de som har möjlighet att skifta mellan olika typer av bränslen och el för uppvärmning i flexibla system. Det är framför allt i småhusen som kombipannorna finns och därmed även möjligheten till ett snabbt bränslebyte. Även flerbostadshus och lokaler har denna möjlighet, men inte i samma utsträckning. Uppskattningsvis kan 10-20 procent av den totala energianvändningen för uppvärmning på drygt 100 TWh alterneras mellan el, olja och i viss mån ved och på så sätt snabbt anpassa uppvärmningen efter priserna.

På lång sikt leder höjda energipriser till att energibesparande åtgärder såsom tilläggsisolering, installation av tre- och fyrglasfönster och värmepumpar blir lönsamma och vidtas i större omfattning. Även hushållsmedlemmarnas beteende, t ex i form av inomhustemperatur och duschvanor, påverkas när priserna stiger. Höjda energipriser kan således verka dämpande på energianvändningen i sektorn.

---

<sup>89</sup> Den slutliga energianvändningen avser energi i omvandlad form, t.ex. bensin, el, flis och värme, och inkluderar inte omvandlingsförlusterna.

## Beräkningsförutsättningar och antaganden

Beräkningarna av energianvändningen inom bostäder, service m.m. baseras bl.a. på antaganden om bostads- och lokalbeståndet, energipriser, investeringskostnader, teknisk utveckling samt privat och offentlig konsumtion. Dessutom tas hänsyn till att det finns en viss tröghet när hushåll och företag ska anpassa sig till nya förutsättningar.

Uppvärmda ytor har stor betydelse för utvecklingen av energianvändningen inom bostads- och servicesektorn. Nybyggnation och tillbyggnad påverkar storleken på totala uppvärmda ytor inom sektorn och således även uppvärmningsbehovet. Även hushållsel och driftel ökar när ytorna expanderar.

Prognosen från Boverket tyder på en relativt låg nivå i bostadsbyggandet fram till år 2010. I genomsnitt färdigställs cirka 20 000 bostäder per år. Enligt byggprognosen för åren 2010-2020 kommer nybyggnationen att öka. Det årliga antalet färdigställda bostäder förväntas ligga mellan 25 000 och 30 000. Ungefär hälften av bostäderna är småhus, den andra hälften flerbostadshus.

Utvecklingen av energipriserna har stor betydelse för energianvändningens utveckling. Relativpriserna mellan olika energislag, tillsammans med investeringskostnader, verkningsgrader och vald kalkylränta avgör om det är lönsamt för ett hushåll att konvertera, t ex övergå från oljeuppvärmning till fjärrvärme. Andra faktorer som kan påverka hushållens och företagets incitament att investera i energibesparande åtgärder är hur skatte- och taxeringsreglerna är utformade.

Till följd av antaganden om fortsatt låga energipriser beräknas takten för energieffektiviseringen för uppvärmning bli låg under perioden 1997–2020. Den specifika nettoanvändningen av energi för uppvärmning, d v s användningen av energi för uppvärmning i förhållande till bostads- eller lokalytan, väntas genom effektiviseringar minska med 0,05 procent per år för småhus och med 0,1 procent per år för flerbostadshus och lokaler. Förutom effektiviseringsåtgärder inverkar vald inomhustemperatur och varmvattenanvändning på den specifika nettoanvändningen.

Förbättrade årsmedelsverkningsgrader i uppvärmningssystemen minskar också energianvändningen för uppvärmning. De årsmedelsverkningsgrader som använts i scenarierna tar hänsyn till pannverkningsgraden, spillvärme, distributionsförluster samt brister i injustering och reglersystem. Under perioden 1997–2020 bedöms årsmedelsverkningsgraderna förbättras. De största förbättringarna antas för ved- och oljepannor eftersom även pannverkningsgraderna antas bli högre.

Antalet värmepumpar förväntas öka fram till år 2020. En värmepump tar värme från berg, jord, luft eller vatten och avger den till husets värmesystem. Den kan komplettera ett befintligt värmesystem, eller ingå i ett helt nytt värmesystem. Värmepumparna som använder värme från uteluften eller återvinner värmen ur ventilationsluften är lämpade som kompletterande värmekällor, medan värmepumpar som tillgodogör sig värmen i berg, mark eller sjövattnen kan tillgodose 80-90 procent av ett småhus årsbehov av uppvärmning och varmvatten. Återstående 10-20 procent av värmebehovet tillgodoses vanligtvis av en elkassett eller oljepanna. En värmepump av det senare slaget genererar 2-3 gånger så mycket energi som används för driften.

Den förväntade ökningen av värmepumpar innebär att den faktiska energianvändningen för uppvärmning och varmvatten minskar. Värmepumpar drivs nästan uteslutande med el, men huruvida elanvändningen ökar eller inte beror på vilket uppvärmningssystem som används i utgångsläget. Är huset uppvärmt med el från början minskar elanvändningen, men om huset däremot är uppvärmt med olja kommer elanvändningen att öka. Värmepumpar installeras i

scenarierna framför allt i oljeuppvärmda hus då deras nettoenergianvändning är högre än de eluppvärmdas. En högre energianvändning gör att lönsamheten i att investera i en värmepump blir högre.

I scenarierna har antagits att hushåll som vill fortsätta elda med olja när pannan har gått sönder inte investerar i en ren oljepanna utan en kombipanna. Att även kunna använda el innebär visserligen en extra kostnad, men när investeringen är gjord finns möjligheten att välja det som för tillfället är billigast. Exempelvis under sommaren, när eltarifferna är låga, utnyttjas ofta el för att få värme och varmvatten. Dessutom ger investeringen en ökad säkerhet. Skulle t ex brännaren i pannan gå sönder kan el utnyttjas för uppvärmning tills felet är åtgärdat.

I den befintliga bebyggelsen väntas den höga tillväxten i den privata konsumtionen bidra till en ökning av hushållselanvändningen, då apparatinnehavet enligt beräkningarna ökar mer än effektiviseringen i framför allt flerbostadshusen. Förklaringen är att innehav av t ex diskmaskin och egen tvättmaskin beräknas öka i lägenheter. I dagsläget är andelen lägenheter som är utrustade med tvätt- och diskmaskin relativt lågt. Dessutom ingår i beräkningarna att antalet datorer och TV-apparater fortsätter att öka i hemmen. Därtill kommer användning av hushållsel i de nybyggda bostäderna. Driftelen beräknas också öka, vilket förklaras av nybyggnationen av lokaler.

### **Scenario 1997–2010**

Beräkningarna för år 2010 visar en fortsatt stabil utveckling av energianvändningen i bostads- och servicesektorn. Fördelningen mellan olika energibärare kommer dock att fortsätta förändras. El- och fjärrvärmeanvändningen beräknas fortsätta öka, medan oljeanvändningen minskar.

Elanvändningen beräknas framför allt öka för drift av apparater, men en del av ökningen kan hänföras till ökad elvärme. Hushållsel och driftel beräknas öka med 3,5 TWh och elvärmen med 0,8 TWh.

Anledningen till att elanvändningen beräknas öka inom uppvärmningen är framför allt att cirka 80 procent av de nybyggda småhusen antas installera någon form av elvärme. En förklaring till att det installeras så mycket elvärme, trots de höga rörliga kostnaderna, är att installationskostnaderna är låga och att elvärme är ett relativt underhållsfritt uppvärmningssystem. Även konverteringar från rena oljepannor till kombipannor i småhussektorn bidrar till att elvärmen ökar i beräkningarna.

För år 1997 genererade de berg-, jord- och sjövärmepumpar som fanns installerade i småhus, flerbostadshus och lokaler cirka 6,5 TWh värme. Till följd av att fler värmepumpar beräknas installeras fram till år 2010 kommer värmen som de genererar fortsätta öka och år 2010 beräknas den uppgå till 7,6 TWh.

Viss konvertering till värmepumpar och fjärrvärme av småhus och flerbostadshus med elpanna verkar dämpande på ökningstakten för elvärmen.

Den beräknade ökningen av fjärrvärme med 4,4 TWh mellan åren 1997 och 2010 förklaras av att det sker en anslutning till fjärrvärmenätet i samband med nybyggnation samt en konvertering från oljeuppvärmda hus och hus med vattenburen elvärme.

I nybyggda flerbostadshus och lokaler antas fjärrvärme installeras och svara för cirka 80 procent av uppvärmningen. Andelen som installerar fjärrvärme är något högre för flerbostadshus än för

lokaler, då flerbostadshus ofta ligger i städernas centrala delar och möjligheten att ansluta byggnaden till befintliga fjärrvärmenät är större.

Den minskade oljeanvändningen, 6,7 TWh, beror på antagandet om konvertering till fjärrvärme och installation av värmepumpar. En mindre andel oljeuppvärmda byggnader beräknas börja använda pellets. Pellets antas användas i mindre panncentraler som t.ex. sköts av det kommunala energibolaget. Till en panncentral kan en anläggning eller ett eller flera flerbostadshus kopplas. I småhus kan individuella pellets pannor installeras eller alternativt ansluts en mindre grupp småhus till en panncentral som eldas med pellets.

**Tabell 10.19 Temperaturkorrigerad energianvändning inom bostäder, service m.m. fördelad på olika energislag åren 1990, 1997 och 1999, beräknade värden för åren 2010 och 2020, TWh.**

|                                    | 1990         | 1999         | 1997<br>basår | 2010         | 2020<br>alt 1 | 2020<br>alt 2 | 1997-<br>2010<br>% | 2010-<br>2020(1)<br>% | 2010-<br>2020(2)<br>% |
|------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Total energianvändning</b>      | <b>162,3</b> | <b>156,6</b> | <b>156,3</b>  | <b>157,2</b> | <b>161,2</b>  | <b>162,2</b>  | 0,6                | 2,5                   | 3,2                   |
| El, totalt                         | 68,2         | 70,3         | 70,3          | 74,2         | 76,9          | 75,9          | 5,5                | 3,6                   | 2,3                   |
| Elvärme                            | 29,0         | 22,8         | 26,8          | 27,6         | 26,0          | 25,0          | 3,0                | -5,8                  | -9,4                  |
| Hushållsel                         | 17,9         | 19,2         | 18,7          | 21,1         | 23,2          | 23,2          | 12,8               | 10,0                  | 10,0                  |
| Driftel i lokaler                  | 15,8         | 19,2         | 18,0          | 18,5         | 20,8          | 20,8          | 2,8                | 12,4                  | 12,4                  |
| Elanvändning inom areella näringar | 1,5          | 1,4          | 1,6           | 1,5          | 1,4           | 1,4           | -6,3               | -6,7                  | -6,7                  |
| Elanvändning inom övrig service    | 4,0          | 7,7          | 5,2           | 5,5          | 5,5           | 5,5           | 5,8                | 0,0                   | 0,0                   |
| Fjärrvärme, totalt                 | 34,5         | 41,7         | 38,6          | 43,0         | 44,0          | 44,0          | 11,4               | 2,3                   | 2,3                   |
| Oljor, totalt                      | 45,1         | 31,6         | 34,1          | 26,8         | 26,0          | 27,8          | -21,4              | -3,0                  | 3,7                   |
| Trädbränslen                       | 12,5         | 10,8         | 11,3          | 11,2         | 12,4          | 12,6          | -0,9               | 10,7                  | 12,5                  |
| Gas                                | 1,4          | 2,1          | 1,9           | 2,1          | 1,9           | 1,9           | 10,5               | -9,5                  | -9,5                  |
| Kol                                | 0,5          | 0,0          | 0,1           | 0,0          | 0,0           | 0,0           | -100,0             | 0,0                   | 0,0                   |

Alt. 1: Kärnkraften antas drivas vidare så länge den är lönsam. En bedömning har gjorts för de reinvesteringsskostnader som krävs.

Alt 2: Kärnkraften avvecklas efter 40 års livslängd.

Anm. Oljorna är inklusive gasol. Gas avser stadsgas och naturgas.

Källa: SCB, Årliga balanser och Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler samt egna beräkningar.

### Scenario 2010–2020

Enligt beräkningarna för perioden 2010–2020, kommer den totala energianvändningen i sektorn bostäder, service m.m. öka med mellan 2,5 och 3,2 procent beroende på vilket antagande som görs om elprisets utveckling. Ökningen innebär att energianvändningen kommer att ligga på samma nivå som i början av 1990-talet.

I alt. 1 där kärnkraften drivs vidare och elpriset ligger kvar på ungefär samma nivå som 2010 beräknas en ökad el-, fjärrvärme- och trädbränsleanvändning. Oljeanvändningen förväntas fortsätta minska, men inte alls i samma utsträckning som under perioden 1997–2010. Den totala elanvändningen beräknas öka med 2,7 TWh mellan åren 2010 och 2020, medan ökningen för fjärrvärmen väntas bli 1 TWh.

Den ökade användningen av trädbränslen utgörs framför allt av pellets. Mellan 2010 och 2020 väntas användningen öka från 0,6 TWh till cirka 2 TWh. Den främsta anledningen är att det ekonomiskt sett förväntas vara fördelaktigt med pellets i kombination med att användarnas inställning under denna period antas bli mer positiv. Vissa begränsningar har dock antagits bl.a. eftersom pelletsanvändning är utrymmeskrävande.

Trots en ökning av den totala elanvändningen beräknas elvärmen minska fram till 2020. I småhusen är det främst el i kombipannor som väntas minska, medan minskningen i flerbostadshus och lokaler hänförs till direktel och vattenburen el.

Energianvändningen för uppvärmning och varmvatten beräknas totalt minska med 0,1 procent, vilket delvis är en effekt av att utnyttjandet av värmepumpar fortsätter öka. Den energi i form av värme som genereras av värmepumparna inkluderas inte i energianvändningen. Värmen från värmepumparna förväntas motsvara 9,9 TWh år 2020, vilket är en ökning med drygt 2 TWh jämfört med 2010.

Anledningen till den högre elanvändningen är framför allt en ökning av hushållsel och driftel.

I alt. 2 där kärnkraften börjar avvecklas efter 40 års drift beräknas ett högre elpris leda till en lägre elvärmeanvändning och högre olje användning jämfört med alt. 1<sup>90</sup>. Detta inverkar också på den totala energianvändningen som bedöms bli 1 TWh högre än motsvarande fall med lägre elpris.<sup>91</sup>

Elanvändningen beräknas i alt. 2 bli 1 TWh lägre. Det är elvärmen från kombipannor och värmepumpar som minskar. Olje användningen beräknas öka från 26,8 TWh år 2010 till 27,8 år 2020. Detta skulle innebära ett trendbrott eftersom olja har varit på nedgång under hela 1990-talet. Även trädbränslen ökar något när elpriserna är högre.

*Sammanfattningsvis* kan konstateras att den totala energianvändningen i sektorn bostäder, service m.m. år 2020 ligger mycket nära den för 1990. Den första scenarioperioden, 1997–2010, beräknas dock uppvisa en något lägre energianvändning än den andra scenarioperioden.

Fördelningen mellan olika energibärare förändras markant fram till 2020. De största förändringarna är ökningen av el- och fjärrvärmeanvändning samt den kraftigt minskade olje användningen. Undantaget är alt. 2 för 2020, där olje användningen bedöms öka något till följd av högre elpris. Förändringarna under scenarioperioden följer samma trender som under 1990-talet.

Från 1990 ökar fjärrvärmeanvändningen med 28 procent och elanvändningen med 13 respektive 11 procent beroende på vilket alternativ för 2020 som avses. Olje användningen minskar under samma period med 42 respektive 38 procent. Trädbränslena beräknas ligga på samma nivå år 2020 som 1990, men senare i perioden har pelletsanvändningen ökat på vedens bekostnad.

Ett ökat antal värmepumpar antas dämpa den totala energianvändning som redovisas för 2010 och 2020. När den energi som värmepumparna genererar tas med i beräkningarna är energianvändningen för uppvärmning större 2020 än 2010.

Den ökade energianvändningen tillskrivs en högre nybyggnationstakt samt ökad användning av el till drift av apparater under båda scenarioperioderna. Elvärmen beräknas dock minska mellan 2010 och 2020.

---

<sup>90</sup> Priset på elvärme ökar med ungefär 10 %, inklusive skatter.

<sup>91</sup> Olje- och trädbränsleanvändningen ökar mer än vad elanvändningen minskar. Detta beror delvis på att värmepumparna antas vara färre. Värmepumparna avger mer energi än vad som krävs för driften. Dessutom är verkningsgraderna över huvud taget bättre för el än för olja och pellets.

## 10.9 Transportsektorn

Transportsektorns energianvändning, exklusive bunkring för utrikes sjöfart, uppgick år 1999 till 91 TWh, vilket motsvarade drygt 23 % av Sveriges slutliga<sup>92</sup> energianvändning. Användningen av bensin och diesel uppgick till 48 TWh respektive 25 TWh. Bunkring till utrikes sjöfart uppgick till 17 TWh.

Sektorns energianvändning, exklusive bunkring för utrikes sjöfart, ökade med 8 % under perioden 1990–1999. Användningen av diesel och flygbränsle ökade med 25 respektive 22 %, medan användningen av bensin minskade med drygt 2 %. Perioden 1990–1999 inleddes med en djup lågkonjunktur. I mitten av 1990-talet började dock ekonomin återhämta sig och har under senare delen av 1990-talet vuxit kraftigt. Detta kan förklara den förhållandevis höga utvecklingstakten för användningen av diesel och flygbränsle. Att bensinanvändningen minskat kan bl.a. förklaras av de skattehöjningar på fossila bränslen som infördes i början av 1990-talet. Nya personbilers genomsnittliga specifika bränsleförbrukning har minskat med 8 procent<sup>93</sup> mellan åren 1997–1999. Andelen dieseldrivna personbilar har ökat från 2,9 procent år 1990 till 4,6 procent år 1999.

Användningen av alternativa drivmedel, dvs etanol, rapsmetylester (RME), biogas och naturgas, är i dag marginell i förhållande till transportsektorns totala bränsleanvändning. Med dagens styrmedel bedöms dessa drivmedel inte användas i någon större omfattning under perioden fram till år 2020. Orsaken är framför allt att bränsle- och fordonskostnaderna är högre än för bensin- och dieseldrivna fordon, men även i viss mån att distributionssystemen för alternativa drivmedel är outbyggt och att antalet tank- och servicestationer är begränsat. Denna bedömning utesluter emellertid inte att alternativa drivmedel kan användas i större omfattning inom vissa begränsade områden, t ex för kollektivtrafik i tätort.

**Tabell 10.20 Användning av alternativa drivmedel samt antal fordon år 2000.**

| Drivmedel             | Användning                |
|-----------------------|---------------------------|
| Etanol                | ca 26 000 m <sup>3</sup>  |
| RME                   | ca 10 000 m <sup>3</sup>  |
| Biogas                | ca 10 000 m <sup>3</sup>  |
| Naturgas <sup>1</sup> | 7 miljoner m <sup>3</sup> |
| El                    | i.u.                      |

<sup>1</sup> Användning år 1999.

Källa: Biogasföreningen och SCB. Det bör understrykas att uppgifterna för etanol och RME inte omfattar samtliga produktions- och försäljningsenheter och därmed inte är statistiskt säkerställda.

### Beräkningsförutsättningar

Beräkningarna av transportsektorns framtida energianvändning utgår från fattade politiska beslut inom ramen för den nuvarande energi-, miljö- och transportpolitiken. Det innebär bl.a. att dagens energi- och miljöskatter gäller under hela scenarioperioden samt att utöver de trafikanläggningar som redan är i drift, innehåller scenariot endast beslutade, ej färdigställda, järnvägs- och väginvesteringar med byggstart före årsskiftet 2001/02.

Persontransporternas utveckling är nära kopplad till den ekonomiska utvecklingen. Särskilt viktiga är antaganden om disponibel inkomst, sysselsättningsgrad, befolkningens storlek och struktur och kostnader för olika sätt att resa.

<sup>92</sup> Den slutliga energianvändningen avser energi i omvandlad form, t.ex. bensin, el, flis och värme, och inkluderar inte omvandlingsförlusterna.

<sup>93</sup> Enligt EU-metoden.

Godstransportarbetet påverkas främst av hur näringslivet utvecklas, varför t.ex. antaganden om utveckling av BNP, industriproduktion och sysselsättning är viktiga för att kunna göra bedömningar av hur godstransporterna utvecklas i framtiden.

Antagandena om bränsleprisernas utveckling påverkar främst persontrafikarbetet och då framför allt resandet med bil. För godstransporterna påverkas inte trafikarbetet i samma utsträckning av bränslepriset. Uttryckt i termer av bränsleanvändning är det främst bensinanvändningen som påverkas. Både bensin och dieselanvändningen påverkas emellertid av förändrade bränslepriser genom att högre priser driver på effektiviseringstakten.

Antaganden om teknisk utveckling (effektivisering) ingår också i bedömningen om energianvändningens utveckling. De nya tekniker, t.ex. hybrid- och bränslecellstekniker, som kan komma att utvecklas under perioden bedöms inte få något kommersiellt genomslag på marknaden, se även kapitel 10.10. Under den andra scenarioperioden, 2010-2020, kan dock en ökad andel hybrid- och bränslecellsfordon komma att leda till en högre effektiviseringstakt hos vissa fordonsggrupper. Den nya tekniken kan också sätta press på och bidra till en ökad effektivisering hos traditionella förbränningsmotorer.

Vidare antas att ACEA-överenskommelsen fullföljs. ACEA-överenskommelsen är en frivillig överenskommelse som har ingåtts mellan EU-kommissionen och den europeiska bilindustrin (ACEA) om att minska nya personbilers koldioxidutsläpp med 25 procent fram till år 2008 jämfört med 1995 års nivå.<sup>94</sup>

Lastbilers bränsleförbrukning antas effektiviseras i enlighet med den historiska utvecklingen.

### **Scenario för trafikens utveckling till 2010 och 2020<sup>95</sup>**

Under hela den senare hälften av 1900-talet har *personresandet* ökat stadigt. Vi reser idag oftare men framför allt längre än tidigare. Det är bilen som har stått för den största ökningen av persontransportarbetet. Bilen är idag det helt dominerande färdmedlet och står för mer än tre fjärdedelar av persontrafikarbetet i Sverige.

Resandet med bil beräknas med utgångspunkt från antaganden om tillgången till bil samt kostnaderna för att äga och köra bilen. Bilinnehavet beräknas öka från 419 till 510 bilar per 1 000 invånare mellan 1997 och 2010, en ökningstakt med 22 procent. Efter år 2010 beräknas bilinnehavet öka med 11 procent till 568 bilar per 1000 invånare år 2020. Detta ger utslag i prognosresultatet i form av en fortsatt kraftig utveckling av biltrafiken.

Kostnaderna för att köra bil förväntas bli lägre till år 2010 genom att den genomsnittliga bränsleförbrukningen i bilparken antas minska. Samtidigt har bensinpriset antagits vara oförändrat. Den beräknade genomsnittliga kilometerkostnaden beräknas därmed sjunka med ca 14 procent. Efter år 2010 har kilometerkostnaden antagits bli oförändrad. Beläggningen i personbil antas vara konstant, dvs. antalet fordonskilometer ökar i samma takt som persontrafikarbetet.

Biljettpriserna för tåg och långväga buss har förutsatts vara oförändrade i fasta priser. För flyget antas biljettpriserna gå upp något till år 2010. Priserna för regional kollektivtrafik antas i stort sett vara oförändrade. Antalet inrikes avgångar med flyg antas sammantaget öka med ca 20 procent

---

<sup>94</sup> EU-kommissionens rekommendation 1999/125/EG.

<sup>95</sup> Källa: SIKa

till år 2010. Trafikeringen på järnväg antas också öka till 2010. Trafiken med buss i långväga linjetrafik år 2010 har antagits bli oförändrad i förhållande till 1999.

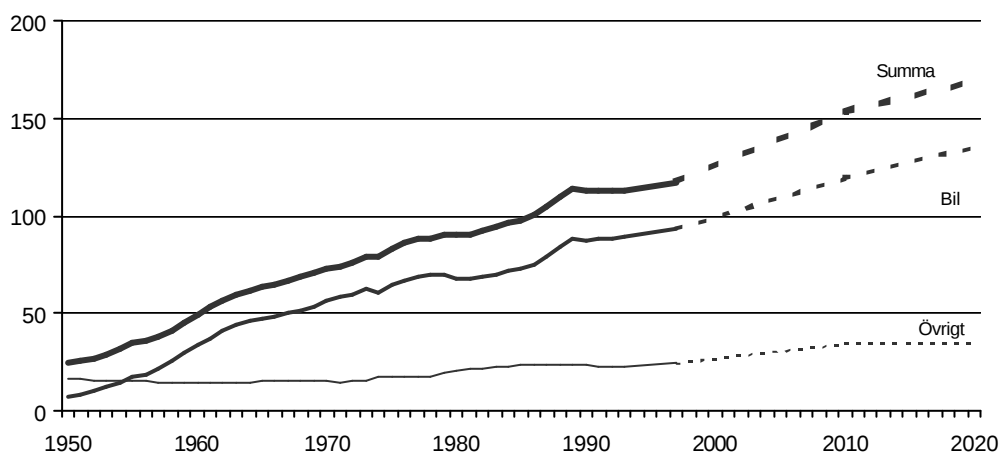
Det totala persontransportarbetet förväntas öka med i genomsnitt 1,8 procent per år mellan åren 1997 och 2010. Motsvarande ökningstakt för perioden 2010 till 2020 beräknas till 1,0 procent per år. Bilen står både för den största absoluta ökningen och den största relativa ökningen av persontransportarbetet till 2010.

Även flygresandet ökar starkt till år 2010 enligt prognosen och det fortsätter att öka starkt fram till 2020 då ökningstakten för flyget överträffar bilens. Efterfrågan på flygresor är starkt korrelerat med den ekonomiska utvecklingen. Antagandet om en fortsatt god utveckling av hushållens inkomster ger därför en fortsatt snabb utveckling av flygtrafiken trots att flygtrafikeringen antagits oförändrad under perioden 2010–2020<sup>96</sup>.

Järnvägstrafiken ökar nästan lika kraftigt som biltrafiken till år 2010 men betydligt långsammare mellan 2010 och 2020. Detta beror till stor del på antagandet att det inte görs några nya investeringar i järnvägsinfrastruktur efter dem som påbörjats 2001 samt att trafikeringen hålls konstant på 2010 års nivå.

Scenariot för transportarbetet i Sverige till år 2020 i relation till den hittillsvarande utvecklingen under efterkrigstiden, markerar knappast något trendbrott (figur 10.5). Den beräknade tillväxten för personbilstrafiken är visserligen högre än mellan 1993 och 1997 men lägre än under 1980-talet.

**Figur 10.5 Persontransportarbetets faktiska utveckling mellan 1950 och 1997, med framskrivning till 2020, miljarder personkilometer.**



Källa: SIKA

Under 1950- och 1960-talen växte *godstransporterna* snabbt, i ungefär samma takt som BNP. Under de senaste decennierna har tillväxten varit lägre men ökningstakten är fortfarande betydande. Lastbilstransporterna stod 1997 för drygt 40 procent av transportarbetet mätt i tonkilometer. Järnvägen stod för drygt 20 procent och sjöfarten för de återstående 35 procenten av transportarbetet. Flygets andel mätt i tonkilometer är försumbar i sammanhanget men är av större betydelse om man ser till godsets värde.

<sup>96</sup> Flygtrafik = antal passagerare, Flygtrafikering = antal avgångar/landningar

Godstransporternas tillväxttakt beror naturligtvis på tillväxten av fysiska godsvolymer men även på en ökning av godsvärdet per viktenhet. För de framtidsscenarier som beskrivs här antas driftskostnaderna för godstransporter vara i genomsnitt oförändrade, de kostnadsbesparingar som uppkommer till följd av ökad bränsleeffektivitet förutsätts bli uppvägda av andra kostnadsökningar. För järnvägens del innebär särskilda kapacitetsinvesteringar för godstransporterna att förseningstiderna väntas minska.

I scenarierna till 2020 ökar det totala godstransportarbetet med 25 procent till 2010 och med ytterligare 18 procent till 2020. Av den ökade mängden gods som transporteras förflyttas en allt större andel med lastbil. Lastbilens marknadsandel stiger till 46 procent år 2010 och till nästan 50 procent år 2020.

**Tabell 10.21 Trafik- och transportarbete för person- och godstransporter till 2020**

| Trafik- och Transportarbete         | 1990 | 1997 | 1999 | 2010  | 2020  | 1997-<br>2010 | 2010-<br>2020 |
|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|---------------|---------------|
| Trafikarbete, miljarder fordonskm   |      |      |      |       |       |               |               |
| Personbil                           | 61,4 | 65,8 | 68,4 | 87,3  | 99,5  | 33 %          | 14 %          |
| Buss                                | 1,0  | 1,2  | 1,2  | 1,3   | 1,2   | 8 %           | -5 %          |
| Tunga lastbilar                     | 1,8  | 2,3  | 2,3  | 3,2   | 4,2   | 41 %          | 28 %          |
| Lätta lastbilar                     | 5,3  | 5,0  | 5,7  | 7,0   | 9,0   | 41 %          | 28 %          |
| Transportarbete, miljarder personkm |      |      |      |       |       |               |               |
| Personbil,                          | 86,9 | 93,1 | 96,9 | 119,7 | 135,6 | 29 %          | 13 %          |
| Buss                                | 12,4 | 13,9 | 14,6 | 15,0  | 14,3  | 8 %           | -5 %          |
| Järnväg                             | 6,5  | 6,9  | 7,6  | 8,7   | 8,9   | 26 %          | 2 %           |
| Flyg inrikes                        | 5,2  | 3,8  | 4,3  | 4,7   | 5,5   | 24 %          | 18 %          |
| Transportarbete, miljarder tonkm    |      |      |      |       |       |               |               |
| Tunga lastbilar                     | 27,5 | 34,4 | 34,0 | 47,4  | 54,0  | 38 %          | 26 %          |
| Järnväg                             | 18,4 | 18,4 | 18,2 | 20,3  | 21,1  | 10 %          | 7 %           |
| Sjöfart                             | 25,6 | 29,0 | 27,9 | 34,8  | 37,5  | 20 %          | 14 %          |

Källa: SIKA

### Scenario för energianvändningen till 2010 och 2020

I scenariot *fram till år 2010* är det främst diesel- och flygbränsleanvändningen som beräknas öka. Dieselanvändningen beräknas öka med 40 procent medan flygbränsleanvändningen (både för inrikes och utrikes flyg) bedöms öka med 30 procent. Dieselanvändningen styrs i stor utsträckning av näringslivets tillväxt och särskilt då av de lastbilsintensiva branschernas utveckling.

En förhållandevis kraftig ökning av antalet dieseldrivna personbilar samt en mycket kraftig ökning av andelen dieseldrivna lätta lastbilar bidrar till att den totala dieselanvändningen beräknas öka, trots att den specifika förbrukningen av diesel beräknas minska. Andelen av transportarbetet som utförs av dieseldrivna personbilar beräknas öka från knappt 5 procent 1997 till knappt 10 procent 2010. Av de lätta lastbilarnas transportarbete utgjordes 1997 knappt 30 procent av dieseldrivna, lätta lastbilar. År 2010 bedöms den andelen ha ökat till strax under 80 procent. Till år 2020 beräknas andelen öka med ytterligare ca 4 procent.

Bedömningen över flygbränsleanvändningens utveckling baseras på Luftfartsverkets prognos över antalet landningar. Enligt denna prognos kommer det totala antalet landningar att öka med drygt 60 procent mellan 1997–2010. Den största ökningen står utrikes flyg för.

Bensinanvändningen beräknas öka med knappt 4 procent under perioden 1997–2010. Ökningstakten är högre jämfört med utvecklingen under 1990-talet, men lägre jämfört med den historiska utvecklingen under 1970- och 1980-talen.

Järnvägstransporternas elanvändning har varit mer eller mindre stabil under 1970- och 1980-talen, men har ökat under 1990-talet. Elanvändningen väntas öka med runt 7 procent fram till år 2010.

Inom inrikes sjöfart används både eldningsolja 1 och eldningsolja 2–5. Användningen av eldningsolja 1 beräknas öka med sammanlagt 35 procent mellan 1997–2010, medan användningen av eldningsolja 2–5 beräknas minska med 9 procent under perioden. Energianvändningen för utrikes sjöfart, s k bunkring, beräknas öka med sammanlagt 32 procent under perioden.

Transportsektorns totala energianvändning, exklusive bunkring för utrikes sjöfart, beräknas öka med 0,7 procent per år under perioden 1997–2010. Mellan åren 1970–1997 ökade transportsektorns energianvändning med i genomsnitt 1,5 procent per år.

Scenariot *till år 2020* beräknas med samma metod som för år 2010, men med andra ekonomiska förutsättningar. Såväl den privata konsumtionen som industrins produktionstillväxt bedöms få en något lägre utvecklingstakt för åren 2010–2020 jämfört med perioden 1997–2010.

Under den andra scenarioperioden kan en ökad andel hybrid- och bränslecellsfordon komma att leda till en högre effektiviseringstakt för vissa fordonsggrupper. Den nya tekniken kan också sätta press på och bidra till en ökad effektivisering hos traditionella förbränningsmotorer. Hur dessa fordon och tekniker kommer att utvecklas samt i vilken takt de kommer att introduceras på marknaden är dock mycket svårt att bedöma.

Utvecklingen av transportsektorns energianvändning fram till år 2020 beräknas följa samma trend som fram till år 2010, dvs diesel- och flygbränsleanvändningen är de bränslen, bortsett från eldningsolja 1, som beräknas öka mest.

Diesel- och flygbränsleanvändningen beräknas öka med 8 respektive 23 procent. Bensinanvändningen beräknas öka med knappt 4 procent under perioden 2010–2020. Elanvändningen väntas ligga kvar på samma nivå som år 2010.

Inom inrikes sjöfart beräknas användningen av eldningsolja 1 öka med sammanlagt 30 procent mellan 2010–2020, medan användningen av eldningsolja 2–5 beräknas minska med 17 procent under perioden. Energianvändningen inom utrikes sjöfart, s k bunkring, beräknas öka med sammanlagt 18 procent under perioden.

Transportsektorns totala energianvändning, exklusive bunkring för utrikes sjöfart, beräknas öka med 0,8 procent per år mellan åren 2010–2020.

*Sammanfattningsvis* beräknas transportsektorns energianvändning fram till år 2020 öka i en långsammare takt jämfört med den historiska utvecklingen.

Det beror bland annat på antagandet att ACEA-överenskommelsen fullföljs. Detta gör att effektiviseringstakten för personbilstrafiken beräknas bli högre jämfört med den historiska utvecklingen. Under den senare delen av scenarioperioden, 2010–2020, dämpas energianvändningen som en följd av bland annat att BNP-tillväxten antas vara lägre än perioden innan.

I beräkningarna får ACEA-överenskommelsen en relativt stor betydelse. Den årliga effektiviseringstakten beräknas uppgå till i genomsnitt 0,75 procent per år fram till 2020, jämfört

med 0,2 procent per år utan överenskommelse. Detta motsvarar cirka 2 miljoner ton utsläpp av koldioxid under scenarioperioden. I bedömningen av hur stor effektiviseringstakten blir utan ACEA-överenskommelsen är utgångspunkten hur utvecklingen sett ut historiskt. Den bränsleeffektivisering som har skett under 1980- och 1990-talen har i stor utsträckning vägts upp av starkare motorer, större och tyngre fordon samt mer extrautrustning som t ex luftkonditionering

**Tabell 10.22 Transportsektorns energianvändning 1990–2020.**

| Bränsle                    | Enhet                | 1990        | 1999         | Basåret 1997 | 2010        | 2020         | 1997–2010<br>% | 2010–2020<br>% |
|----------------------------|----------------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|----------------|----------------|
| <b>Inrikes transporter</b> |                      |             |              |              |             |              |                |                |
| Bensin                     | 1 000 m <sup>3</sup> | 5 589       | 5 453        | 5 576        | 770         | 5 990        | 3,5            | 3,8            |
| Diesel                     | 1 000 m <sup>3</sup> | 2 052       | 2 565        | 2 097        | 940         | 3 180        | 40,2           | 8,2            |
| Eo 1                       | 1 000 m <sup>3</sup> | 96          | 115          | 74           | 100         | 130          | 35,1           | 30,0           |
| Eo 2–5                     | 1 000 m <sup>3</sup> | 64          | 41           | 33           | 30          | 25           | -9,1           | -16,7          |
| Flygbränsle                | 1 000 m <sup>3</sup> | 235         | 299          | 298          | 223         | 274          | -25,4          | 23,0           |
| El                         | GWh                  | 2 475       | 3 024        | 2 954        | 150         | 3 150        | 6,6            | 0,0            |
| Summa                      | TWh                  | 75,4        | 80,5         | 76,4         | 36,1        | 91,1         | 12,6           | 5,9            |
| <b>Utrikes transporter</b> |                      |             |              |              |             |              |                |                |
| Diesel/Eo 1                | 1 000 m <sup>3</sup> | 179         | 257          | 291          | 372         | 440          | 27,8           | 18,3           |
| Eo 2–5                     | 1 000 m <sup>3</sup> | 568         | 1 371        | 1 174        | 556         | 1 830        | 32,5           | 17,6           |
| Flygbränsle                | 1 000 m <sup>3</sup> | 706         | 851          | 767          | 170         | 1 436        | 52,4           | 23,0           |
| Summa                      | TWh                  | 14,7        | 25,5         | 22,9         | 31,7        | 36,9         | 38,7           | 16,3           |
| <b>Totalt</b>              | <b>TWh</b>           | <b>90,1</b> | <b>106,0</b> | <b>99,3</b>  | <b>17,7</b> | <b>129,0</b> | <b>18,5</b>    | <b>9,6</b>     |

Anm. Inrikes respektive utrikes flygbränsleanvändning delas upp enligt Luftfartsverkets beräkningar. Enligt Luftfartsverket utgjorde andelen inrikes flyg 25 % år 1990 och 28 % år 1997. Andelen beräknas uppgå till 16 % åren 2010 och 2020. Utrikes sjöfart och flyg inkluderas inte i beräkningarna av de svenska koldioxidutsläppen.

## **10.10 Framtida energiomvandlingsmetoder**

För att ny teknik ska få ett kommersiellt genombrott krävs att tekniken är konkurrenskraftig och att den inom överskådlig tid har en tydlig marknad. Även om den svenska energimarknaden är av speciellt intresse, måste det finnas en potentiell internationell marknad som drivkraft för de teknikutvecklande företagen. Konkurrenskraften styrs förutom av den tekniska potentialen av flera andra faktorer, såsom utvecklingen av elpriser, bränslepriser, skatter, bidrag samt möjlighet att erhålla nödvändiga tillstånd.

Framtidens energisystem kan komma att basera sig på många olika energilösningar där småskalighet kan medföra både energiekonomiska och miljömässiga fördelar. Småskalig kraftvärme finns i Sverige men används i en mycket begränsad omfattning.

I en bedömning av utvecklingen på 20 års sikt är det svårt att avgöra vilka tekniker som kan få kommersiella genombrott. Teknikutveckling är en process i snabb förändring, ny teknik och nya koncept för energiomvandling kommer därför ha andra förutsättningar för etablering än dagens teknik.

I förutsättningarna för scenarierna ingår inga antaganden om att nya energiomvandlingsmetoder i någon större omfattning introduceras på marknaden. Flera tekniker för elproduktion, värmeproduktion och transport kan ha viss möjlighet att närma sig kommersiell tillgänglighet de närmaste årtiondena. Vissa tekniker är redan relativt etablerade och dessa har inkluderats i scenarierna över energisystemet fram till 2020. Hit räknas vissa ång- och gasturbinprocesser, värmepumpar och vindkraft. Andra tekniker behöver mer tid innan de kan nå ett kommersiellt genombrott. Inom transportsektorn går utvecklingen mot att höja flexibiliteten så att olika drivsystem eller bränslen i en övergångsfas ska kunna användas i samma fordon.

Nedan presenteras tekniker inom områdena elproduktion, värmeproduktion och transport, som kan närma sig ett kommersiellt genombrott under de närmaste 10 till 20 åren.

### **Tekniker för el- och värmeproduktion**

Marknadens ramar för kraftproduktionen har förändrats, från ett monopolistiskt system till ett mer öppet och konkurrensutsatt. Solceller, mikroturbiner, bränsleceller och andra tekniker som är på väg mot en kommersiell etablering är huvudsakligen småskaliga. Detta skulle göra det möjligt att bygga en mer decentraliserad el- och värmeproduktion. Ett motiv för småskalighet är att dagens öppna marknad ställer andra avkastningskrav jämfört med tiden innan reformeringen.

Fördelar med decentraliserad och småskalig elproduktion är att elsystemets pålitlighet ökar genom att utnyttjandet/beroendet av distributions- och transmissionssystem minskar samt att småskaliga tekniker gör det lättare att anpassa produktionen efter behovet, eftersom de ofta är uppbyggda i moduler.

Det finns två olika grupper av nya produktionstekniker, de som bygger på förbränning eller förgasning och de som baseras på kemiska eller fysiska processer.

För storskalig värmeproduktion förväntas inga nya tekniker kommersialiseras under de närmaste årtiondena. Utvecklingen inom detta område väntas innebära en effektivisering av befintliga tekniker. För småskalig värmeproduktion väntas solvärme och värmepumpar att vidareutvecklas.

#### ***Förbränningsbaserad teknik***

Vid förbränningsbaserad elproduktion bildas värme som måste kylas bort. Kraftvärme utnyttjar bränslet effektivt eftersom värmen kan användas i industriprocesser eller till fjärrvärme. Detta

medför en hög totalverkningsgrad. Kommersiella tekniker idag är främst ångturbinprocesser baserade på förbränning av bibränsle, avfall och kol samt gasturbinprocesser för naturgasbaserad kraftvärme. Genom att använda en kombi-cykel, det vill säga en gasturbin i kombination med en ångturbinprocess, tillvaratas gasturbinens avgasvärme. Detta medför en högre andel el vid produktion av en viss värmemängd.

Målet för den globala forskningen och utvecklingen inom kraftvärmetekniken är att åstadkomma mer kostnadseffektiva anläggningar med allt bättre miljöegenskaper. Både ång- och gasturbinprocessen kan utvecklas vad det gäller prestanda, uppbyggnad och ekonomi.

Naturgasbaserad kraftproduktion kommer sannolikt att till stor del baseras på processer med stora och medelstora gasturbiner. Under den senaste tioårsperioden har verkningsgraden gått upp och kostnaderna har därigenom minskat.

I ett längre perspektiv kan biobränsleeldade tekniker bli intressanta, främst i den indirekt eldade gasturbinen. Teknikutveckling av biobränsleförgasning pågår och användningen av den producerade gasen i en kombi-cykel medför en höjning av elverkningsgraden.

För småskalig, distribuerad kraftvärmeproduktion kan naturgasdrivna mikroturbiner komma att nå en kommersiell tillgänglighet under scenarioperioden. Även biobränslen kan bli aktuellt för mikroturbiner.

#### *El- och värmeproduktion utan förbränning*

El- och värmeproducerande anläggningar som utnyttjar fysiska och kemiska processer i stället för förbränning har flera fördelar. Bränsleceller, solceller, solvärme, värmepumpar och vindkraft är exempel på energiomvandlingsprocesser utan förbränning. Fördelar med bränsleceller, solceller och solvärme är att de saknar rörliga delar, är tysta och har utsläppsnivåer nära noll.

I en bränslecell produceras elektrisk energi direkt från kemisk energi via en elektrokemisk cell. Drivande för utvecklingen av bränslecellstekniken är det stora intresset för tillämpningar inom transportområdet men tekniken har även bra förutsättningar för stationärt bruk i småskalig kraftvärmeproduktion.

Solvärme är ett sätt att utnyttja solens energi, genom att låta solens strålar värma vatten som sedan kan utnyttjas för uppvärmning. Idag kan solvärmesystem endast täcka delar av en fastighets värmebehov. Av denna anledning utvecklas kombinationssystem med bl.a. biobränslen. Hittills har kostnaderna för solvärme varit för höga för att solvärmesystem ska få riktigt genomslag på marknaden. På senare tid har dock kostnaderna för solvärme sjunkit.

Ett annat sätt att utnyttja solen är att med hjälp av solceller omvandla solljuset till elektricitet. Solceller är efter vindkraft den snabbast växande energikällan i världen. I Sverige är det till följd av det låga elpriset, svårt att nå lönsamhet för solcellsbaserad kraftproduktion. Detta medför att solcellstekniken främst kommer att användas inom vissa nischmarknader.

### **Transport**

Förbränningsmotorn kommer att fortsätta att utvecklas mot lägre bränsleförbrukning och emissionsnivåer. Idag är kostnaden för mer bränslesnål teknik inte mycket högre än för konventionell teknik. Trots detta har intresset hos privatpersoner inte varit särskilt stort. Faktorer som t ex inköpspris, motoreffekt, säkerhet och utrustningsnivå väger fortfarande tyngre än bränsleekonomin.

Förbränningsmotorn utvecklas för att fungera med andra bränslen än bensin och diesel. I dagsläget är aktuella alternativa bränslen för förbränningsmotorn framför allt metanol, etanol, naturgas och biogas. Teknikutvecklingen går mot att höja flexibiliteten. Olika drivsystem eller bränslen måste i en övergångsfas kunna användas i samma fordon. De tekniker som ligger närmast ett kommersiellt genombrott är hybridbilar, etanolbilar och FFV (Flexible fuel vehicle). Ett hybridfordon har två alternativa drivsystem, t ex el- och förbränningsmotor. I FFV-fordon kan olika bränslen användas samtidigt, t ex etanol och bensin.

Fordonsindustrin sätter på längre sikt stort hopp till bränslecellstekniken, väte och syre måste tillföras kontinuerligt för att en bränslecell ska fungera. Bäst verkningsgrad uppnås vid användning av ren vät- och syrgas, men detta är svårt vid mobila tillämpningar då de olika förvaringssystemen är skrymmande samt att förvaring av vätgas kan medföra allvarliga säkerhetsproblem vid felhantering. Syrgas kan tas direkt från luften, vilket medför att antalet komponenter på fordonet minskar. Ombord på fordonet kan vätgasen antingen förvaras i säkra lagringssystem eller lösas ut ur andra bränslen t ex. metanol, etanol, naturgas eller bensin. I det senare fallet används så kallade bränsleomvandlare.

## Bränslen

De nya teknikerna för elproduktion, värmeproduktion och transport fungerar med de traditionella bränslena olja och kol. Det finns dock flera fördelar med att använda andra bränslen. Biobränslen, naturgas, vätgas, metanol och etanol är några exempel på bränslen som i ökande omfattning kan komma att ersätta olja och kol.

Naturgas är ett fossilt bränsle. Fördelarna med naturgas jämfört med andra fossila bränslen är att den medför lägre emissioner. Naturgasen kan förbrännas direkt utan förvärmning och förgasning. Detta medför att naturgaseldade anläggningar har en högre verkningsgrad jämfört med olje- och koleldade anläggningar. I och med den högre verkningsgraden är dessutom utsläppen av kväveoxid och koldioxid per producerad kWh lägre. Naturgasen kan användas i små och stora gasturbinprocesser, bränsleceller och som drivmedel i fordon. Att producera metanol ut naturgas är i dagsläget mer lönsamt än att producera metanolen ur biomassa.

Biobränslen i olika former, fast, flytande eller gas, kommer ha stor betydelse eftersom de inte bidrar till växthuseffekten. I fast och i gasform är det framför allt el- och fjärrvärmeproduktion som är aktuellt. I flytande form, som etanol och metanol, kan biobränslen komma att användas inom transportsektorn.

Vätgas är det mest ideala bränslet för bränsleceller och på sikt anses det vara det bränsle som kommer användas, eftersom det inte medför några utsläpp. Problemen med vätgasanvändning är dock flera. I dag finns ingen befintlig infrastruktur för distribution av vätgas och det är svårt och kostsamt att anpassa dagens system. Det finns också säkerhetsproblem förknippade med vätgas eftersom gasen är mycket explosiv. Framställningen av vätgas är även energikrävande.

Hur stor substitutionen från de traditionella bränslen olja och kol till andra bränslen kan bli beror, förutom på kostnaden för att utvinna och framställa bränslena, på hur mycket det kommer att kosta att släppa ut koldioxid. Det är framför allt fossila bränslens negativa påverkan på klimatet som talar för ett skifte mot mer miljövänliga alternativ. Även forskningen kring att avskilja och deponera koldioxid kan påverka utvecklingen, se kapitel 10.11.

Fossila bränslen kommer dock att fortsätta att ha en dominerande ställning de kommande årtiondena

### **10.11 Koldioxidavskiljning och deponering**

Tekniken för både avskiljning och deponering av koldioxid finns tillgänglig redan i dag. Den används emellertid i en mycket begränsad omfattning. I de fall där tekniken tillämpas är minskade koldioxidutsläpp inte den avgörande orsaken.

I scenarierna fram till 2020 har lagring av koldioxid inte inkluderats. På så lång sikt kommer tekniken att utvecklas och kostnaderna kommer därmed troligen att sjunka. Omfattningen av koldioxidavskiljning och deponering kommer att bero på alternativkostnaden, d.v.s. kostnaden att släppa ut koldioxiden i atmosfären.

Kostnaden för avskiljning och deponering är i dag i gynnsamma fall likvärdig med den svenska skatten på koldioxidutsläpp, det vill säga knappt 40 öre per kg koldioxid. Den största delen av kostnaden är avskiljningsprocessen.

#### **Tekniker för avskiljning**

De metoder som finns att tillgå för koldioxidavskiljning är:

- kemiska och fysikaliska absorptionsprocesser<sup>97</sup>
- adsorptionsprocesser
- kryogen kondensation
- membranavskiljningsprocesser
- luftseparation och förbränning med syrgas och återförd rökgas

Absorptionsprocesserna är vanligast och de som oftast diskuteras i samband med avskiljning av koldioxid från kraftverk. Som ett exempel kan nämnas att 200 ton koldioxid per dag avskiljs i ett kraftvärmeverk på 300 MW vid Shady Point i USA (ABB Lummus Crest).

Syrgasförbränning bedöms ligga några år framåt i tiden. För att koldioxiden ska kunna deponeras måste den frigöras (regenereras) från absorbenten. Regenerering sker genom uppvärmning, trycksänkning och/eller strippning med en inert<sup>98</sup> gas.

Alla avskiljningsprocesser medför en verkningsgradsförlust i kraftverket, eftersom det går åt energi till processen i form av:

- fläkt- och kompressorarbete för att kompensera för ökat tryckfall efter avskiljning
- pumparbete för cirkulation av absorptionsvätska och kylvatten
- värme till regenerering av absorptionsvätskan, eller pumparbete vid s.k. flashing<sup>99</sup>

#### **Absorption och regenerering av koldioxid**

Vid kemisk och fysikalisk absorption fångas koldioxiden upp i en vätska. Skillnaden mellan de båda processerna är att koldioxiden reagerar kemiskt med absorptionsvätskan i den förstnämnda, medan den löser sig i vätskan vid den sistnämnda. Det finns även tekniker som utnyttjar båda processerna. Fysikalisk absorption lämpar sig bäst vid höga koldioxidkoncentrationer i rökgasen och höga tryck, medan kemisk absorption passar vid såväl låga som höga koncentrationer och tryck. Regenereringen är dyrare vid kemisk absorption, eftersom mer energi går åt vid processen. Förklaringen är att regenerering efter kemisk absorption innefattar termisk energi för att koka absorptionsvätskan, vilket är mer energikrävande än flashing.

---

<sup>97</sup> Absorption: Koldioxiden binds i absorbentens verkningsbara beståndsdelar.

<sup>98</sup> Inert: Icke reaktiv, gasen ingår inte gärna i kemiska reaktioner vid normala tryck och temperaturer (till exempel kvävgas och ädelgaser).

<sup>99</sup> Flashing: Plötslig expansionsförångning, trycksänkning.

Kostnaden för absorption och regenerering varierar beroende på vilken typ av anläggning som används. Om det är en kraftvärmearläggning kan största delen av elen och ångan återvinnas i form av fjärrvärme. Kan den återvunna energin säljas som fjärrvärme blir det ingen energiförlust totalt sett. Kostnaderna kan då beräknas till mellan 8 och 22 öre per kg koldioxid beroende på bränsle och produktionsmetod. För en kondensanläggning finns ingen "extra" användning för energi som används i avskiljningsprocessen. Kostnaden blir då mellan 14 och 30 öre per kg koldioxid. Koldioxidavskiljning lämpar sig bäst på nya anläggningar. Det är för dyrt att installera sådan utrustning på befintliga kraftverk.

Tilläggas bör dock att ingen av de metoder för avskiljning som används i dag är optimerad för att tillämpas på stora förbränningsanläggningar. Kostnaderna och energiförbrukningen torde kunna sänkas drastiskt i framtiden.

### **Transport av koldioxid**

Det finns två alternativ för transporter av stora volymer koldioxid, tryckkärl (tåg/fartyg) eller rörledning. Ju större volymer desto lönsammare blir en rörledning i förhållande till tryckkärl.

Den totala kostnaden för att bygga och driva en rörledning (över land) med 700 km längd och en diameter på 200 mm har beräknats till 20-25 öre per kg koldioxid. Realräntan är då 7 procent och avskrivningstiden är 20 år. Totalkostnaden för motsvarande transport med tåg beräknas till 12-14 öre per kg koldioxid. Utöver detta tillkommer en kostnad för anslutande rörledningssystem och mellanlagring på 14-16 öre.

International Energy Agency anger kostnaden för ett rörsystem på 300 km till mellan 10 och 30 öre per kg koldioxid<sup>100</sup>.

### **Deponering av koldioxid**

Koldioxid kan deponeras på ett flertal sätt och platser, exempelvis:

- övergivna olje- och gaskällor
- olje- och gaskällor i drift
- djupt liggande salina akvifärer
- obrytbara kolbäddar<sup>101</sup>
- djuphavet

Deponering i övergivna olje- och gaskällor är attraktiva på grund av att de har en välkänd geologi, de har bevisat att de kan hålla kvar gaser eller vätskor i miljontals år, infrastrukturen existerar redan, och eventuellt kan en del av borrhutrustningen återanvändas vid koldioxidinjektionen.

I olje- och gaskällor i drift injiceras koldioxid redan idag på ett flertal platser för att kunna utvinna mer olja och gas. Metoden (CO<sub>2</sub>-EOR, Enhanced Oil Recovery) går enkelt uttryckt ut på att trycka upp de volymer som inte kunnat utvinnas på traditionellt vis genom att pumpa ned koldioxid i marken.

Även djupt liggande salina akvifärer utnyttjas i dag på en plats, Sleipnerfältet i Nordsjön. Naturgas med en koldioxidhalt på 10 procent utvinns ur Heimdallformationen på 2 000 meters

---

<sup>100</sup> Carbon Dioxide capture and storage, IEA september 2000. Alla kostnadsuppgifter från IEA härrör från denna publikation.

<sup>101</sup> Obrytbara kolbäddar: Kolbäddar som av olika anledningar (oftast ligger de för djupt) inte kan användas till kolproduktion.

djup, koldioxiden avskiljs och deponeras i Utsiraformationen, en akvifär på omkring 800 meters djup. Sedan 1996 har nästan 1 miljon ton koldioxid per år deponerats. Anledningen är att naturgasens koldioxidinnehåll gör att den inte kan säljas utan att först avskilja koldioxiden. Deponeringen gör också att man undviker koldioxidskatt.

Obrytbara kolbäddar kan binda en stor mängd koldioxid om den injiceras. Förutsatt att bädden aldrig utnyttjas till kolproduktion kommer koldioxiden aldrig att frigöras till atmosfären. Vid processen frigörs metan, som kan utnyttjas. I dagsläget utvinns metan från kolbäddar med hjälp av trycksänkning (produktionsmetoden kallas CBM, CoalBed Methane), men en samtidig koldioxidinjektion skulle öka utbytet (ECBM, Enhanced CoalBed Methane). För varje metanmolekyl som frigörs binds två koldioxidmolekyler, så kolbäddarna kan ändå anses vara en nettosänka, förutsatt att den utvunna metanen bränns. Demonstrationsverksamhet med ECBM pågår i New Mexico. Till september 2000 hade över 100 000 ton koldioxid pumpats ned.

Djuphavsdeponering ter sig mest osäker i dagsläget, framför allt på grund av att man inte säkert kan säga hur länge koldioxiden stannar i havet, samt uppenbara övervakningsproblem. Storskaliga försök ska genomföras av PICHTR (Pacific International Center for High Technology Research), men det är oklart när de blir av.

#### *Lagringskapacitet*

Globalt finns en stor kapacitet, även om osäkerheten i bedömningarna är stor. International Energy Agency uppskattar den totala kapaciteten för deponering i övergivna olje- och gaskällor till 920 Gton, eller 45 procent av den totala koldioxidemissionen fram till år 2050 enligt en prognos av IPCC.

I djupakvifärer uppskattas potentialen vara 400-10 000 Gton, eller 20-500 procent av de totala utsläppen, men vidare undersökningar behövs. Obrytbara kolbäddar uppskattas ha en potential på åtminstone över 15 Gton, eller drygt 1 procent av utsläppen fram till år 2020. Den totala kapaciteten för deponering under jord uppskattas alltså till 1 335- 10 935 Gton.

Deponering i djuphavet är mest osäker. Haven innehåller redan i dag 50 gånger mer koldioxid än atmosfären. Reaktionen  $\text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(aq)}$  sker mycket snabbt mellan atmosfär och ytvatten, så en höjning av halten koldioxid i ytvattnet ger en snabb höjning av halten i atmosfären. Djupvattnet däremot är avskilt från atmosfären av ytvattnet, och avskilt från ytvattnet av termoklinen<sup>102</sup>. Omsättningstiden för djupvatten är 3 000-5 000 år, så ingen omedelbar koldioxidavgång sker till atmosfären om koldioxiden löses i djupvattnet. Datormodeller har visat att vid en injektion av koldioxid på 1 500 meters djup kommer hälften att vara kvar i havet efter 500 år. Vid ett injektionsdjup på 3 000 eller djupare kommer ca 80 procent att vara kvar efter 500 år. Vid injektion vid havsbotten djupare än 3 000 meter kommer koldioxiden att bilda en sjö av flytande koldioxid eller koldioxidhydrat. Detta kan medföra längre uppehållstider, men medför även en kraftig lokal miljöpåverkan. Potentialen för djuphavslagring är helt och hållet beroende på vilken miljöpåverkan samt vilka lagringstider som kan accepteras. Djuphavet är den plats som är svårast både att bedöma lagringstiderna hos och övervaka den koldioxid man pumpar ned.

I Sveriges närhet finns det geologiska bildningar (djupakvifärer) som skulle kunna vara lämpade för koldioxiddeponering i Skåne och Danmark, samt under Östersjön mellan Gotland och Litauen. Akvifären under Skåne och Danmark har den gynnsammaste lokaliseringen, och har en

---

<sup>102</sup> Termoklin: temperatursprånget som skiljer yt- från djupvatten. Temperaturen sjunker från omkring 10 grader Celsius (medeltemperatur i världshavens ytvatten) till 4 grader. Densitetsskillnaden mellan vattenmassorna gör att de inte blandas.

uppskattad lagringskapacitet på upp till 10 Gton, varav i Skåne beräknas kunna lagra upp till 3,5 Gton. Sveriges årliga utsläpp av koldioxid uppgår i dag till ca 60 Mton.

#### *Kostnader för deponering*

Kostnaderna för deponering varierar kraftigt. Vid somliga applikationer finns det en vinst i att pumpa ned koldioxid (det är i och för sig tveksamt att tala om deponering i dessa fall, då syftet ju är ett helt annat). IEA uppskattar kostnaden för deponering under jord till mellan 10 och 30 öre per kg koldioxid.

För att lagra koldioxid i Sverige (de tidigare nämnda djupakvifärerna) har Vattenfall beräknat kostnaden till 8-10 öre per kg.

### **Sammanfattning och kommentarer**

Summeras de ovan angivna siffrorna får man ett intervall mellan 30 och 90 öre per kg koldioxid. Siffrorna är alltså väldigt osäkra, eftersom tekniken i många fall är oprövad, eller inte har tillämpats på just detta sätt tidigare. Framför allt kostnaden för avskiljning borde kunna sänkas i framtiden.

Avskiljning och deponering av koldioxid lämpar sig bäst vid storskalig användning. De metoder som diskuterats här är alla mer eller mindre avsedda för stordrift.

Den dyraste komponenten i kedjan är avskiljningssteget, men det är även här som de största potentialerna finns att förbättra processerna. De intressantaste teknikerna för avskiljning och regenerering är i dag antingen kemisk absorption kombinerat med termisk regenerering eller fysikalisk absorption kombinerat med regenerering med hjälp av flashing. Luftseparation och förbränning med syrgas och återförd rökgas ligger längre fram i tiden. Övriga separationsprocesser är mindre prioriterade i dagsläget.

Transportmetoder som övervägs är via rörledningar eller i tryckkärl. Tekniken är känd, båda metoderna används i dag vid gastransport.

De metoder för deponering som är intressantast i nuläget är deponering i salina djupakvifärer, övergivna olje- och gaskällor och obrytbara kolbäddar. Vid nedpumpning av koldioxid i olje- och gaskällor i drift är det strikt sett inte deponering man talar om, utan ”utökad olje- och gasutvinning med hjälp av koldioxid”. Koldioxiden är alltså inte ett avfall utan en del i utvinningsprocessen. På de platser där olje- och gasutvinning sker med denna metod är det koldioxid som utvunnits ur jordskorpan som används och inte koldioxid avskiljd från förbränningsanläggningar. Den första metoden att framställa koldioxid är billigare.

Anledningen till att tekniker för avskiljning och deponering inte används i större utsträckning redan i dag är att alternativkostnaden (att släppa ut koldioxiden via skorstenen) är lägre. Innan koldioxiden får ett värde i form av beskattning eller annat kommer inte någon deponering att ske. Andra hinder i form av lagstiftning eller dylikt (exempelvis kan förbud mot att transportera avfall över gränserna inom EU nämnas, eller förbud mot att deponera avfall till havs) kan säkert lösas om koldioxiddeponering blir ett prisvärt alternativ.

# 11. Sammantagna effekter av ekonomiska styrmedel

## 11.1 Inledning

I scenariot fram till 2010 till Sveriges tredje nationalrapport beräknas utsläppen av koldioxid från energisektorn<sup>103</sup> vara i stort sett oförändrade. Scenarioberäkningarna utgår från bedömningar över bl.a. den ekonomiska utvecklingen och bränsleprisernas utveckling. Vidare antas dagens energi- och miljöpolitiska styrmedel gälla under hela scenarioperioden.

Under 1990-talet har styrmedlen som påverkar utsläppsutvecklingen förändrats. Sammantaget innebär förändringen en skärpning av åtgärderna för att reducera eller hålla tillbaka ökningen av utsläppen.

I följande avsnitt presenteras effekter på energisystemets utveckling (utsläppen av koldioxid) pga. förändrade ekonomiska styrmedlen under 1990-talet. Det innebär effekter av höjda energi- och miljöskatter samt effekter av investerings- och driftstöd till energiproduktion från förnybara energikällor.

För att analysera effekterna av de insatta ekonomiska styrmedlen har modellberäkningar gjorts med två olika styrmedelsuppsättningar, "1990 års styrmedel" och "dagens styrmedel". För beräkningarna har MARKAL-modellen använts, se metodbeskrivning bilaga 4<sup>104</sup>. Två parallella scenarioberäkningar har gjorts. Genom att de övriga beräkningsförutsättningarna är likadana i båda scenarierna kan skillnaden på energisystemets utveckling orsakad av styrmedelsförändringarna identifieras<sup>105</sup>.

Då det är svårt att bedöma effekterna av de olika styrmedlen, är det viktigt att påpeka att alla bedömningar är behäftade med osäkerhet och därför ska resultaten tolkas med stor försiktighet.

I scenariot "dagens styrmedel" antas att dagens (2001-01-01) energi- och koldioxidskatter gäller under hela den studerade perioden. Vidare antas att dagens driftbidrag till vindkraft tillämpas till och med år 2002. Från och med 2003 antas att elproduktion från vindkraft, biobränslekraftvärme och småskalig vattenkraft omfattas av ett certifikatsystem som stimulerar användningen av dessa produktionsslag<sup>106</sup>. I beräkningarna simuleras detta med ett stöd på 15 öre/kWh. Samtidigt bortfaller dagens driftstöd till vindkraft.

I dag gällande energi- och koldioxidskatter framgår av *tabell 11.1*. Industrin betalar ingen energiskatt och endast reducerad koldioxidskatt. Dagens styrmedel innehåller också en svavelskatt på 30 kr/kg utsläppt svavel. Dessutom finns en NO<sub>x</sub>-avgift för större förbränningsanläggningar. Denna ingår dock inte i beskrivningen.

---

<sup>103</sup> I energisektorn inkluderas utsläpp från förbränning i kraft- och fjärrvärmeverk samt industrin, förbränning för uppvärmning i hushåll samt transporter.

<sup>104</sup> Se även separat underlagsrapport med samtliga MARKAL-beräkningar.

<sup>105</sup> De övriga beräkningsförutsättningarna överensstämmer med de förutsättningar som varit utgångspunkten i huvudscenariot till Sveriges tredje nationalrapport.

<sup>106</sup> Anledningen till att vi tar med detta certifikatsystem i scenariot "dagens styrmedel" är att riksdagen beslutat att ett sådant system skall införas från och med 2003. Formerna för ett sådant system utreds för närvarande av den så kallade ELCERTH-utredningen.

**Tabell 11.1 Energi- och koldioxidskatter i scenariot "dagens styrmedel", kr/MWh**

|                    | Energiskatt | CO <sub>2</sub> -skatt | CO <sub>2</sub> -skatt<br>industri |
|--------------------|-------------|------------------------|------------------------------------|
| Olja, Eo1          | 70          | 154                    | 54                                 |
| Olja, Eo5          | 64          | 141                    | 49                                 |
| Kol                | 40          | 181                    | 63                                 |
| Naturgas           | 21          | 106                    | 37                                 |
| Gasol              | 10          | 126                    | 44                                 |
| Bensin             | 377         | 142                    | 50                                 |
| Diesel             | 206         | 154                    | 54                                 |
| El                 | 181         |                        |                                    |
| El, värmeverk m.m. | 158         |                        |                                    |

I scenariot "1990 års styrmedel" antas att 1990 års skatter, gällande från den 1 januari 1990, tillämpas under hela den studerade perioden, se *tabell 11.2*. År 1990 fanns ingen koldioxidskatt, den infördes den 1 januari 1991. Den dåvarande energiskatten togs ut även för energianvändning inom industrin. Det fanns inte någon moms på energianvändning och svavelskatten och NO<sub>x</sub>-avgiften var ännu inte införda. Moms på energi infördes den första mars 1990. Det fanns inte driftstöd till vindkraft eller investeringsbidrag till särskilda energitekniker.

**Tabell 11.2 Energiskatter i scenariot "1990 års styrmedel", kr/MWh**

|                    | Energiskatt |
|--------------------|-------------|
| Olja, Eo1          | 109         |
| Olja, Eo5          | 100         |
| Kol                | 62          |
| Naturgas           | 32          |
| Gasol              | 16          |
| Bensin             | 303         |
| Diesel             | 109         |
| El                 | 92          |
| El, industri       | 70          |
| El, värmeverk m.m. | 92          |

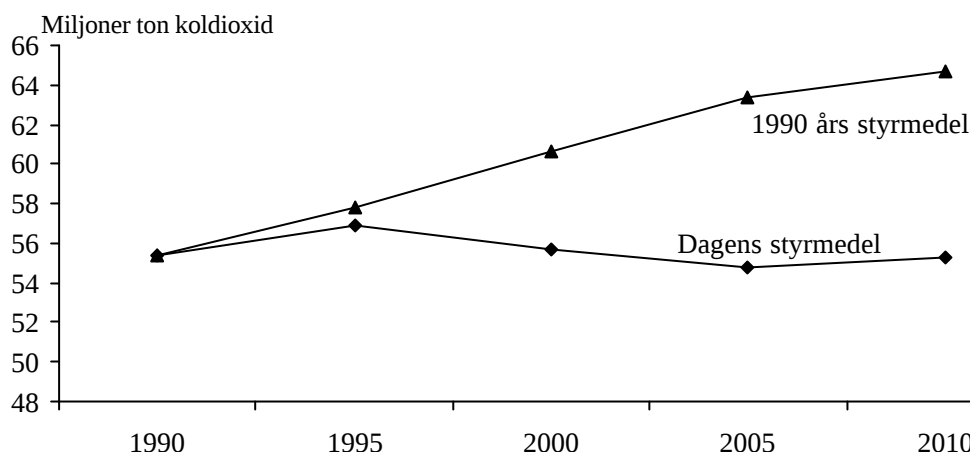
Elproduktion är i båda styrmedelsscenarierna fri från energi- och koldioxidskatt. Vid kraftvärmeproduktion belastas bränsle för värmeproduktionen i scenariot med 1990 års styrmedel med energiskatt. Vid dagens styrmedel belastas värmeproduktionen med full koldioxidskatt och halv energiskatt.

## 11.2 Resultat

Beräkningen av energisystemets utveckling vid olika styrmedelsutformning resulterar i olika användning av fossila bränslen, och därmed olika koldioxidutsläpp, se figur 11.1. Scenariot med dagens styrmedel leder till klart mindre utsläpp, jämfört med scenariot med 1990 års styrmedel.

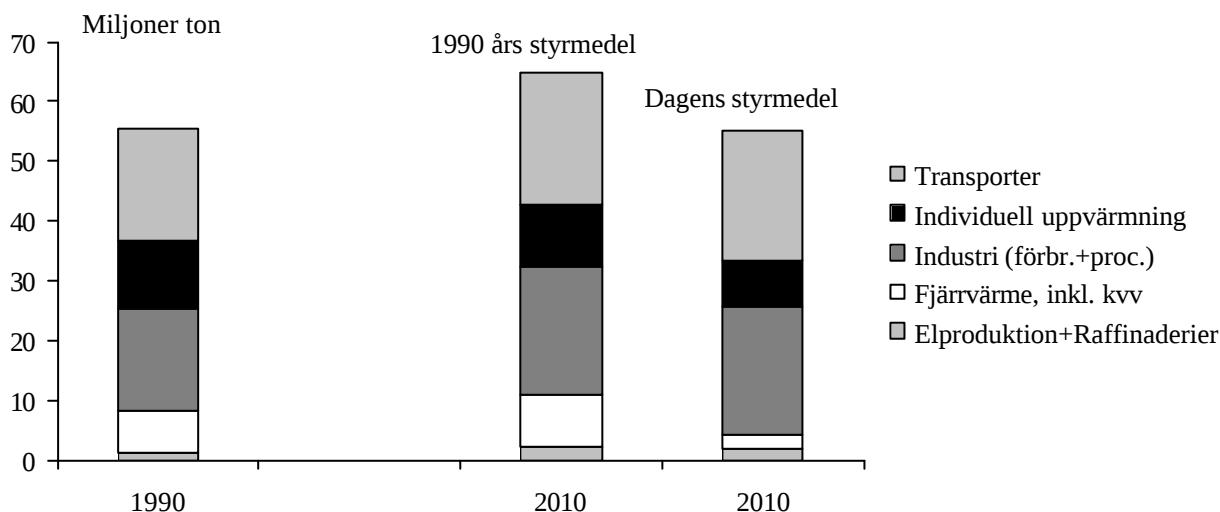
De beräknade utsläppen av koldioxid blir alltså på sikt 15–20 procent lägre med dagens styrmedel jämfört med om 1990 års styrmedel bibehålls. År 2010 beräknas de totala koldioxidutsläppen till 55 Mton i fallet med dagens styrmedel och till 65 Mton i fallet med 1990 års styrmedel. Skillnaden i utsläpp är alltså 10 Mton. Koldioxidutsläppen år 2010 i scenariot med dagens styrmedel ligger på ungefär samma nivå som utsläppen år 1990, 55,4 Mton. Det är dock viktigt att ha i åtanke att båda scenarierna år 2010 innehåller en netto-elimport på drygt 4 TWh vars eventuella utsläpp inte omfattas i beräkningarna. År 1990 exporterade Sverige 3 TWh.

**Figur 11.1 Totala koldioxidutsläpp i de olika styrmedelsscenarierna, miljoner ton koldioxid**



Den beräknade utsläppsskillnaden är med stor sannolikhet en underskattning av den verkliga effekten, eftersom beräkningen med MARKAL-modellen inte inkluderar effekter på energianvändningen till följd av skillnader i energipriser. Skatterna är i de flesta fall lägre i scenariot 1990 års styrmedel och man kan därmed förvänta sig en större efterfrågan på energi i detta scenario. Olika mycket beroende på prisskillnad och vilken slutanvändarsektor som avses.

**Figur 11.2 Effekter av insatta ekonomiska styrmedel under perioden 1990-1999, uppdelad på olika sektorer, miljoner ton koldioxid.**



Anm 1: Modellberäkningen ger endast marginella skillnader för utsläppen från industrisektorn och inga skillnader för utsläppen från transporter, se kommentarer längre ned i beskrivningen.

Det är främst inom sektorerna fjärrvärmeproduktion och individuell uppvärmning av bostäder och lokaler som koldioxidutsläppen blir större med 1990 års styrmedel. Det är viktigt att komma ihåg att dagens skattesystem inte jämförs med ett fall helt utan styrmedel. Redan år 1990 hade Sverige infört höga skatter på fossila bränslen, vilket medförde en relativt kraftfull styrning bort från fossila bränslen, till fördel för förnybar energiproduktion. Ett scenario helt utan skatter på fossila bränslen skulle medföra ännu större koldioxidutsläpp

## Fjärrvärmeproduktion

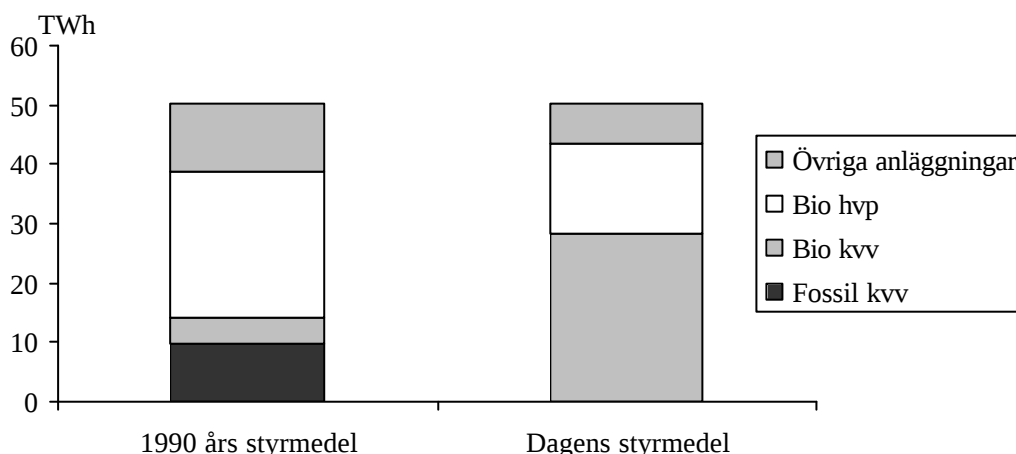
Inom fjärrvärmeproduktionen blir effekterna av styrmedelsförändringarna störst.

I scenariot med 1990 års skatter ökar utsläppen måttligt under de närmaste 10 åren. Beräkningarna med dagens styrmedel ger en helt annan utveckling. Utsläppen minskar betydligt.

Ökningen av koldioxidutsläppen i scenariot med 1990 års styrmedel kan förklaras med ett ökat utnyttjande av fossilbränslebaserad kraftvärme. Att ökningen inte blir större beror på att biobränslebaserad hetvattenproduktion blir konkurrenskraftig även vid de skattenivåer som 1990 års styrmedel innehåller.

Dagens styrmedelsutformning ger en annorlunda utveckling av fjärrvärmeproduktionen. Det bidrag som ges till biobränsleeldade kraftvärmeverk, tillsammans med den höga beskattningen på användning av fossila bränslen, leder till en kraftig expansion av biobränslebaserad kraftvärme redan till år 2010. Mer än hälften av fjärrvärmeproduktionen kommer då från biobränslebaserad kraftvärme. Det som inte blir biobränslekraftvärme utgörs till största delen av biobränslebaserad hetvattenproduktion. Biobränsle blir alltså det helt dominerande bränslet för fjärrvärmeproduktion i fallet med dagens styrmedel.

**Figur 11.3 Fjärrvärmeproduktion år 2010 med "1990 års styrmedel" och "dagens styrmedel".**



## Elanvändning och elproduktion

Elanvändningen blir större i scenariot med dagens styrmedel än i scenariot med 1990 års styrmedel. Det beror bl.a. på att det stöd som ges för t.ex. vindkraft och biobränslekraftvärme minskar produktionskostnaderna. Dessutom ökar elens relativa konkurrenskraft till följd av att energianvändning baserad på fossila bränslen belastas av betydligt högre skatter.

Skillnaden i elanvändning mellan de båda scenarierna kan till övervägande del förklaras med olika stor elanvändning för uppvärmning av bostäder och lokaler. Både användningen av vattenburen elvärme och värmepumpar blir större i scenariot med dagens styrmedel. År 2010 är skillnaden i elförbrukning för uppvärmning ca. 5 TWh.

Elproduktionen skiljer sig åt i de båda scenarierna, främst till följd av det antagna certifikatsystemet som här återspeglas med ett bidrag på 15 öre/kWh till elproduktion från

vindkraft, biobränslekraftvärme och småskalig vattenkraft<sup>107</sup>. Dessutom är skatterna på fossila bränslen i kraftvärmeproduktionen avsevärt högre i scenariot med dagens styrmedel. Den största delen av elproduktionen, storskalig vattenkraft och kärnkraft, är i princip densamma i båda scenarierna.

Vid dagens styrmedel byggs vindkraft ut i ganska stor omfattning redan 2005. År 2010 tas hela den antagna landbaserade potentialen, 4,5 TWh/år, i anspråk. Samtidigt ökar elimporten. Från 2005 till 2010 ökar också kraftvärmeproduktionen.

### **Individuell uppvärmning i bostäder**

Fördelningen av olika uppvärmningsslag för bostäder och lokaler påverkas märkbart av de två styrmedelssystemen. Förenklat uttryckt innebär dagens styrmedel förbättrad konkurrenskraft för el, medan olja fått försämrad konkurrenskraft till följd av att skatterna på olja stigit mer än skatten på el. Dessutom är elpriset<sup>108</sup> kring år 2010 något lägre i scenariot med dagens styrmedel till följd av stödet till vindkraft, biokraftvärme och småskalig vattenkraft. Även biobränsle och fjärrvärme har fått stärkt konkurrenskraft. Användningen ökar i båda scenarierna.

### **Industrin**

Industrins energianvändning skiljer sig endast marginellt i de olika styrmedelsscenarierna. I båda scenarierna blir det en viss minskning av biobränsleanvändningen till följd av att den begränsade resursen av biobränslen utnyttjas med större effektivitet inom andra sektorer, främst för fjärrvärmeproduktion.

Som tidigare diskuterats ger inte modellberäkningen någon anpassning av energiefterfrågan till följd av energiprisförändringar.

Skatterna på el och bränslen för användning inom industrin är i flera fall lägre med dagens styrmedel än med 1990 års styrmedel. Det gäller särskilt för el. Dagens styrmedel kan därför tänkas ge en något större energiefterfrågan. Det har dock inte gjorts någon separat beräkning av detta.

### **Transporter**

Transportsektorn visar i beräkningarna samma utveckling i båda styrmedelsscenarierna. Konkurrenskraften för alternativa bränslen förbättras i scenariot med dagens styrmedel, genom att skatten på bensin och diesel ökar. Det är dock inte tillräckligt för att det i beräkningarna ska bli några bränslebyten till följd av skatteskillnaderna. Eftersom modellen inte fångar upp efterfrågeanpassningar (minskat transportarbete eller minskad bränsleförbrukning) av de höjda skatterna i scenariot med dagens styrmedel har MARKAL-beräkningen kompletterats med en separat beräkning för skatternas effekt på bensin- och dieselanvändningen

Bensin och diesel används nästan uteslutande för vägtransporter och utgör drygt 80 procent av transportsektorns totala energianvändning (exklusive bunkring för utrikes sjöfart).

I beräkningarna av effekter av höjda skatter på bensin och diesel har priselasticiteter använts. För bensin antas priselasticiteten vara  $-0,7$  och för diesel  $-0,2$ .<sup>109</sup> Enligt beräkningarna skulle bensinanvändningen med 1990 års styrmedel ha varit drygt 2 procent högre år 2010 jämfört med

---

<sup>107</sup> Även solceller och biobränslekondens omfattas i beräkningarna av certifikatstödet, men dessa alternativ utnyttjas ej.

<sup>108</sup> Med elpriset avser vi här skuggpriset på elproduktionen. (Detta är ungefär detsamma som marginalkostnaden för elproduktionen.) Skuggpriset på el är ett av beräkningsresultaten i modellen.

<sup>109</sup> "Bensinskatteförändringars effekter", Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi, Ds 1994:55.

scenarioberäkningen med dagens skatter. Det motsvarar drygt 1 TWh eller 0,3 miljoner ton koldioxidutsläpp. Efterfrågan på bensin är följaktligen relativt oelastisk, d v s påverkas inte i någon större utsträckning av prishöjningar. Det kan dock diskuteras om inte priserna nu har nått så höga nivåer att prissignalerna faktiskt börjar få effekt, d v s att efterfrågan börjar bli mer elastisk.

Priselasticiteten för diesel är lägre än för bensin, vilket automatiskt medför att det blir en mindre effekt på dieselanvändningen jämfört med bensinanvändningen.

### **11.3 Sammanfattande slutsatser**

Användning av biobränslen stimuleras kraftigt av dagens styrmedel. Största delen av ökningen sker inom fjärrvärmeproduktionen. Biobränsleanvändningen ökar även i scenariot med 1990 års styrmedel, men i betydligt långsammare takt.

Inom fjärrvärmeproduktionen märks styrmedelsskillnaderna tydligast. I scenariot med dagens styrmedel beräknas mer än hälften av fjärrvärmeproduktionen år 2010 komma från biobränslebaserad kraftvärme. Det som inte blir biobränslekraftvärme utgörs till största delen av biobränslebaserad hetvattenproduktion.

Elanvändningen blir större vid dagens styrmedel till följd av billigare elproduktion (orsakad av stödet på 15 öre/kWh) och dyrare alternativ (skatt på fossila bränslen har ökat mer än elskatten).

Elproduktionen i biobränslekraftvärme, vindkraft och småskalig vattenkraft blir större och införs tidigare vid dagens styrmedel, tack vare stödet på 15 öre/kWh. Vid 1990 års styrmedel blir vindkraft inte konkurrenskraftig.

El till uppvärmning och värmepumpar utnyttjas mer i scenariot med dagens styrmedel.

Inom industrisektorn minskar biobränsleanvändningen något i båda scenarierna. Den begränsade biobränsleresursen utnyttjas effektivare inom andra sektorer.

I scenariot med dagens styrmedel förbättras förutsättningarna för alternativa bränslen, genom att skatten på bensin och diesel ökar. Det är dock inte tillräckligt för att åstadkomma några bränslebyten.

Vid resultattolkningen är det viktigt att komma ihåg att certifikatsystemet har simulerats med ett bidrag på 15 öre/kWh till vissa elproduktionsalternativ. Detta är en uppskattning, sett som ett genomsnitt över hela perioden. Med hänsyn till den övriga osäkerheten bör den valda nivån betraktas som en god approximation. Ingen kan idag med säkerhet veta på vilken nivå certifikatpriset kommer att hamna och dess variationer över tiden.

Avslutningsvis bör det påpekas att redan 1990 års styrmedel utgör en tydlig styrning bort från fossila bränslen.

# Bilagor

## Bilaga 1 Energiskatter 2001

I tabell B1 och B2 visas nuvarande svenska energi- och miljöskatter. Energi- och miljöskatterna skiljer sig åt mellan industrin och övriga användare. Industrin betalar ingen energiskatt och endast 35 procent av den koldioxidskatt som betalas av övriga användare.

**Tabell B1 Energi- och miljöskatter från 1 januari 2001, exklusive moms<sup>3)</sup>**

|                                                          | Energi-<br>Skatt | CO <sub>2</sub> -<br>Skatt | Svavel-<br>Skatt | Total<br>Skatt | Skatt<br>öre/kWh |
|----------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------|------------------|
| <b>Bränslen<sup>1)</sup></b>                             |                  |                            |                  |                |                  |
| Eldningsolja 1, kr/m <sup>3</sup><br>( $< 0,1$ % svavel) | 688              | 1 527                      | -                | 2 215          | 22,4             |
| Eldningsolja 5, kr/m <sup>3</sup><br>(0,4 % svavel)      | 688              | 1 527                      | 108              | 2 323          | 21,5             |
| Kol, kr/ton<br>(0,5 % svavel)                            | 293              | 1 329                      | 150              | 1 772          | 23,4             |
| Gasol, kr/ton                                            | 134              | 1 606                      | -                | 1 740          | 13,6             |
| Naturgas/metan, kr/1000 m <sup>3</sup>                   | 223              | 1 144                      | -                | 1 367          | 14,1             |
| Råtallolja, kr/m <sup>3</sup>                            | 2 215            | -                          | -                | 2 215          | 22,1             |
| Torv, kr/ton, 45 % fukthalt<br>(0,24 % svavel)           | -                | -                          | 40               | 40             | 1,5              |
| <b>Drivmedel<sup>2)</sup></b>                            |                  |                            |                  |                |                  |
| Bensin, miljöklass 1, kr/l                               | 3,26             | 1,24                       | -                | 4,5            | 51,6             |
| Bensin, miljöklass 2, kr/l                               | 3,29             | 1,24                       | -                | 4,5            | 51,9             |
| Annan bensin, kr/l                                       | 3,92             | 1,24                       | -                | 5,16           | 59,2             |
| Diesel, miljöklass 1, kr/l                               | 1,51             | 1,53                       | -                | 3,04           | 31,1             |
| Diesel, miljöklass 2, kr/l                               | 1,79             | 1,53                       | -                | 3,27           | 33,4             |
| Diesel, miljöklass 3 eller övr., kr/l                    | 2,04             | 1,53                       | -                | 3,57           | 35,8             |
| Naturgas/metan, kr/m <sup>3</sup>                        | 0                | 1,04                       |                  | 1,04           | 10,7             |
| Gasol, kr/kg                                             | 0                | 1,26                       |                  | 1,26           | 10,6             |
| <b>Elanvändning</b>                                      |                  |                            |                  |                |                  |
| El, norra Sverige, öre/kWh                               | 12,5             | -                          | -                | 12,5           | 12,5             |
| El, övriga Sverige, öre/kWh                              | 18,1             | -                          | -                | 18,1           | 18,1             |
| El, gas, värme eller vattenförsörjning,<br>öre/kWh       |                  |                            |                  |                |                  |
| Norra Sverige,                                           | 12,5             | -                          | -                | 12,5           | 12,5             |
| Övriga Sverige                                           | 15,8             | -                          | -                | 15,8           | 15,8             |
| Elpannor, effekt $> 2$ MW,<br>1/11-31/3, öre/kWh         |                  |                            |                  |                |                  |
| Norra Sverige,                                           | 14,8             | -                          | -                | 14,8           | 14,8             |
| Övriga Sverige                                           | 18,1             | -                          | -                | 18,1           | 18,1             |

Anm: Utöver skatterna tillkommer moms med 25 %, dock ej för industrin. En miljöavgift för utsläpp av kväveoxider på 40 kr/kg utsläppt kväveoxid utgår för pannor, gasturbiner och stationära förbränningsanläggningar på minst 25 GWh. Avgiften återbetalas i proportion till respektive anläggnings energiproduktion och utsläpp.

1) För bränslen som används för elproduktion medges avdrag för energi- och koldioxidskatt. Fossila bränslen för värmeproduktion i kraftvärmeanläggningar belastas med halv energiskatt samt full koldioxid- och svavelskatt. Biobränslen är obeskattade för alla användare. 2) Flygbränsle beskattas inte direkt. Inrikes flyg beskattas däremot genom Luftfartsverkets miljörelaterade landnings- och passageraravgifter. 3) Bränslen som används för elproduktion är befriade från energi- och koldioxidskatt men belagda med svavelskatt. För kärnkraft utgår en skatt baserad på reaktorernas termiska effekt. Vid vissa driftbetingelser motsvarar effektskatten 2,7 öre/kWh. Vidare tas 0,15 öre/kWh ut enligt den s.k. Studsvikslagen samt genomsnitt betalas 1 öre/kWh enligt lagen om finansiering av framtida utgifter för använt kärnbränsle.

Källa: Skatteförvaltningen och egna beräkningar.

### **Tabell B2 Energi- och miljöskatter för industri, jordbruk, skogsbruk och vattenbruk från 1 januari 2001, exklusive moms**

|                                                | Energi-<br>skatt | CO <sub>2</sub> -<br>Skatt | Svavel-<br>Skatt | Total<br>Skatt | Skatt<br>öre/kWh |
|------------------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Eldningsolja 1, kr/m <sup>3</sup>              | 0                | 534                        | -                | 534            | 5,4              |
| Eldningsolja 5, kr/m <sup>3</sup>              | 0                | 534                        | 108              | 642            | 5,9              |
| Kol, kr/ton                                    | 0                | 465                        | 150              | 615            | 8,1              |
| Gasol, kr/ton                                  | 0                | 562                        | -                | 562            | 4,4              |
| Naturgas, kr/1000 m <sup>3</sup>               | 0                | 400                        | -                | 400            | 4,1              |
| Råttallolja, kr/m <sup>3</sup>                 | 534              | -                          | -                | 534            | 5,3              |
| Torv, kr/ton, 45 % fukthalt<br>(0,24 % svavel) | -                | -                          | 40               | 40             | 1,5              |

Anm: För leveranser av värme till industrin medges återbetalning av energiskatten och 65% av koldioxidskatten på bränslen som förbrukats vid framställning av värme.

Källa: Skatteförvaltningen och egna beräkningar.

## Bilaga 2 Beviljade medel för forskning, 1998-2000

**Tabell B3 Beviljade medel för forskning på programnivå för åren 1998-2000**

| Utvecklingsområden/delområden                 | 1998<br>milj.kr | 1998<br>procent | 1999<br>milj.kr | 1999<br>Procent | 2000<br>milj. kr | 1999<br>procent |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| <b>1. BRÄNSLEBASERADE ENERGISYSTEM</b>        | <b>231,4</b>    | <b>53 %</b>     | <b>274,8</b>    | <b>47 %</b>     | <b>207,4</b>     | <b>42 %</b>     |
| 1.1 Biobränslen inkl askåterföring            | 44,4            |                 | 64,6            |                 | 43,8             |                 |
| 1.1.1 Bioenergisystem, övergripande           | 23,0            |                 | 10,1            |                 | 20,3             |                 |
| 1.1.2 Skogsbränslen                           | 8,9             |                 | 39,4            |                 | 11,4             |                 |
| 1.1.3 Åkerbränslen/energiödling               | 10,1            |                 | 10,1            |                 | 10,1             |                 |
| 1.1.4 Askåterföring/hantering                 | 2,5             |                 | 5,1             |                 | 2,0              |                 |
| 1.2 Avfallsbränslen inkl biogas               | 10,8            |                 | 10,2            |                 | 8,0              |                 |
| 1.3 Kraftvärme                                | 129,0           |                 | 120,9           |                 | 106,1            |                 |
| 1.4 Storskalig värmeproduktion                | 40,9            |                 | 67,7            |                 | 32,0             |                 |
| 1.5 Vätgasbaserade energisystem               | 6,2             |                 | 11,3            |                 | 17,5             |                 |
| 1.5.1 Artificiell fotosyntes och vätgas       | 1,7             |                 | 5,6             |                 | 9,5              |                 |
| 1.5.2 Stationära bränsleceller                | 4,5             |                 | 5,7             |                 | 8,0              |                 |
| <b>2. TRANSPORT</b>                           | <b>34,3</b>     | <b>8 %</b>      | <b>91,5</b>     | <b>16 %</b>     | <b>49,5</b>      | <b>10 %</b>     |
| 2.1 Biodrivmedel                              | 13,6            |                 | 22,2            |                 | 20,8             |                 |
| 2.1.1 Etanol                                  | 13,0            |                 | 18,5            |                 | 18,0             |                 |
| 2.1.2 Övriga alternativa drivmedel            | 0,6             |                 | 3,7             |                 | 2,8              |                 |
| 2.2 Förbränningsmotorer                       | 19,6            |                 | 49,5            |                 | 13,9             |                 |
| 2.3 El- och hybridfordon samt bränsleceller   |                 |                 | 16,4            |                 | 4,0              |                 |
| 2.4 Transportsystem                           | 1,1             |                 | 3,3             |                 | 10,7             |                 |
| <b>3. ELPRODUKTION/ELTEKNIK</b>               | <b>84,6</b>     | <b>19 %</b>     | <b>66,5</b>     | <b>11 %</b>     | <b>86,4</b>      | <b>18 %</b>     |
| 3.1 Vattenkraft                               | 2,0             |                 | 4,2             |                 | 8,4              |                 |
| 3.2 Vindkraft                                 | 29,9            |                 | 26,1            |                 | 39,9             |                 |
| 3.3 Solceller inkl. system                    | 0,3             |                 | 5,9             |                 | 9,3              |                 |
| 3.4 Elkraftteknik/överföring/distribution     | 52,5            |                 | 30,4            |                 | 28,8             |                 |
| <b>4. INDUSTRI</b>                            | <b>32,1</b>     | <b>7 %</b>      | <b>62,9</b>     | <b>11 %</b>     | <b>53,8</b>      | <b>11 %</b>     |
| 4.1 Enhetsprocesser inom industrin a)         | 31,5            |                 | 61,5            |                 | 50,5             |                 |
| 4.2 Hjälpssystem inom industrin               | 0,7             |                 | 1,4             |                 | 3,3              |                 |
| <b>5. BEBYGGELSE</b>                          | <b>45,4</b>     | <b>10 %</b>     | <b>64,7</b>     | <b>11 %</b>     | <b>56,7</b>      | <b>12 %</b>     |
| 5.1 Uppvärmning/kylning/klimatskal            | 24,9            |                 | 56,4            |                 | 44,3             |                 |
| 5.1.1 Småskalig förbränning                   | 4,8             |                 | 20,9            |                 | 20,6             |                 |
| 5.1.2 Fjärrvärme                              | 4,6             |                 | 15,8            |                 | 5,6              |                 |
| 5.1.3 Solvärme d)                             | 5,4             |                 | 10,0            |                 | 0,7              |                 |
| 5.1.4 Värmepumpar                             | 7,8             |                 | 7,4             |                 | 12,2             |                 |
| 5.1.5 Energilagring                           | 2,4             |                 | 2,2             |                 | 5,2              |                 |
| 5.2 Komponenter, system och installationer b) | 20,6            |                 | 8,2             |                 | 12,5             |                 |
| <b>6. SYSTEM/INTERNAT./MM a)</b>              | <b>12,4</b>     | <b>3 %</b>      | <b>27,4</b>     | <b>5 %</b>      | <b>38,4</b>      | <b>8 %</b>      |
| 6.1 Energisystemstudier, m.m.                 | 6,6             |                 | 6,5             |                 | 20,2             |                 |
| 6.2 Övergripande internationellt samarbete c) | 5,7             |                 | 21,0            |                 | 18,2             |                 |
| <b>Summa</b>                                  | <b>440,3</b>    | <b>100 %</b>    | <b>587,8</b>    | <b>100 %</b>    | <b>492,3</b>     | <b>100 %</b>    |



## ***Bilaga 3 Forskningsorganisationer i Sverige***

**Vetenskapsrådet** är en myndighet under Utbildningsdepartementet med uppgift att stödja grundforskning av högsta kvalitet för att försäkra Sverige en position som ledande forskningsnation. Detta sker genom att Vetenskapsrådet:

- styrs med forskarmajoritet
- främjar tvär- och mångvetenskap
- verkar för förnyelse och jämställdhet
- stimulerar till samverkan och kommunikation.

Vetenskapsrådet leds av en **generaldirektör** som vid sin sida har en biträdande generaldirektör, en styrelseordförande och en styrelse. Styrelsen består av en majoritet forskare utsedda genom elektorval i forskarsamhället. Övriga ledamöter är utsedda av regeringen. Inom Vetenskapsrådet finns det tre ämnesråd. De omfattar;

- medicin
- naturvetenskap och teknikvetenskap
- humaniora och samhällsvetenskap

Forskarsamhället utser även majoriteten av ledamöterna i ämnesråden. De tre ämnesråden leds av respektive ordförande tillsammans med huvudsekreterare. Huvudsekreterarna är anställda på kansliet och blir därmed den direkta länken mellan ämnesråden och kansliets personal. Det finns även en kommitté för utbildningsvetenskap. Den utses av Vetenskapsrådets styrelse.

**VINNOVA – Verket för innovationssystem** - stödjer behovsmotiverad forskning och utveckling inom teknik, arbetsliv och transporter samt verkar för att ny kunskap så effektivt som möjligt omsätts i produkter, processer, tjänster och arbetsliv. En viktig uppgift för VINNOVA är att identifiera möjliga tillväxtområden, kartlägga hur innovationssystemet ser ut kring dessa områden samt vilka initiativ som behövs för att stärka systemet. Innovationssystem är det nätverk av aktörer som skapar, sprider och utnyttjar nya kunskaper och ny teknik.

VINNOVA riktar sin verksamhet mot flera olika innovationssystem:

- Nationella innovationssystem
- Sektoriella innovationssystem
- Innovationssystem i regioner

Inom var och en av dessa system finns det olika aktörer, från näringsliv, forskning och politik, som tillsammans och i dialog, kan skapa mervärden av nya kunskaper. Målet för VINNOVA är att genom behovsmotiverad forskning och utveckling bidra till att Sverige utvecklar internationellt ledande innovationssystem som ger hållbar tillväxt och utveckling i samhället.

### **Formas**

Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, Formas, startade 1 januari 2001 och är ett nybildat statligt forskningsråd under Miljödepartementet. Formas övertar den forskning som tidigare stöddes av Byggnadsforskningsrådet, Skogs- och jordbrukets forskningsråd, samt till vissa delar av Naturvårdsverket och Forskningsrådsnämnden

Formas stödjer grundforskning och behovsstyrd forskning inom områdena miljö, areella näringar och samhällsbyggande. Formas främjar en ekologiskt hållbar tillväxt och utveckling i samhället, mång- och tvärvetenskaplig forskning samt internationellt forskningssamarbete och erfarenhetsutbyte. Rådet ansvarar vidare för information om forskning och forskningsresultat.

Formas fem programområden är

*Miljö:* Forskningen avser övergripande frågor om naturmiljön och skall bidra till bedömningen av människans påverkan på grundläggande villkor för det levande. Inom detta område beaktas forskning som inte direkt kan knytas till de areella näringarna eller till samhällsbyggnad.

*Jord- och trädgårdsbruk, fiske- och rennäring:* Forskningen skall bidra till en hållbar utveckling inom angivna näringar.

*Skogsbruk och naturmiljö:* Forskningen skall bidra till ett hållbart nyttjande av naturresurserna i skogslandskapet.

*Bebyggelse:* Forskningen skall bidra till byggnader och anläggningar som är stimulerande, trygga, hälsosamma och energi- och resurseffektiva. Stöd kan även ges till utvecklingsarbete och experimentbyggande.

*Samhällsplanering:* Forskningen skall bidra till en hållbar utveckling av städer, landsbygd och regioner.

## **Bilaga 4 Metod för scenarioberäkningarna**

Scenarierna för utsläppen av koldioxid från energisektorn utgår från beräkningar och bedömningar över energisystemets utveckling. I energisystemet omfattas både använd samt tillförd energi. Scenarier tas fram för olika delsektorer i energisystemet. Dessa ställs sedan samman i en energibalans. Den använda energin ska balansera med den tillförda energin. På balansens användarsida ingår förutom den slutliga användningen i sektorerna industri, bostäder och service samt transporter även omvandlings- och distributionsförluster samt utrikes sjöfart. På balansens tillförselsida finns den sammanlagda tillförseln av bränslen samt vattenkraftsproduktion, kärnkraftsproduktion, vindkraft och nettoimporten av el.

För varje delsektor används olika beräkningsmetoder, vilka beskrivs nedan.

De metoder och analyser som används utgår från ett samhällsekonomiskt perspektiv. En grundläggande utgångspunkt är att den totala energianvändningen och energislagens inbördes fördelning anpassas till de förväntade energipriserna, den ekonomiska aktiviteten i samhället samt den tekniska utvecklingen. Även den internationella utvecklingen återkopplas till det svenska energisystemet. I arbetet utgås från de beslut som är fattade av regering och riksdag inom ramen för den gällande energi- och miljöpolitiken.

Till scenariobeskrivningen i den tredje nationalrapporten har beräkningar med MARKAL-modellen använts som underlag. En kort allmän beskrivning av modellen redovisas nedan.

### **Metod för industrisektorn**

Scenarierna över industrins energianvändning till år 2010 och 2020 bygger dels på resultaten från Konjunkturinstitutets EMEC-modell samt i viss utsträckning på MARKAL-modellen. EMEC-modellen tillhandahåller ekonomiska förutsättningarna för ett antal industribranscher samt för tillverkningsindustrin totalt. För de branscher som inte anges av EMEC-modellen har egna bedömningar gjorts. Dessa måste dock falla inom ramen för den totala utvecklingstakten för tillverkningsindustrin d v s ingen bransch kan i våra egna bedömningar ges en tillväxt som leder till att tillväxttakten för tillverkningsindustrin totalt som anges av EMEC-modellen överskrids.

Utifrån de ekonomiska förutsättningarna samt de antagna energipriserna har ett scenario över industrins energianvändning utarbetats. I detta arbete ingår omfattande kontakter med industrins olika intresseorganisationer, branschorganisationer samt energimyndighetens egna experter på vissa områden. I dessa kontakter diskuteras dels resultat från EMEC-modellen dels hur olika produkter inom en bransch kommer att utvecklas samt vilka större investeringar som är aktuella under perioden. Produktionsutvecklingen av olika produkter är av stor vikt då den totala efterfrågan av energi samt dess sammansättning är beroende av detta. Även den teknik som kan komma att implementeras under perioden är förstås av stor vikt. Allt material och kunskap som genereras under denna process granskas och ställs mot varann för att utarbeta scenarierna.

Scenarierna över industrins energiefterfrågan har även fungerat som en input i MARKAL-modellens beräkningar. Resultaten från MARKAL-modellen har noga granskats och stämts av med övriga beräkningsresultat.

## Metod för sektorn bostäder, service m.m.

En stor del av energianvändningen i sektorn bostäder, service m.m. åtgår till uppvärmning av bostäder och lokaler. Den ekonomiska tillväxten och befolkningstillväxten styr hur omfattande nyproduktion, renovering och ombyggnation av bostäder och lokaler blir. Detta styr i sin tur behovet av uppvärmning.

Den energi som används för uppvärmning påverkas av temperaturförhållandena. För att justera för detta temperaturkorrigeras energianvändningen. Den temperaturkorrigerade energianvändningen talar om hur mycket energi som skulle ha använts ett speciellt år om det varit normalt ur temperaturhänseende. Temperaturkorrigering görs för att kunna jämföra energianvändningen mellan olika år för att se hur den påverkas av andra faktorer. I beräkningarna bortses från temperaturens inverkan genom att anta att prognosår blir normala ut temperaturhänseende. Temperaturkorrigeringen bygger på graddagsstatistik från SMHI.

Förutom energi till uppvärmning används el för drift i lokaler och hushållsel i bostäder. Dessutom beräknas energianvändning för delsektorerna; areella näringar, fritidshus samt övrig service.

### Uppvärmningssektorn

Energianvändningen för uppvärmningsändamål bestäms på kort sikt till stor del av vilka uppvärmningssystem som finns installerade i fastigheterna. Undantaget är de småhus som har s.k. kombipannor. I dessa fastigheter kan man momentant växla mellan t.ex. el och olja. Byte av uppvärmningssystem sker i första hand när det befintliga systemet är utslitet.

Uppvärmningsbehovet har beräknats bl.a. med hjälp av DoS-modellen. För att göra en prognos för uppvärmningssektorn med DoS krävs följande indata.

- Energianvändning fördelade på uppvärmningssystem och typ av fastighet (småhus resp. flerbostadshus/lokaler)
- Prognos av nyproduktion och rivning
- Genomsnittlig energieffektivisering under perioden
- Genomsnittlig livslängd för respektive uppvärmningssystem (bestämmer utbytesbehovet under prognosperioden)
- Investeringskostnader för olika energisystem, kalkylränta och avskrivningstid
- Energipriser (ej kraftpriser eftersom DoS gör en prognos för samtliga kraftpriser)
- Verkningsgrader för de olika uppvärmningssystemen och bedömd utveckling av dessa
- Max potential för olika uppvärmningssystem. Eftersom modellen utgår från att konsumenterna väljer det mest ekonomiska utbytesalternativet måste den som använder modellen lägga in olika begränsningar. Trots att kanske värmepump är det mest ekonomiska alternativet kommer inte 100 procent att välja det alternativet, utan t.ex. 20 procent.

Givet dessa förutsättningar kommer modellen att räkna fram energianvändningen för olika energislag vid olika elpriser. Modellen optimerar även driften av de s.k. kombisystemen.

För uppvärmningen av bostäder och lokaler har även MARKAL-modellen använts (se separat beskrivning). En jämförelse av DoS-modellens resultat och MARKAL-modellens resultat har gjorts. En rimlighetsbedömning av de olika modellernas utfall har sedan lett fram till de slutgiltiga resultaten.

## Hushållsel och driftel

Hushållsel i bostäder och driftel i lokaler beräknas utifrån ett tillväxttal som baseras på de antaganden som görs angående den ekonomiska utvecklingen. Den privata och offentliga konsumtionen är viktiga faktorer.

## Energianvändningen inom hela sektorn

Genom att till energin för uppvärmningen lägga användningen av hushållsel och driftel ges energianvändningen i bostäder och lokaler, vilken uppgår till drygt 85 procent av sektorns totala energianvändning. Utöver detta tillkommer energianvändningen i de areella näringarna (jordbruk, skogsbruk och fiske), fritidshus samt övrig service (el-, gas-, vatten- och avloppsverk, gatubelysning m.m.). Beräkningar för dessa små delsektorer görs på ett enklare sätt, ofta på basis av givna ekonomiska förutsättningar för respektive bransch.

## Metod för transportsektorn

Scenarierna för transportsektorns utsläpp har gjorts i två steg. Dels scenarier för transportarbetet och dels scenarier för energianvändningen (uppdelad på olika energislag).

### Transportarbetet<sup>110</sup>

Framtidsscenarierna för transporter i klimtrapporten är framtagna med hjälp av modellsystem som utvecklats gemensamt av SIKA, trafikverken och Vinnova f.d. Kommunikationsforskningsberedningen.

### Persontransporter

Som underlag för att utveckla modellsystemet för persontransporter, SAMPERS, har uppgifter om faktiskt resande, trafikutbud, befolkningsstruktur m.m. samlats in. Uppgifterna om det faktiska resandet kommer från den nationella reseundersökningen Riks-RVU (numera RES). Därifrån har ca 30 000 intervjuer från åren 1994–97 hämtats. Statistiken om resvanor, trafikutbud och demografi har sedan använts för att skatta modeller för efterfrågan på persontransporter. Bl.a. modelleras resfrekvens d.v.s. antal resor per person och dag, målpunktsval och färdmedelsval. Modelltypen är s.k. logitmodeller<sup>111</sup>. Även ruttvalet modelleras och det görs med hjälp av det kanadensiska nätanalyssystemet Emme/2. För en prognoskörning krävs indata i form av antaganden om ekonomisk utveckling, befolkningsförändringar och förändringar i transportsystemet. Systemet är lämpligt för att analysera effekter av t.ex. ändrat trafikutbud, ändrade priser eller demografiska förändringar. SAMPERS består av fem regionala modeller för kortväga resor, en rikstäckande modell för långväga inrikes resor, samt en modell för utrikesresor. Analyser kan ske och resultat presenteras på regional, nationell och internationell nivå.

---

<sup>110</sup> SIKA

<sup>111</sup> Den s.k. betingade logitmodellen (D. Mc Fadden 1974) kan beskriva på följande sätt. Vi antar att individen har att välja mellan ett antal (säg  $J$ ) olika alternativ. Låt  $X$  representera de egenskaper hos alternativen och  $Z$  de egenskaper hos individerna som forskaren kan observera i sina data. I en studie kan alternativen vara bil, buss och tunnelbana,  $X$  kan inkludera uppgifter om resornas pris och tidsåtgång, medan  $Z$  innefattar uppgifter om ålder, inkomst och utbildning. Utöver  $X$  och  $Z$  finns det emellertid ytterligare egenskaper hos individer och valalternativ som styr individens nyttomaximerande val, men som forskaren inte kan observera. Dessa summeras i en "slumpterm". Modeller av detta slag används regelmässigt i studier av individers val av resätt men har också använts på en rad andra områden, bl. a. vid studier av val av bostad, bostadsort och utbildning. (Källa: Kungliga vetenskapsakademien, Populärvetenskaplig information, Sveriges Riksbanks pris i ekonomisk vetenskap till Alfred Nobels minne år 2000).

## Godstransporter

Det svenska nationella modellsystemet för godstransporter, SAMGODS, kan mest rättvisande beskrivas som en uppsättning av separata modeller, delvis utvecklade för helt andra syften än för analyser av nationell godsefterfrågan, men som har knutits samman för att fungera ihop på ett relativt effektivt och konsistent sätt. Systemet består huvudsakligen av två delar, en del med modeller som hanterar efterfrågan på transporter och en modell som hanterar transportnätverket och transportmarknaden. Från efterfrågemodellerna hämtas geografiskt disaggregerade matriser för godsefterfrågan inom Sverige och mellan svenska och utländska regioner. Denna efterfrågan fördelas sedan av nätverksmodellerna ut på olika transportmedel och transportrutter. Med hjälp av en kostnadsminimerande algoritm gör modellsystemet det möjligt att göra prognoser av transportflöden för olika transportslag, att analysera transportkedjor och effekter i transportsystemet som följd av transportpolitiska åtgärder eller förändringar i infrastrukturen.

## Bränsleanvändning

Bensin användningen står för närmare 60 procent av energianvändningen för inrikes transporter. För att göra bedömningar över bensin användningens utveckling används en efterfrågemodell, en s k "top down" ansats. Bensin efterfrågan baseras på antaganden om hur bensinpriset samt hushållens inkomster<sup>112</sup> kommer att utvecklas samt estimerade elasticiteter. Priselasticiteten antas uppgå till  $-0,7$  och inkomstelasticiteten  $0,6$ .<sup>113</sup> Därutöver ingår antaganden om den tekniska utvecklingen (effektiviseringstakter). Modellen är begränsad på så sätt att det inte finns någon anpassningsmekanism inbyggd i modellen, vilket bl.a. innebär att modellen inte klarar av att tala om när i tiden ett höjt bensinpris får störst effekt på bensin efterfrågan.

Dieselanvändningen utgör drygt 30 procent av energianvändningen för inrikes transporter. Även här används en efterfrågemodell ("top-down") för att göra bedömningar över dieselanvändningens utveckling. Modellen baseras på antaganden om olika industribranschers framtida utveckling. De branscher som har visat sig ha störst påverkan på dieselanvändningen är massa- och pappersindustrin, petrokemisk industri samt verkstadsindustrin. Modellen tar även hänsyn till bedömningar om dieselprisets utveckling (priselasticitet  $-0,2$ ) samt teknikutveckling.

Flygbränsleanvändningen för inrikes flygtransporter utgör ca 4 procent av transportsektorns energianvändning. Beräkningarna över flygbränsleanvändningen baseras på Luftfartsverkets prognoser över antalet landningar på svenska flygplatser. Denna prognos härleds i sin tur ur en passagerarprognos. För att erhålla antalet landningar görs antaganden om flygplansflottans sammansättning och kabinfaktorns (det genomsnittliga sätesutbudets) utveckling. Passagerarprognosen är framtagen med hjälp av en efterfrågefunktion, där sambandet mellan efterfrågan på flygresor och den ekonomiska utvecklingen tillsammans med prisutvecklingen på flygresor utnyttjas.

Elanvändningen utgör 4 procent av transportsektorns energianvändning. Bedömningar över elanvändningens utveckling baseras främst på de investeringsbeslut som har fattats för den spårbundna trafikens utbyggnad.

Användningen av eldningsolja för inrikes sjöfart utgör 2 procent av transportsektorns energianvändning. Förändringar i användningen av Eo1 och Eo2-5 påverkas främst av trafiken mellan Gotland och fastlandet. Bedömningar över användningen av eldningsolja för utrikes sjöfart, s k bunkring, baseras på antaganden om den framtida utvecklingen för export och import.

---

<sup>112</sup> Som mått på framtida inkomstutveckling används prognoser för hur den privata konsumtionen kommer att utvecklas.

<sup>113</sup> "Bensinskatteförändringars effekter", Expertgruppen för studier i offentlig ekonomi, Ds 1994:55.

För de alternativa bränslena baseras framtidsbedömningarna dels på information om teknikutvecklingen för de olika bränslena, dels på politiska beslut. Det finns idag tekniker som möjliggör drift med en rad olika alternativa drivmedel. Anledningen till att dessa inte används i någon större utsträckning idag är bl.a. högre bränsle- och fordonskostnader relativt bensin- och dieseldrift. Även den begränsade tillgången till distributionssystem, tank- och servicestationer påverkar introduktion och användning av alternativa drivmedel. Den stora osäkerhet som för närvarande råder angående tex framtida beskattning av alternativa drivmedel påverkar också bedömningen av hur dessa bränslen kan komma att utvecklas.

## **El- och värmeproduktion**

Bedömningarna för el- och värmeproduktionens utveckling i scenarierna baseras på en iterativ process. Dels testas om produktionssystemet balanserar mot efterfrågan, dels om hela energisystemet klarerar. El- och fjärrvärmeproduktionen ges dock utifrån användarsektorernas efterfrågan.

Ekonomiska förutsättningar och bränslepriser utgör indata för både användarsektorerna och tillförseln, dvs för el- och fjärrvärmeproduktionen. Framtagna bränslepriser samt skatte- och bidragssystem är indata för beräkning av elproduktionskostnader för ny kraft samt för beräkningar av de rörliga produktionskostnaderna för befintlig kraft.

Hänsyn tas till viss del till teknisk utveckling för de olika produktionsteknikerna för el och fjärrvärme. Dessutom beaktas även att ny kapacitet inom vissa kraftslag kommer in på olika stöd.

Dagens elproduktionssystem är relativt väl kartlagt. Det finns uppgifter om de olika kraftslagens befintliga produktionskapacitet och det samlade produktionssystemets begränsningar. I förekommande fall görs även specialstudier om kostnader i elproduktionssystemet.

Bedömningarna för kraftvärmen bygger på data om nuvarande kraft- och värmesystem. I beräkningarna av ett framtida system ges fjärrvärmeproduktionen även av användningen inom sektorerna bostäder och service samt industrin. Utgångspunkten är att ekonomin optimeras för varje fjärrvärmesystem i sig, dvs de billigaste pannorna eller värmepumparna används vid varje given tidpunkt. Dessutom måste kraftvärmen optimeras mot vilka elpriser som råder under ett år.

Bedömningar över kraftbalansens utveckling baseras på principen att kraftslagen utnyttjas i kostnadsordning, dvs det billigaste kraftslaget utnyttjas först. Marginalkostnadsprissättning innebär att priset avspeglar kostnaden för att producera ytterligare en kilowattimme el. Den kortsiktiga marginalkostnaden för ett år definieras som ett tidsviktat medelvärde av den rörliga kostnaden för det dyraste kraftslaget som används vid olika tidpunkter plus en sk bristkostnadskomponent. Bristkostnaden ska avspegla leveransförmågan i produktionssystemet. I en situation med överkapacitet är bristkostnaden liten, men den ökar när efterfrågan ökar inom ramen för ett givet system.

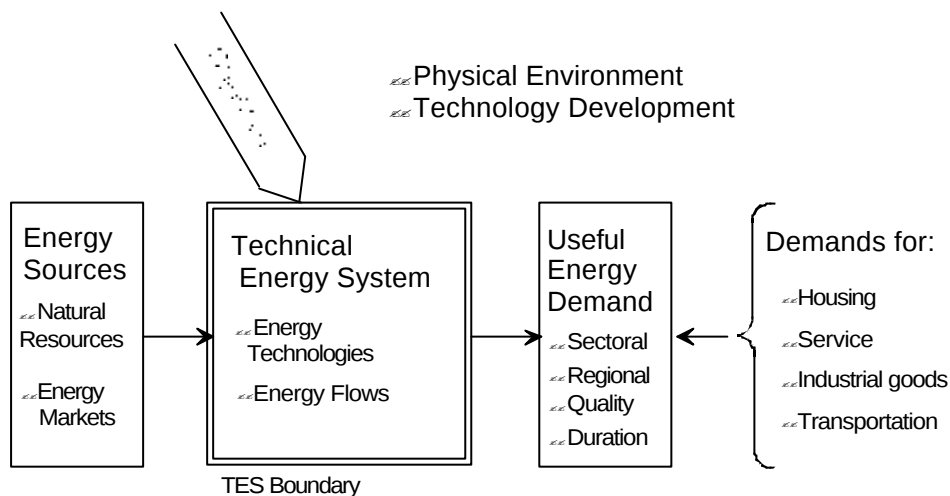
## **Kort allmän beskrivning av MARKAL och dess användning**

MARKAL är en dynamisk linjär programmeringsmodell utvecklad i mitten av 70-talet inom IEA-ETSAP för analyser av det tekniska energisystemet. Modellen har förbättrats kontinuerligt och nått en stor spridning världen över. I korta drag fungerar MARKAL så att en exogent specificerad efterfrågan på olika energitjänster för en rad olika samhällssektorer driver modellen. Modellen strävar efter att uppnå den specificerade efterfrågan till minsta möjliga kostnad.

I modellen finns ett stort antal tekniker specificerade, såväl dagens som morgondagens. Teknikerna omfattar allt från storskalig kraftproduktion till småskaliga energiomvandlingstekniker hos slutanvändaren samt effektiviseringsåtgärder. Dessutom tillkommer ett stort antal randvillkor i form av exempelvis miljökrav och tekniska prestanda. Tidshorisonten är normalt 10-25 år.

Vanligtvis utnyttjas MARKAL för scenarioanalyser, där scenarierna formas (väljs ut) utifrån olika prognoser för utvecklingen av faktorer i energisystemets omgivning. Nedanstående schematiska bild beskriver det tekniska energisystemet och dess omgivning, där omvärldsfaktorerna samlats under fyra rubriker: energimarknader, energiefterfrågan, teknisk utveckling och miljökrav.

Figur: MARKAL:s principiella uppbyggnad utifrån det tekniska energisystemet (TES) och de fyra omvärldsfaktorerna. Pilen riktad snett mot TES symboliserar modellens målfunktion, oftast en minimering av systemets kostnader under givna randvillkor.



MARKAL optimerar det tekniska energisystemets utveckling under den studerade perioden, utifrån:

- en bestämd målfunktion,
- prognoser för utvecklingen av de fyra omvärldsfaktorerna och
- bestämda randvillkor (systembegränsningar).

Den vanligaste målfunktionen i MARKAL är kostnadsminimering utifrån samhällsekonomiska kriterier. Modellresultatet utgörs då av den mest kostnadseffektiva utvecklingen av energisystemet, givet de antaganden om omvärldsfaktorernas utveckling som gjorts och givet randvillkoren.

Modellerna ger också möjlighet till val av andra målfunktioner än de ekonomiska. I MARKAL kan man t.ex. ha som mål att minimera emissionerna av växthusgaser.

Randvillkoren kan utgöras av en lång rad begränsningar, t.ex.: kapacitetsbegränsningar (för utbyggnad av vissa tekniker eller för överföring mellan länder), potentialer (t.ex. begränsningar i tillgänglig mängd avfallsbränslen), utsläppsbegränsningar (t.ex. av växthusgaser enligt Kyoto) etc.

## ***Bilaga 5 Metod för beräkning av kostnads- respektive koldioxideffektiviteten i omställningsprogrammet***

### **Kostnadseffektivitet – mått på kostnads- respektive koldioxideffektiviteten**

Föreslagna mått är kostnad per kWh el och kostnad per kg minskad koldioxid.

Omställningsprogrammets kostnadseffektivitet bör regelmässigt utvärderas och redovisas utgående från några enkla och lättbegripliga nyckeltal. Nyckeltalen används dels för att rangordna olika aktiviteter inom programmet, dels för att bedöma programmets effektivitet i förhållande till de konventionella alternativen. Den senare jämförelsen har avgörande betydelse för modellens relevans. För att sådana jämförelser ska vara möjliga måste dock kostnaden för de konventionella alternativens utsläpp tas med i beräkningen. Modellen används i första hand för att på ett rättvisande sätt kunna rangordna olika alternativ utifrån deras kostnads effektprestanda. Metoden möjliggör därför att systematiskt satsa på de ur samhällets synpunkt mest kostnadseffektiva åtgärderna. De föreslagna måtten på kostnadseffektiviteten mäter således inte den företagsekonomiska lönsamheten i omställningsprogrammet. De är däremot mått på skilda åtgärders inbördes konkurrenskraft. Måtten ger också en bild över åtgärderna konkurrenskraft gentemot bästa konventionella teknik.

I det kortsiktiga omställningsprogrammet är syftet att tillföra ny inhemsk och förnybar elenergi som kan ersätta kärnkraft samt en effektivisering som innebär att behovet av kärnkraftersättning kan hållas tillbaka. De två mått som föreslås är därför kostnad per producerad kWh el och kostnaden per kg undvikit koldioxid. Med en mer generell ansats där även värmeproduktion, transporter och industrins energianvändning ersätts måttet kostnad per kWh el med måttet kostnad per kWh energi. En sådan ansats torde bli nödvändig om t. ex. klimatåtagandet ska kunna uppnås. Metoden kan därför användas även utanför omställningsprogrammet för att t ex jämföra kostnads- resp. koldioxideffektiviteten med alternativa drivmedel med effektiviteten i ny elproduktion. Men det är också möjligt att avgöra om kostnaden för en kWh alternativ elenergi är kostnadseffektiv jämfört med konventionellt producerad el. På sikt kan modellen utvidgas till att även omfatta kostnader för att undvika andra miljö- och hälsofarliga utsläpp. Värdena på undvikta utsläpp går att addera varför man kan göra en totalrangordning av olika alternativs miljö- och hälsoeffekter.

I de flesta energisammanhang är det energiinnehållet i den tillförda energin som är den minsta gemensamma nämnaren. Visserligen finns verkningsgradsvinster resp. förluster som hänger samman med den teknik som används för att förädla energin. I elproduktionen är detta uppenbart. Ett konventionellt kondensverk tillgodogör sig i bästa fall 40 procent av den tillförda energi under det att man i en modern gaskombi kan nå verkningsgrader på ca 60procent. Men eftersom kostnaden per tillförd kWh eller undvikit kg koldioxid beräknas utgående från vald produktionsteknik kan hänsyn tas även till skillnader i verkningsgrader.

### **Några principiella utgångspunkter**

Ska jämförelser vara relevanta och jämförbara måste de göras på ett standardiserat och enhetligt sätt. Kalkylgränserna måste vara lika för alla beräknade alternativ. Detta är en svårighet eftersom delaktiviteterna i programmet spänner över ett vitt fält från tillförsel av ny el till energi-effektivisering i hushållen.

Samhällets kostnader är grunden

#### *Produktionskostnader*

En av de större frågorna är därför om man i kostnadsjämförelsen ska utgå från producentkostnader eller konsumentpriser. Med den pristransparens som numera finns inom energisektorn, och med den goda insyn energimyndigheten har i produktionskostnader för såväl befintliga som tänkbara alternativ bör beräkningarna utgå från faktiska produktionskostnader. Produktionskostnaderna är det värde som bättre beskriver den samhälleliga kostnaden än vad konsumentpriserna gör. Men samtliga produktionskostnader i hela kedjan från råvarukostnad fram till eventuella anpassningskostnader hos användaren måste ingå.

#### *Skatter*

Energibeskattningen har blivit ett viktigt styrmedel för att övertyga konsumenten om att välja en alternativ energiform. I vanliga beslutskalkyler ingår därför skatter och skatterabatter som ett väsentligt inslag. I ett kostnadseffektivitetsmått bör inte skatten ingå som en egen parameter. Skatten har inget med olika alternativs effektivitet att göra utan är antingen en ren finansieringsmetod eller en styrande skatt för att förmå konsumenter att välja ett visst alternativ före ett annat. Skatten i det förra fallet måste antas även drabba alternativen när och om de kommer över en viss marknadsandel. I det senare fallet utgör skatten en justering för alternativens bristande kostnadseffektivitet och bör vara en följd av snarare än en grund för beräkningarna.

En inbesparad kWh är lika mycket värd som en producerad

En grundfråga är om en inbesparad kWh i omställningsprogrammet är lika mycket värd som en producerad kWh. Exempel: I ett elsystem som är i balans, men med en viss årlig efterfrågeökning måste årligen investeras i ny produktionskapacitet för att inte elbrist ska uppstå. Men om kostnaden för att effektivisera bort efterfrågeökningen är lägre än kostnaden för ny elproduktion är det ekonomiskt förmånligare att välja den åtgärden i stället för en nyinvestering. Men om elsystemet inte är i balans kan man ganska lätt visa att en inbesparad kWh inte har samma värde som en producerad. Föreligger överskott av elproduktionskapacitet kommer producenterna att försöka sälja sitt överskott till ett lägre pris. Effektiviseringen leder i det fallet till att förbrukningen är oförändrad, den ändrar bara karaktär. Man kan således inte i förväg spara in el som längre fram kan användas för att minska produktionskapaciteten. Omställningsprogrammet avser emellertid bara Sverige. I den utsträckning inbesparad el exporteras till användare utanför Sverige, eller möjligen används för att minska import till Sverige kan man möjligen hävda att man har åstadkommit en bestående besparing. I den här analysen förutsätts att värdet av varje inbesparad kWh el är lika med värdet av en nyproducerad kWh.

Måtten utgår från energin och inte effekten

Den kärnkraft som ska ersättas används huvudsakligen som baslast. Den nytillförda produktionskapaciteten resp. Inbesparade energin bör därför vara av baslastkaraktär. I närtid finns emellertid även ett behov av topplast och åtgärder för att minska behovet av topplast. Därför antas att värdet av bas- resp. topplast är lika, men på sikt kan man behöva göra en distinktion för att undvika överinvesteringar i topplaståtgärder.

Naturgaskombi är benchmark

Enligt det energipolitiska beslutet ska kärnkraften ersättas med i första hand inhemska och förnybar elproduktion. Rent generellt på en europeisk avreglerad elmarknad ska investeringar i förnybar elproduktion konkurrera med motsvarande investeringar i gasbaserad elproduktion. Det långsiktiga målet måste därför vara att kostnaden för förnybar elproduktion, med hänsyn tagen till externa effekter, ska ned till samma nivå som en naturgaseldad gaskombianläggning.

Värdet av undvikta koldioxidutsläpp är lika med kvittblivningskostnaden

Ännu så länge saknas allmänt vedertagna beräkningar över koldioxidutsläppens kostnader i form av klimat- och miljökonsekvenser. Det alternativa mått som f.n. kan användas är kostnaden för att bli kvitt koldioxiden. Även här bör någon form av benchmarking tillämpas. I den utsträckning internationell handel med utsläppsrättigheter kommer att tillämpas kommer det priset att utgöra benchmarking. Redan nu förekommer sådan handel och den ökar kraftigt. Priserna på sådana utsläppsrättigheter utgår från dels underliggande kostnader att med bästa teknik minska utsläppen, dels från priset på att utnyttja koldioxidsänkor. (Se även bifogad underbilaga).

### Övriga utsläpp

Det finns möjligheter att komplettera modellen med kostnad per undvikit kg utsläpp av svavel, kväve, cancerogena partiklar etc. I USA finns en etablerad och av dess naturvårdsverk övervakad handel med kväveutsläpp. Priser publiceras regelbundet varför det torde vara relativt enkelt att komplettera modellen med dessa värden.

## Beräkningsmetoder

### Investeringar

Samtliga investeringskostnader ingår, dvs. även inkl. statliga eller andra bidrag. Följdinvesteringar, som anpassningar i näten för att kunna ta emot el från t.ex. vindkraftverk ingår i kalkylen.

### Diskonteringstid och diskonteringsränta

Investeringskostnaden slås ut över åtgärdens beräknade livslängd. För större infrastrukturinvesteringar sätts ofta avskrivningstiden till 25 år. För apparater anges ofta livslängden i form drifttid. Omräknat i kalenderår utgående från normal användning kan livslängden variera från 1 till 10 år beroende på typ av apparat. I de standardmodeller som används för utvärdering av ansökningar och projekt utgår som regel från samma beräkningsförutsättningar. Kapitalkostnaden beräknas som en årlig annuitet, d.v.s. årskostnaden inkl. diskonteringsräntan är lika stor varje år. I de standardmodeller som används för t.ex. utvärderingar av ansökningar görs oftast däremot en nuvärdesberäkning, dvs. man diskonterar summan av alla framtida kostnader och intäkter till beslutsdagen. Annuitetsmetoden fördelar alla kostnader likformigt över tiden oavsett när kostnaden uppstår.

### Drifts-, underhålls- och bränslekostnader

Samtliga drifts-, underhålls- och bränslekostnader ingår. De standardmodeller som används vid t.ex. utvärderingar av ansökningar mm. utgår från samma förutsättningar.

### Benchmarkpriset

Benchmarkpriset mot vilket varje nytillförd kWh el resp. inbesparad kWh jämförs med är priset för en nytillförd kWh el från en gaskombi. Beräkningen förutsätter att vi har tillgång till naturgas över hela landet och på samma villkor som genomsnittet av övriga EU-länder. Med sådana förutsättningar blir benchmarkpriset, utgående från bränslepris- och dollarkurs augusti år 2000, ca 24 öre per producerad kWh. Men till denna kostnad ska även läggas en kostnad för koldioxiden (Se nedan).. Totalkostnaden per producerad kWh blir därför 30 öre per kWh vid dagens prisnivå.

### Skuggpriset på koldioxid

Skuggpriset på koldioxid har beräknats till 25 öre per kg. De gaskombianläggningar som utgör benchmark ger upphov till ett utsläpp av ca 0,25 kg koldioxid per producerad kWh el. Det innebär att varje kWh el från en gaskombi belastas med en koldioxidkostnad på 6 öre.

För att kunna jämföra kostnadseffektiviteten hos ett alternativ jämfört med konventionell fossilbaserad förbrukning måste fossilalternativens koldioxidutsläpp ingå i beräkningen. Några vedertagna beräkningar över vad ett kg undvikit koldioxidutsläpp är värd finns inte. Däremot finns olika möjligheter att indirekt sätta ett skuggpris på koldioxiden.

I den internationella handel med koldioxidutsläpp som under senare år vuxit fram noteras priser per kg koldioxid från mindre än 5 upp till 25 öre per kg. Priserna i det lägre intervallet avser främst utnyttjande av koldioxidsänkor. Vid prisnivåer i intervallet 10 upp till 25 öre avses direkta fysiska utsläppsminskningar i produktionsprocesser.

Internationell forskning börjar enas om att lagring av koldioxid i stor skala är möjlig. I utbyggda sådana system kan antas att kostnaden hamnar på ca 25 öre. Teknikutveckling pågår och klarheten om kostnaden för detta alternativ kommer successivt att öka.

En ytterligare alternativ möjlighet att komma till rätta med koldioxidutsläpp är att enbart utnyttja väteatomen i kolvätemolekylerna och lagra kolatomen i fast form. Kostnaderna per undvikit kg koldioxid är med denna metod ännu så länge mycket höga.

Därutöver bedriver bland annat Sverige ett stort antal s.k. Joint Implementation- projekt i Östeuropa. Syftet med dessa är att minska utsläppen av koldioxid. Kostnaden per undvikit kg koldioxid är i dessa projekt mycket låga.

Marknadens värdering av undvikta koldioxidutsläpp, oavsett om utsläppsminskningen åstadkoms genom att utsläppen faktiskt minskas eller att utsläppen deponeras på ett godtagbart sätt ligger under 25 öre per kg. De riktigt låga prisnoteringar som finns för utnyttjande av sänkor hänger delvis samman med att metoden är långsiktigt tveksam. Flertalet experter menar att sänkor endast innebär en tidsfrist på några decennier varefter problemet återuppstår. De låga kostnaderna för minskningar genom Joint Implementation kan antas öka efterhand som de billigaste och enklaste åtgärderna har genomförts. Skuggpriset på koldioxid kan antas ligga i intervallet 10 till 25 öre per kg. Eftersom kostnadseffektivitetsjämförelsen ska användas för att rangordna och jämföra projekt inte för regelrätta lönsamhetsbedömningar har det ingen storleken på skuggpriset inget helt avgörande betydelse. Men för att hamna på den säkra sidan föreslås 25 öre.

### Kostnad per undvikt kg koldioxid

Varje tillförd eller inbesparad kWh el antas ersätta 1 kWh el från ett gaskombi. Varje kWh från en gaskombi ger upphov till ett koldioxidutsläpp på ca 0,25 kg. Det innebär att 4 kWh förnybar el eller inbesparad el minskar utsläppen av koldioxid med ett kg. (Används i stället kolkondens som benchmark skulle givetvis kostnadseffektiviteten få ett högre värde eftersom 1 kWh el från en kolkondensanläggning ger ett fyra gånger högre koldioxidutsläpp än en gaskombi. Men kolkondens kan rimligen inte vara benchmark vare sig i Sverige eller i Europa för ny elproduktion. Som redan framförts ovan är det europeiska alternativet till förnybar el gaskombianläggningar. På riktigt lång sikt när koldioxiddeponering i stor skala kan bli kommersiell kan möjligen nya kolkondensanläggningar bli aktuella igen).

Kostnaden per undvikt kg koldioxid blir därför aktuell produktionskostnad per kWh multiplicerad med faktor 4.

#### Kraftvärmeverk

##### *Kostnadsfördelning mellan värme och el*

El från kraftvärmeverk innebär vissa komplikationer, eftersom man måste särskilja på kostnader och intäkter för el- resp. värmeproduktionen. De normala kalkylprogrammen räknar fram den sammanlagda lönsamheten i ett kraftvärmeverk vid givna priser för el resp. värme. Vare sig kapital-, drifts-, underhålls- eller bränslekostnaden fördelas normalt på värme resp. elproduktionen.

Det finns i underlaget en kalkyl där investeringskostnaderna har fördelats på värmeverksdelen resp. tillkommande kostnader för uppgradering till ett kraftvärmeverk. Utgående från denna kalkyl samt antaganden om hur drifts- och underhålls- samt bränslekostnaderna kan fördela sig på el- resp. värmeproduktion har kostnaden för att producera en kWh el beräknats.

##### *Konvertering till fjärrvärme*

Marginalkostnaden för att ansluta en fastighet till befintligt fjärrvärmesystem har antagits till 20000 kr per fastighet. Marginalkostnaden för att producera en ytterligare kWh fjärrvärme inkl förluster har antagits till 24 öre. Utgångspunkten är således att det befintliga värmeverket har kapacitet att ta emot ytterligare kunder utan någon annan utbyggnad än att ansluta fastigheten till befintligt system. Fastighetsägarens och värmeverkets investeringskostnader avskrivs på 15 år och med 4 procent diskonteringsränta. Den kortare avskrivningstiden motiveras av att konverteringen inte innebär samma grundläggande samhällsliga infrastrukturinvesteringar som ett kraftverk innebär.



## **Bilaga 6 Reinvesteringsbehov i kärnreaktorerna**

I ”De svenska kärnkraftsverkens livslängd” en rapport till Energikommissionens expertgrupp för kraftproduktion och energitillförsel<sup>114</sup>, redovisar kraftföretagen sin syn på livslängden, inklusive ekonomiska överväganden. I rapporten påpekas att kraftverken är byggda för minst 40 års drift, att kärnkraftsindustrin har skaffat sig erfarenhet av större ombyggnads- och moderniseringsprojekt och att det ekonomiska utrymmet för underhåll är stort (2 miljarder kronor per år för ett 1000 MW block) vid jämförelse med kostnaden för andra metoder att producera el.

I rapporten antogs att produktionskostnaden för alternativ elproduktion var 40 öre/kWh vilket gav enormt stora potentialer för reinvesteringar. Räknar vi med ett elpris på 22 öre/kWh ligger potentialen för reinvesteringar runt 500 Mkr per år och block..

Kostnaderna för underhåll och modernisering har i genomsnitt legat på nivån 200 Mkr per år och block under perioden 1983 till 1994. Med hänsyn till att kraven kan komma att öka framöver uppskattas att denna kostnad kan komma att öka till i genomsnitt ca 250 Mkr per år och block. Detta skulle ge en produktionskostnad för el på 12 – 15 öre/kWh.

### **Reinvesteringsbehov för ökad teknisk livslängd**

I samband med konstruktionen av ett kärnkraftsverk sätts en teknisk livslängd för dess stora, väsentliga komponenter. Skälet är att vissa dimensioneringskriterier, bland annat kriteriet mot utmattning, kräver att ett antal belastningsvariationer testas. Vid utmattningsberäkningar för svenska anläggningar har de rekommendationer som används i USA följts om att testa det antal belastningsvariationer som förväntas uppträda under 40 års drift. Av denna anledning görs kontinuerligt uppföljning av antalet belastningsväxlingar (s k transienter) i kärnkraftverken. Antalet avräknas från den vid konstruktionen antagna belastningsbudgeten. Under lugna driftförhållanden har man få belastningsväxlingar och budgeten avräknas långsamt.

Det förekommer också skademekanismer som medför en kontinuerlig försämring av materialen med tiden. Exempel är effekter av bestrålning, olika typer korrosion och termisk åldring. Analys av den tekniska livslängden genomförs i första hand för stora, tunga komponenter som är svåra, dyrbara eller doskrävande<sup>115</sup> att byta, t.ex. byggnader, reaktorkärl, ånggeneratorer, övriga tryckkärl och större pump- och ventilhus. Mindre komponenter byts ut regelbundet inom ramen för underhållsprogrammen.

Kärntekniklagen ställer krav på säkerheten i de kärntekniska anläggningarna. SKI och SSI utövar tillsyn över säkerheten och strålskyddet, och har att ställa de villkor som motiveras av säkerhets- och strålskyddsskäl. Om säkerheten inte anses tillfredställande kan SKI dra in anläggningarnas drifttillstånd, och om det föreligger synnerliga skäl ur säkerhetssynpunkt kan regeringen återkalla tillståndet att bedriva kärnteknisk verksamhet.

Prestationsförmågan kan endast bedömas utifrån kända förhållanden. Detta innebär att bedömningar av den framtida förmågan alltid är behäftad med en viss osäkerhet. Den kan visa sig vara bättre eller sämre än vad som bedömts.

---

<sup>114</sup> Januari 1995.

<sup>115</sup> D.v.s. den mängd strålning som personalen utsätts för vid arbete med radioaktiva delar.

Livslängden kan också begränsas av att vissa typer av svåra driftsstörningar inträffar som leder till sådana överbelastningar och skador att reaktorn inte kan godkännas för fortsatt drift. Sådana händelser har inträffat utomlands.

För att fånga upp tecken på ett begynnande slitage, för att planera underhållsinsatser och för att få ett ur säkerhetssynpunkt och strålskyddssynpunkt, ekonomiskt optimerat underhållsprogram utnyttjas bl.a. erfarenheter från det egna blocket och från andra block, statistiska uppgifter om livslängd hos komponenter och forskningsresultat. Sedan mitten av 1970-talet samlas och analyseras systematiskt tillförlitlighetsdata för komponenter i svenska och även finska kärnkraftverk i en databas.

### **Förlängd livslängd i USA**

I USA licensieras kärnkraftsverken för en begränsad tid, normalt 40 år. Många anläggningar anses dock kunna användas under en längre tid. I USA har NRC, Nuclear Regulatory Commission, utarbetat ett program (maj 1995) för att fastställa villkoren för en förlängning av drifttillståndet med 20 år till totalt 60 år. Viktiga frågor är på vilket sätt åldrande hos säkerhetsmässigt väsentliga system och komponenter behandlas samt i vilken utsträckning det kan krävas att anläggningarna moderniseras.

Av de amerikanska anläggningarna har två, San Onofre och Trojan, stängts efter tekniska problem med läckande ånggeneratortuber. Även om det är tekniskt möjligt att byta ut dessa har de delstatliga PUC, Public Utility Commissions, inte medgivit höjningar av eltarifferna, vilket gjort att anläggningarna lagts ned av ekonomiska skäl. Yankee Rowe är en äldre PWR-anläggning, som skulle användas för att undersöka vilka krav NCR avsåg att ställa för att medge en förlängd licens utöver 40 år. Det visade sig så svårt att styrka tillståndet hos reaktorkärlets material efter bestrålning att man valde att lägga ned anläggningen. Reaktorn hade en effekt på endast 167 MW, vilket gjorde det svårt att klara de stora kostnader som ett reaktortankbyte skulle innebära.

För närvarande har två anläggningar, Calvert Cliffs och Oconee, fått förlängda drifttillstånd. NRC antar att de inom 5 år kommer få in drygt 20 ansökningar om förlängda drifttillstånd. Genom intervjuer med anläggningsägarna tror de att ungefär 85 procent av de anläggningar som nu är i drift kommer att ansöka om förlängda drifttillstånd.

Kostnaden för de reinvesteringar som gjorts i USA ligger något högre än de som gjorts i Sverige, bortsett från renoveringen av Oskarshamn 1. Enligt NRC beror det till stor del på att den förberedande projekteringen varit något sämre i USA.

### **Gjorda investeringar i de svenska reaktorerna**

I Barsebäcksverket har under åren 1975 till 1995 investerats 2 561 Mkr varav 1 332 Mkr investerades under åren 1978 till 1995. Under 17 år investerades i genomsnitt drygt 78 Mkr per år för båda reaktorerna, d.v.s. ungefär 40 Mkr/600MW och år. Under den tiden hade ungefär hälften av anläggningens alla komponenter bytts ut. Under åren 1996 till 1998 investerades 707 Mkr, vilket ger en genomsnittlig investering på drygt 235 Mkr per år. Med en investering på drygt 125 Mkr/år och block anser Barsebäcks ledning att anläggningen är likvärdig med en modern anläggning som motsvarar den säkerhetsnivå som i dag ställs på nya kärnkraftsverk.

I Oskarshamn har det under åren 1994 till 1998 investerats drygt 3 miljarder kronor. 2,2 miljarder kronor av dessa är för moderniseringen av reaktor 1 och förberedelser för modernisering av reaktor 2. Den modernisering av reaktor 1 som genomfördes under 1990-talet kostade ca 1,7 miljarder kronor. Detta innebär att reaktorn nu motsvarar en ny anläggning. Mycket arbete lades på att minimera de stråldoser de anställda kunde utsättas för under renoveringen. En så stor

renovering av en reaktor som varit i drift har aldrig tidigare genomförts. Liknande renoveringar i framtiden kan dra lärdomar från detta projekt och därmed få betydligt lägre kostnader.

I Ringhals har investeringarna under åren 1995 till 1997 uppgått till 1,6 miljarder kronor. Man har budgeterat för investeringar på drygt 3 miljarder kronor för åren 1997 till 2001. Det innebär en investering på 150 Mkr per år och block. Investeringen innebär en modernisering av alla blocken i Ringhals.

När det gäller tryckvattenreaktorerna har det mest kostsamma underhållet varit ånggeneratorerna. Dess tuber har i ett flertal fall visat en fortlöpande skadeutveckling. Under 1995 byttes ånggeneratorerna ut på Ringhals 3 till en kostnad av 800 Mkr. De nya ånggeneratorerna var dimensionerade för en högre effekt.

I de reinvesteringar som har gjorts har också alla reaktorer bytt ut sina blockdatorer.

### **Bedömning av framtida investeringsbehov**

I de svenska reaktorerna har det under 1990-talet genomförts betydande renoveringar för att modernisera och effektivisera dessa. En investerings nivå på 300 Mkr per år och block (1 000 MW) för att säkerställa en teknisk livslängd på 60 år är ett rimligt antagande med tanke på de historiska investeringarna och de förslitningar som uppdagats vid renoveringarna. Denna investeringstakt innebär kostnader på 4 öre/kWh.

Kostnaden för en förlängd teknisk livslängd är således beroende på vilka driftsförhållanden som uppstår, vilka säkerhetskrav som ställs på anläggningen och på vilken effekt reaktorn har. Det finns ingen möjlighet att exakt säga vad dessa kostnader kan komma att uppgå till, men de investeringar som gjorts i Oskarshamn 1 kan möjligen ge en fingervisning om vilken nivå det rör sig om. Många av de investeringar som måste göras för att förlänga den tekniska livslängden på reaktorerna kan även vara effekthöjande, dessa kan då vara ekonomiskt motiverade bara av denna anledning.



## Bilaga 7 Känslighetsanalys

Beräkningarna för koldioxidutsläppens framtida utveckling är betingade av de antaganden som görs om energipolitiken, den ekonomiska, tekniska utvecklingen m.fl.. Resultaten är omgärdade av en rad osäkerheter, bl.a. med avseende på de antaganden som ligger till grund för beräkningarna. Detta kan illustreras med olika känslighetsanalyser. I denna bilaga redovisas känslighetsanalyser för några utvalda antaganden i respektive användarsektor: industri, bostäder och transporter.

Beräkningarna gjordes åt Klimatkommittén våren 2000 och finns redovisade i sin helhet i boken "Energi och klimat i Sverige, EB 4:2000. Eftersom scenarierna till Sveriges tredje nationalrapport har reviderats är inte beräkningarna helt överensstämmande med de nya scenarioberäkningarna. Analysen ger ändå en uppfattning av känsligheten för några viktiga antaganden.

### Känslighetsanalyser industrin

I anslutning till scenariot fram till 2010 har två känslighetsanalyser utarbetats. Nedan redovisas resultat från beräkningar med hög (3,0 procent) respektive låg (1,7 procent) tillväxt för industrin som helhet. Syftet med exemplet är att återge ett osäkerhetsintervall kring referensscenariot för att visa vilka osäkerheter som de ingående parametrarna om industrins tillväxt utgör för energianvändningen och därmed även för koldioxidutsläppen. När de årliga tillväxttakterna varieras från 1,7 till 3,0 procent påverkas även strukturen inom industrisektorn. Ett rimligt antagande baserat på den historiska utvecklingen och de trender som kunnat skönjas är att strukturomvandlingen ökar i takt med en ökad tillväxt för industrin. Som en konsekvens av detta antagande motsvarar den energiintensiva industrin en större andel av industrins produktionsvärde i lågalternativet jämfört med referens- och högalternativet, vilket bör hållas i minnet när resultaten tolkas.

**Tabell B4. Resultat från alternativa beräkningar med låg och hög tillväxt**

|                                                                        | Huvud-scenariot | Låg    | Hög    |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|
| CO <sub>2</sub> -utsläpp milj. ton                                     | 13,2            | 12,7   | 13,6   |
| Procentuell skillnad mot referens-scenariot i CO <sub>2</sub> -utsläpp |                 | -3,0   | 3,7    |
| Elanvändning, TWh                                                      | 58,6            | 55,4   | 62,5   |
| Energianvändning, TWh                                                  | 168,6           | 160,4  | 177,5  |
| Produktionsvärde Mdr SEK                                               | 1 360           | 1 260  | 1 476  |
| Specifik energianvändning, kWh per krona förädlingsvärde               | 0,124           | 0,127  | 0,120  |
| Specifik elanvändning, kWh per krona förädlingsvärde                   | 0,043           | 0,044  | 0,042  |
| Specifika CO <sub>2</sub> -utsläpp, kg per krona produktionsvärde      | 0,0097          | 0,0101 | 0,0092 |
| Specifika CO <sub>2</sub> -utsläpp, kg per kWh                         | 0,078           | 0,079  | 0,077  |

Energianvändningen beräknas i scenarierna med låg respektive hög tillväxt uppgå till mellan 160 och 178 TWh och elanvändningen till mellan 55 och 63 TWh. Koldioxidutsläppen beräknas öka respektive minska med cirka en halv miljon ton i hög- och lågfallet. De specifika koldioxidutsläppen är högre i lågfallet än i högfallet, vilket hänger samman med antagandet om att en högre tillväxttakt sammanfaller med en högre takt på strukturomvandlingen. Detsamma gäller även vid en analys av den specifika el- och energianvändningen. Responsen på el- och

energianvändningen av en ändring i tillväxttakterna är betydligt större i lågfallet än i högfallet. Orsaken är att strukturomvandlingen sker snabbare vid en högre tillväxt än vid en lägre.

#### *Effekter på industrins energianvändning till följd av höjda koldioxidskatter*

Nivån på koldioxidskatten har stor betydelse för industrins energianvändning och dess sammansättning. Detta kunde observeras under 1990-talet. År 1991 infördes koldioxidskatt i Sverige. År 1993 sänktes skatten för industrin för att återigen höjas år 1996. Mönstret för oljeanvändningen följer under denna period relativt väl de skattenivåer som gällde för industrin. Oljeanvändningen minskade kraftigt mellan 1990–1992. En del av minskningen kan tillskrivas den minskade produktionen under samma period, men att även koldioxidskatten påverkat den minskade oljeanvändningen syns vid en jämförelse med elanvändningens utveckling. Mellan åren 1990–1992 minskade oljeanvändningen med ca 20 procent medan elanvändningen endast minskade med 6 procent.

Exakt vilka effekter en ökad koldioxidskatt får på energianvändningen beror på flera faktorer. Det finns idag olika nedsättningsregler för industrin, de s k 0,8- och 1,2 procentsreglerna. 0,8-procentsregeln är den mest aktuella och den innebär att när kostnaden för koldioxidskatten för ett enskilt företag uppgår till 0,8 procent av företagets försäljningsvärde beskattas koldioxidutsläppen därefter med kraftigt reducerad skattesats.

Idag leder produktionen i de företag som omfattas av nedsättningsreglerna bara till en mindre del av koldioxidutsläppen. Det monetära värdet av nedsättningen uppgår till ca 200 mkr (år 1999). Utfallet på energianvändningen och dess sammansättning är starkt beroende av om det antas att nedsättningsreglerna finns kvar vid högre koldioxidskattenivåer eller inte. Koldioxidskatten tappar sin styrande effekt efter det att ett företag börjar erhålla skattenedsättning. Nedsättningsreglerna innebär att de fossila bränslena blir billigare på marginalen d v s kostnaden för att använda fossila bränslen minskar.

Inom ramen för Energimyndighetens underlag till Klimatkommittén gjordes ett flertal beräkningar på vilka effekter ökade koldioxidskatter skulle få på industrins energianvändning och koldioxidutsläpp. I dessa beräkningar, som till viss del var uppboundna av resultaten från Konjunkturinstitutets EMEC-modell, antogs att nedsättningsreglerna fanns kvar. Beräkningarna visade att trots kraftigt höjda koldioxidskatter minskade koldioxidutsläppen från industrin endast marginellt. I vissa branscher ökade faktiskt utsläppen.

Om det antas att nedsättningsreglerna inte finns kvar kommer förmodligen höjda koldioxidskatter påverka industrin energianvändning och koldioxidutsläppen i mycket stor utsträckning. Detta kommer att uppstå genom två olika effekter, produktions- och substitutionseffekten.

Produktionseffekten innebär att produktionen kan komma att minska till följd av att produktionskostnaderna ökar. Därmed kommer även energianvändningen och koldioxidutsläppen att minska.

Substitutionseffekten, dvs. att icke-fossila bränslen i viss utsträckning kommer att ersätta fossila bränslen, uppkommer som en följd av att kostnaden för att använda fossila bränslen ökat. Relativpriserna mellan icke-fossila och fossila bränslen förändras när koldioxidskatten höjs.

Substitutionseffekten är den effekt som man från statsmakternas sida helst vill uppnå med en koldioxidskatt. Detta beror på att produktionseffekten medför en extra kostnad i form av utebliven produktion.

Eftersom svensk industri har belastats med en koldioxidskatt under tio år är det ett rimligt antagande att de billigaste åtgärderna som syftar till att minska koldioxidutsläppen redan är genomförda. Detta innebär att ytterligare minska utsläppen är höga jämfört med många andra länders industri. Till detta hör också att huvuddelen av koldioxidutsläppen från industrin kommer från branscher vars produkter konkurrerar på internationella marknader. Möjligheterna att övervältra ökade kostnader i form av höjda koldioxidskatter på konsumenterna är därmed begränsade. Detta leder till att ytterligare höjningar av koldioxidskatten visserligen skulle minska koldioxidutsläppen men att detta huvudsakligen skulle ske genom produktionsminskningar eller avveckling av verksamhet. Omfattningen är emellertid beroende av vad som händer i de länder där företagen som svensk industri konkurrerar med finns.

### **Känslighetsanalys för bostadssektorn**

Resultaten i scenarierna bygger på beräkningar som utgår från ett antal antaganden. Eftersom osäkerheten kring dessa är stor, har några känslighetsanalyser gjorts för att belysa hur förändringar i antagandena kan påverka resultaten. Analysen omfattar delsektorn bostäder och lokaler som svarar för större delen av sektorns totala energianvändning och sträcker sig fram till år 2010.

När det gäller sektorn för bostäder, service m.m. finns inte ett lika starkt samband med ekonomins tillväxttakt.

De beräkningsantaganden som analyseras är utvecklingen av de uppvärmda ytorna och verkningsgraderna samt utvecklingen av den specifika nettoanvändningen för uppvärmning, hushållsel och driftel<sup>116</sup>. Ett hög- och ett lågfall har beräknats.

Det framgår tydligt av denna känslighetsanalys att antagandena har stor betydelse för vilket resultat beräkningarna genererar för år 2010.

I högfallet har följande förändrats i antagandena:

- nybyggnationen och tillbyggnad är 50 procent högre än i huvudscenariot
- förbättringen av verkningsgraderna har halverats jämfört med grundantagandet
- ingen effektivisering av uppvärmningen.

Förändringarna av antagandena i huvudscenariot leder till att sektorns totala energianvändning beräknas öka från 157 TWh till 164 TWh för år 2010. Större delen av ökningen i energianvändningen beror på att el- och fjärrvärmeanvändningen ökar. Elanvändningen beräknas öka med 3 TWh och fjärrvärmeanvändningen med nästan lika mycket. Till följd av detta ökar inte koldioxidutsläppen som direkt hänförs till bostads- och servicesektorn med mer än 0,3 miljoner ton. Däremot bidrar en hög fjärrvärmeanvändning till att öka koldioxidutsläppen från fjärrvärmeproduktionen med 0,4 miljoner ton koldioxid.

I lågfallet har följande förändrats i antagandena:

- nybyggnation och tillbyggnad är halverad jämfört med huvudscenariot
- förbättringen av verkningsgraderna är 50 procent högre än i huvudscenariot
- effektiviseringen av uppvärmningen antas vara dubbelt så hög.

---

<sup>116</sup> Ytterligare faktorer är befolkningstillväxt, hushållens sammansättning, o.s.v. som dock ej tagits med i denna känslighetsanalys.

I lågfallet blir energianvändningen cirka 7 TWh lägre än i huvudscenariot, d v s den totala energianvändningen i sektorn skulle bli 150,1 TWh. Även i detta fall är det främst el- och fjärrvärmeanvändningen som påverkas. Oljeanvändningen minskar något, vilket gör att sektorns utsläpp sänks med 0,3 miljoner ton. Utsläppen från fjärrvärmeproduktionen som kan hänföras till lägre fjärrvärmeanvändning i bostäder och lokaler minskar med 0,2 miljoner ton. Elanvändningen beräknas minska med 3 TWh.

#### *Effekter av högre koldioxidskatt*

Inom ramen för Energimyndighetens underlag till Klimatkommittén gjordes ett flertal beräkningar på effekter av ökade koldioxidskatter Fokus har lagts på uppvärmningen av bostäder och lokaler som utgör närmare 65 procent av sektorns totala energianvändning.

År 1997 användes uppskattningsvis 10-20 TWh för uppvärmning i system som går att alternera mellan el, olja och till viss del ved. Framför allt i småhus med kombipannor finns möjligheter till ett snabbt bränslebyte. För att undvika en alltför kraftig ökning av elanvändningen när priset på villaolja stiger har även energiskatten på el successivt höjts i föreliggande beräkningar. För de två nivåerna på koldioxidskatten uppgår elskatten till 21 respektive 25 öre/kWh.

I bostads- och servicesektorn har det viss betydelse hur länge en skatt har varit införd för hur stora effekterna på energianvändningen blir. Det är framför allt i samband med att uppvärmningssystemet behöver bytas ut som konvertering till en annan uppvärmningskälla blir aktuell. Under perioden 1997–2010 antas 65 procent av uppvärmningssystemen bytas. I hus som har direktel för uppvärmning gäller inte detta eftersom hela systemet inte går sönder på en gång, utan det är möjligt att byta ett element i taget. Det krävs väldigt stora skattehöjningar för att det ska bli lönsamt för fastighetsägaren att byta ut ett fungerande system.

En höjning av koldioxidskatten drabbar bl.a. de fastighetsägare som använder olja och gas för uppvärmning. När den gamla oljepannan går sönder kommer flera att välja ett alternativt uppvärmningssätt. Finns fjärrvärme i området kan detta vara ett alternativ. Andra alternativ är att använda pellets eller installera en värmepump. I tätbebyggda områden är det dock inte alltid lämpligt att installera en pelletspanna eller kamin då närmiljön kan påverkas.

Hur väl fastighetsägarna känner till alternativet att elda med pellets har stor betydelse för om användningen av pellets kommer att öka. I dagsläget är inte pelletspannor och pelletskaminer så välkända uppvärmningssystem och därmed tillhör de i många fall inte heller alternativen som fastighetsägare överväger i samband med investering i ett nytt system.

När koldioxidskatten höjs kraftigt kan det vara lönsamt att konvertera uppvärmningssystemet i förtid. Frågan är hur en fastighetsägare som nyligen investerat i en ny olje- eller kombipanna ställer sig till att göra en ny investering och om hushållets eller företagets ekonomi medger det. Detta är en bland många osäkerhetsfaktorer i beräkningarna.

Alternativet för de som inte behöver byta uppvärmningssystem, men som ändå vill sänka sina kostnader för uppvärmning och varmvatten, är att se över husets klimatskal. Lönsamheten för fönsterbyte och tilläggsisolering ökar när skatten höjs. Även att ändra inomhustemperatur och duschtid kan ge stort utslag på hushållets energikostnader. I båda skattescenarierna antas att dessa typer av åtgärder vidtas i större utsträckning i takt med en högre skattesats.

Vid en höjning av koldioxidskatten till 82 öre/kg<sup>117</sup> börjar det bli lönsamt att konvertera småhus som har en fungerande panna för enbart olja. Det är motiverat att byta brännaren i den befintliga pannan och börja elda pellets istället för olja. Dessutom beräknas ett fåtal hus i denna grupp konvertera till fjärrvärme. För större flerbostadshus och lokaler kan det vara lönsamt att byta ut ett fungerande system i förtid. Konverteringar för olje- och elpanna till fjärrvärme, värmepump och pelletspanna ingår i beräkningarna.

I detta scenario har elskatten höjts till 21 öre/kWh, vilket leder till att det kan vara lönsamt för småhus med vattenburen el att välja ett annat uppvärmningssystem när den gamla pannan behöver bytas ut. Här är fjärrvärme det mest lönsamma alternativet, men även värmepump kan vara intressant varför en viss konvertering väntas ske från vattenburen elvärme. En högre andel el i kombisystem och fler installerade värmepumpar är anledningen till att elanvändningen inte minskar trots konvertering av elvärmda hus och minskad drift- och hushållselanvändning.

Scenariot med koldioxidskatt på 144 öre/kg och elskatt på 25 öre/kWh beräknas resultera i att endast ett fåtal rena oljepannor finns kvar i systemet. Ingen fastighetsägare som behöver investera i ett nytt uppvärmningssystem antas välja en oljepanna. Det beräknas dock finnas en del kombisystem kvar.

Oljeanvändningen för uppvärmning beräknas sjunka kraftigt när koldioxidskatten är 144 öre/kg. Trots ett ökat antal värmepumpar och en relativt hög elanvändning i kombisystemen beräknas elanvändningen totalt sett minska. Det beror dels på att det beräknas finnas färre kombisystem jämfört med det andra skattescenariot, dels på att de ökade energipriserna ger incitament till effektivisering av hushålls- och driftel. Användningen av trädbränslen och fjärrvärme beräknas öka kraftigt jämfört med beräkningarna utifrån dagens skattenivåer.

## Känslighetsanalyser transportsektorn

För att undersöka hur känsliga scenariorisultaten är för förändringar i de förutsättningar som ligger till grund för beräkningarna har några känslighetsanalyser gjorts.

Den privata konsumtionens utveckling samt industriproduktionens tillväxt har stor betydelse för bensen- respektive dieselanvändningens utveckling. Bensen- och dieselanvändningen utgör i sin tur större delen av transportsektorns energianvändning.

Bensen- och dieselanvändningen har hittills varit relativt okänsliga för prisförändringar, d.v.s. trots stigande priser så har användningen av bensen och diesel fortsatt att öka markant.

Känslighetsanalyser har genomförts med avseende på dessa variabler och bränslen för perioden 1997–2010.

Beräkningar har gjorts för en hög (2,8 procent) respektive låg (2,0 procent) årlig procentuell utvecklingstakt för privat konsumtion. På samma sätt har beräkningar gjorts för en hög (3,0 procent) respektive låg (1,7 procent) årlig industriproduktionstillväxt. Motsvarande utvecklingstakter i huvudscenariot är 2,4 procent för privat konsumtion och 2,3 procent för industriproduktionens tillväxt.

---

<sup>117</sup> Koldioxidskatten uppgick den 1 januari 2001 till 53 öre/kg.

Dessutom redovisas hur energianvändningen påverkas av att ACEA-överenskommelsen antas fullföljas<sup>118</sup>. I beräkningarna får ACEA-överenskommelsen en relativt stor betydelse. Den årliga effektiviseringstakten beräknas uppgå till i genomsnitt 0,75 procent per år fram till 2020, jämfört med 0,2 procent per år utan överenskommelse. Detta motsvarar cirka 2 miljoner ton utsläpp av koldioxid under scenarioperioden. I bedömningen av hur stor effektiviseringstakten blir utan ACEA-överenskommelsen är utgångspunkten hur utvecklingen sett ut historiskt. Den bränsleeffektivisering som har skett under 1980- och 1990-talen har i stor utsträckning vägts upp av starkare motorer, större och tyngre fordon samt mer extrautrustning som t ex luftkonditionering

**Tabell B5 Känslighetsanalyser för bensin- och dieselanvändning.**

| Antagande<br>(Huvudscenariots antaganden inom parantes)                   | Avvikelse (%) från<br>huvudscenariot <sup>1)</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Bensinanvändning</b>                                                   |                                                    |
| <i>Privat konsumtion (2,4 % per år)</i>                                   |                                                    |
| - 2,8 % per år                                                            | 3,3                                                |
| - 2,0 % per år                                                            | -3,0                                               |
| <i>Bränsleeffektivisering inklusive<br/>ACEA-överenskommelsen (-13 %)</i> |                                                    |
| - exklusive ACEA-överenskommelsen (-3 %)                                  | 11,3                                               |
| <b>Dieselanvändning</b>                                                   |                                                    |
| <i>Industriproduktionens tillväxttakt (2,3 % per år)</i>                  |                                                    |
| - 3,0 % per år                                                            | 6,5                                                |
| - 1,7 % per år                                                            | -5,1                                               |

1) Avser energianvändning.

De beräkningar som tidigare har gjorts för olika skattenivåer på fossila bränslen till Klimatkommittén<sup>119</sup> kan illustrera hur känslig bensin- respektive dieselanvändningen är för olika prisförändringar.

En skattehöjning till 60 öre per kg koldioxid beräknas medföra att bensin- och dieselanvändningen minskar med 2 respektive drygt 1 procent jämfört motsvarande scenarioräkning där koldioxidskatten uppgick till 37 öre per kg.<sup>120</sup> Skattehöjningen motsvarar en ökning av bensin- och dieselpriiset med 11 respektive 10 procent jämfört med 1997 års priser. En skattehöjning till 144 öre per kg koldioxid motsvarar en ökning av bensin- och dieselpriiset med 39 respektive 53 procent jämfört med 1997 års priser. Denna höjning beräknas medföra att bensin- och dieselanvändningen minskar med 11 respektive 12 procent.

<sup>118</sup> ACEA "European Automobile Manufacturers Association". ACEA-överenskommelsen är en frivillig överenskommelse mellan EU-kommissionen och bilindustrin i Europa, Japan och Korea om att minska koldioxidutsläppen från nya person bilar med 25 % fram till år 2008 i förhållande till 1995 års nivå.

<sup>119</sup> "Energi och klimat i Sverige: Scenarier 2010", Energimyndigheten, EB 4:2000.

<sup>120</sup> Koldioxidskatten höjdes den 1 januari 2001 och uppgår idag till 53 öre per kg koldioxid.