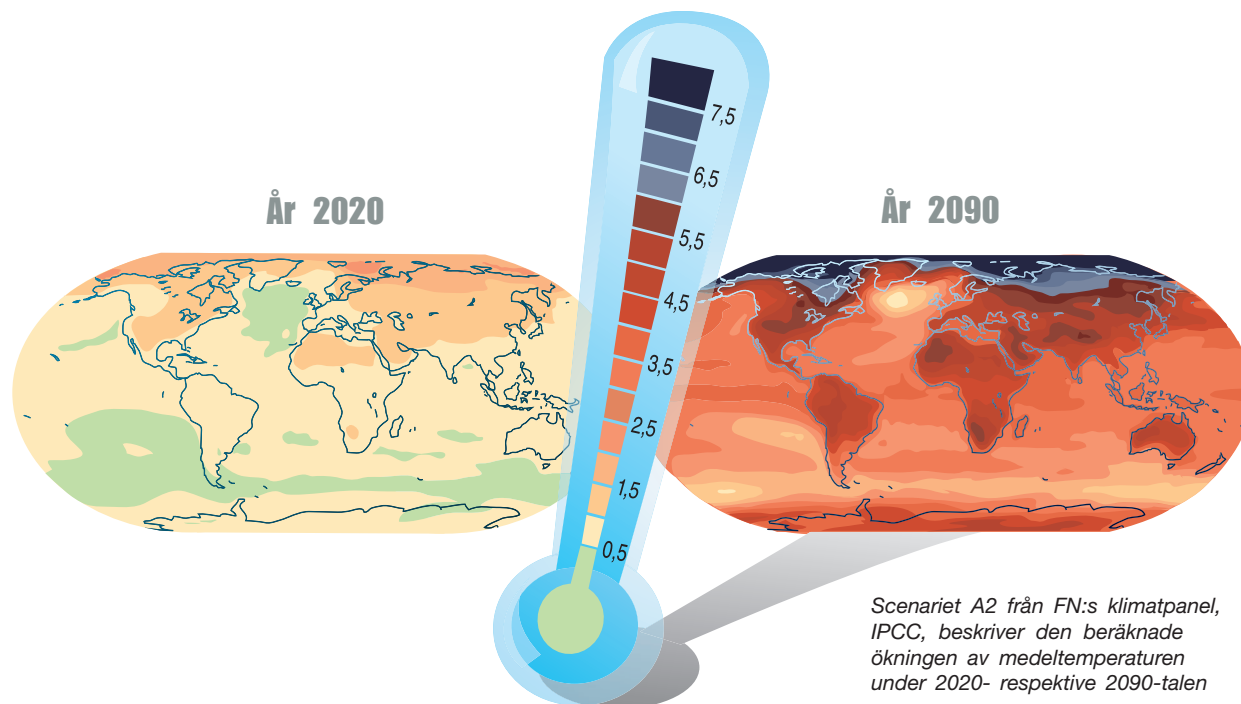


EU:s elproduktion måste byggas ut - främst med vind- och kärnkraft

Klimatet och kärnkraften



De globala utsläppen av koldioxid kommer att öka åtminstone fram till mitten av detta sekel. Om cirka 25 år kan dagens u-länder tillsammans stå för de största emissionerna. EU:s hållning är att i-länderna måste gå före och visa på möjligheterna till effektiva åtgärder. De största utsläppen av koldioxid kommer från elproduktion och trafik. Detta gäller såväl globalt som för EU.

I denna Bakgrund analyseras möjligheterna att utnyttja bioenergi för att lösa EU:s problem med koldioxidutsläpp inom energi- och transportsektorerna. Slutsatsen är att bioenergi bara kan bli en del av lösningen, då odlingsarealerna är begränsade. Redan inom 20 år måste transporterna inom EU till mycket stor del byggas på så kallad hybridbilsteknik där bilarna drivs med en kombination av el och flytande drivmedel - bensin, diesel och biodrivmedel. Var för sig eller i blandning.

För att uppnå kostnadseffektiva lösningar med god leveranssäkerhet krävs samverkan mellan energi- och transportsektorerna. Möjligheter till detta finns om EU:s elproduktion byggs ut med vindkraft och kärnkraft som är i det närmaste klimatneutrala.

Innehåll

1. Användningen av fossila bränslen ökar globalt
 2. Utsläppsförändringar fram till år 2030
 - 2.1 Globala förändringar
 - 2.2 Förändringar inom EU
 3. EU måste trygga försörjningen av energiråvaror
 4. Transportsektorns möjligheter att klara strängare klimatåtaganden
 5. Biodrivmedel kan bara bli en del av lösningen
 - 5.1 Arealerna inom EU räcker inte till
 - 5.2 Energi och transportsektorerna troliga samarbetsparter
 6. Elproduktionen behöver byggas ut i EU
 - 6.1 Miljöhänsyn och ekonomi visar på fördelar med kärnkraft
 - 6.2 Vad är då en ny generation kärnkraft?
 7. Sammanfattning
- Referenser

1. Användningen av fossila bränslen ökar globalt

International Energy Agency, IEA, hävdar att den globala användningen av fossila bränslen ökar åtminstone fram till år 2030 och att tillgången på olja inte begränsar dess användning intill denna tidpunkt. Ökningarna fram till år 2030 illustreras i figur 1.

IEA:s senaste bedömning [Ref. 1] är att oljeanvändningen ökar från nivå 3900 miljoner ton år 2002 till cirka 5800 miljoner ton år 2030; det vill säga med nästan 50 %.

Detta är en viss dämpning jämfört med tidigare IEA-prognoser som förklaras av de senaste årens höga råoljepriser. Att dessa inte får ett större genomslag beror på en förväntad stor efterfrågan på olja från Kina och Indien.

I en studie utförd vid Center for Strategic and International Studies, CSIS, för perioden 2000 till 2020 förväntas också en ökning av oljeanvändningen, men mer dämpad än vad IEA förutspår - nämligen med 25 - 30 %.

IEA bedömer vidare att kolets globala roll, i huvudsak för elproduktion, kommer att öka fram till år 2030. Denna förändring är i absoluta mått något mindre än för olja.

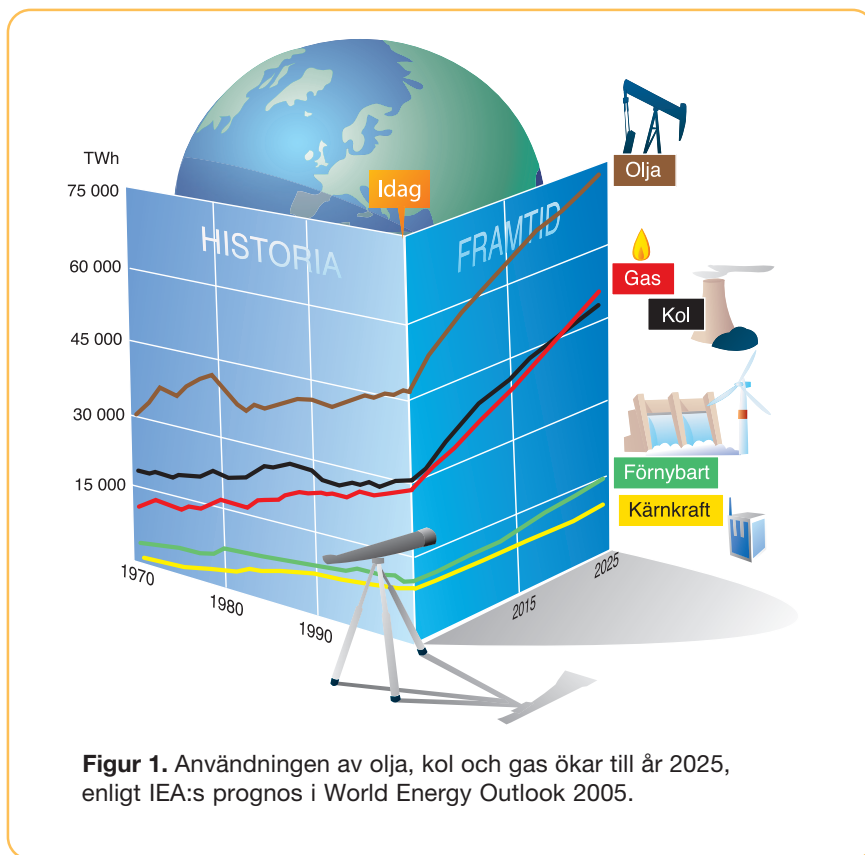
Emissionerna av växthusgaser, främst koldioxid, har två dominerande utsläppskällor - elproduktion och trafik, figur 2.

De globala utsläppsförändringarna beror dock inte bara på hur dessa sektorer utvecklas. De hänger också i hög grad samman med jordens befolkningstillväxt, den globala ekonomins förändringar samt hur markanvändning och livsmedelsförsörjning förändras.

FN:s klimatpanel, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, har genom scenarieanalyser försökt bedöma hur allt detta påverkar utsläppen av växthusgaser under 2000-talet och vilka effekter som kan uppkomma.

En palett av sådana scenarier och deras klimatkonsekvenser har redovisats av IPCC.

Det är i sammanhanget värt att erinra om att klimatpåverkan inte bara handlar om temperaturförändring utan också om förändrad nederbörd, ändrade havsnivåer och en ökad frekvens av stormar och häftig nederbörd. I figur 3 redovisas fyra



Figur 1. Användningen av olja, kol och gas ökar till år 2025, enligt IEA:s prognos i World Energy Outlook 2005.

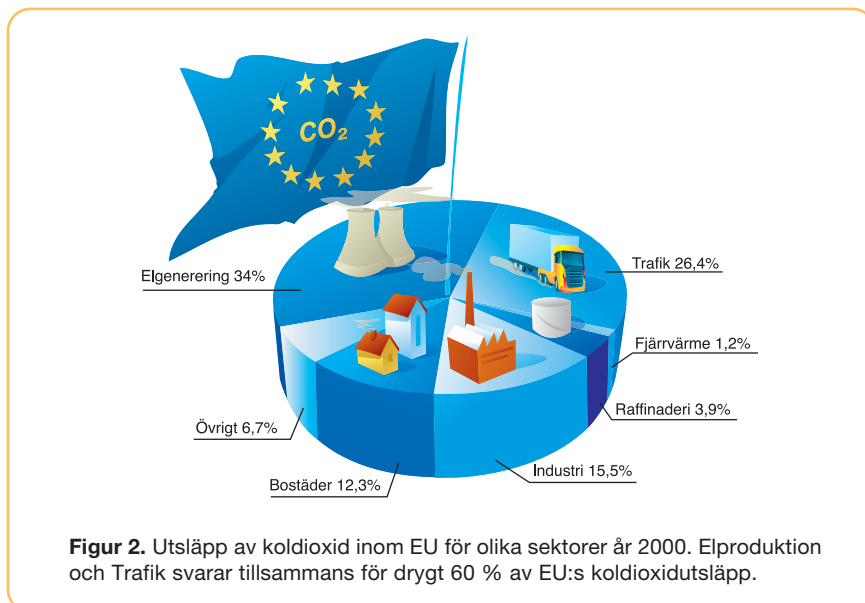
huvudgrupper av sådana scenarier som täcker perioden 1990 - 2100.

U-länderna svarar för merparten av den befärdade utsläppsökningen och beräknas av IPCC år 2030 ha en andel som är större än 50 %.

Den beskrivna utvecklingen var känd

redan vid FN-förhandlingarna i Kyoto 1997, där de i-länder som skrev på avtalet gick med på att u-länderna först senare skulle behöva minska sina utsläpp.

Till den linjen anslöt sig EU, medan bland andra USA inte accepterade denna hållning.



Figur 2. Utsläpp av koldioxid inom EU för olika sektorer år 2000. Elproduktion och Trafik svarar tillsammans för drygt 60 % av EU:s koldioxidutsläpp.

2. Utsläppförändringar fram till år 2030

2.1 Globala förändringar

De globala utsläppen av koldioxid från fossila bränslen uppgick år 2005 till nästan 29 Gton. Elproduktion svarar för 40 % av utsläppen och trafiksektorn för 21 %.

Enligt IEA kommer den stigande användningen av fossila bränslen att öka de bränslerelaterade CO₂-utsläppen med

närmare 40 % fram till år 2030 som då når nivån 40 Gton/år.

Större delen av förändringen sker inom området elproduktion där utsläppen beräknas öka med cirka 7 Gton/år eller med drygt 60 % jämfört med situationen år 2005. Till allra största delen beror detta på utökad kolanvändning.

För transportsektorn väntas utsläppen av koldioxid öka med närmare 50 %.

De globala förändringarna när det gäller utsläpp av växthusgaser, såsom de beskrivits av IPCC i några scenarier, återges i figur 3.

IPCC: Utsläppsscenarioer i rapport 4, 2007

A1-familjen beskriver en framtida värld med mycket snabb ekonomisk tillväxt, snabb introduktion av ny och effektivare teknik, en befolkningsökning fram till mitten av seklet och därefter en befolkningsminskning.

Huvudteman är utjämning mellan regioner, kapacitetsuppbyggnad och utökad socialt och kulturellt utbyte med en betydande utjämning av de regionala skillnaderna i inkomst per capita.

A1-familjen indelas i tre undergrupper som beskriver olika tekniska utvecklingsvägar för energisystemet. De tre A1-grupperna skiljer sig åt i fråga om den tekniska utvecklingens tyngdpunkt:

- fossilbränsleintensiva energikällor (A1F1)
- icke fossilbaserade energikällor (A1T), eller en balans mellan alla typer av energikällor (A1B).

Med balans menas att man inte förlitar sig enbart på en typ av energikälla, under antagandet att alla tekniker för energiförsörjning och energianvändning har förbättrats i jämförbar mån.

A2-familjen beskriver en heterogen värld. Det underliggande temat är självförsörjning och bevarande av lokal identitet. Befolkningsutvecklingstrenderna konvergerar mycket långsamt mellan regionerna, vilket resulterar i en kontinuerligt växande befolkning.

Den ekonomiska utvecklingen är framför allt regional och inkomstökningen per capita och den teknologiska förändringen är mer fragmenterad och långsammare än i övriga familjer.

B1-familjen beskriver en konvergerande värld med samma befolkningsmönster som A1, med en topp kring 2050 och därefter en minskning, men med en snabb

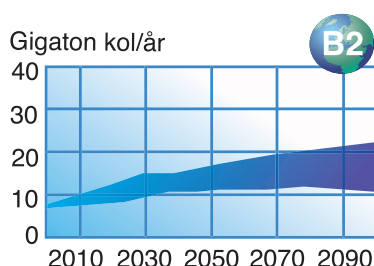
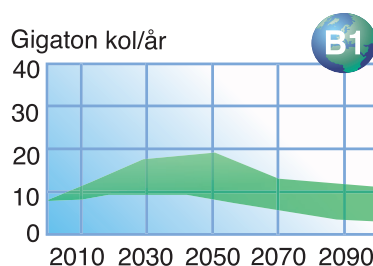
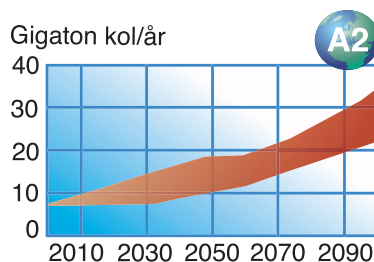
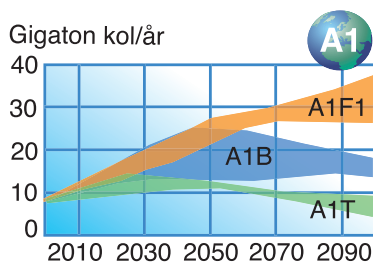
förändring av den ekonomiska strukturen mot en ekonomi grundad på tjänster och information. Den traditionella intensiteten minskar och ren och resurseffektiv teknik införs.

Tyngdpunkten ligger på globala lösningar för ekonomisk, social och miljömässig hållbarhet, med ökad rättvisa, men utan ytterligare klimatinitiativ.

B2-familjen beskriver en värld där tyngdpunkten ligger på lokala lösningar för ekonomisk, social och miljömässigt hållbar utveckling. Det är en värld med kontinuerligt växande befolkning i en takt som är långsammare än i A2.

Den ekonomiska utvecklingen är på medelnivå, och teknikförändringarna är långsammare och mer spridda än i B1 och A1.

Scenariet är också orienterat mot miljöskydd och social rättvisa, men mer fokuserat på lokala och regionala nivåer.



Figureorna 3, A1, A2, B1, och B2.

I figurena visas fyra familjer av utsläppsscenarioer enligt IPCC. Ingen hänsyn har tagits till tänkbara utsläppsreduktioner. Enligt IPCC betraktas alla scenarier som lika trovärdiga.

Diagrammens y-axlar anger de globala utsläppen som gigaton kol per år. För omräkning till mängd koldioxidutsläpp multipliceras med faktorn 3,7.

Rapporten beskriver också troliga temperaturförändringar för de olika scenarierna vid slutet av detta sekel, liksom den antagna höjningen av havsytan.

Den globala temperaturhöjningen för olika scenarier ligger mellan 1,8 och 4,0° C och höjningen av havsytan mellan 0,2 och 0,6 meter.

2.2 Förändringar inom EU

För EU25 (25 medlemsländer) gällde år 2000 att koldioxidutsläppen var nästan 3,7 Gton. Elsektorns andel var 34 % och transportsektorns 26 %.

Dominansen av dessa båda sektorer redovisas i figur 2 för år 2000 [Ref.3].

Det är i sammanhanget värt att hålla i minnet att dessa sektorer också står för betydande utsläpp av andra gränsöverskridande luftföroreningar.

Under det senaste årtiondet har både positiva och negativa förändringar skett när det gäller utsläpp av växthusgaser.

Till det positiva hör att energisektorns utsläpp har minskat med 5 % mellan åren 1990 och 2000.

Till det negativa hör att utsläppen från transportsektorn ökat med 19 % under samma period.

EU:s nuvarande åtagande inom klimatområdet innebär att utsläppen av koldioxid år 2012 skall vara 8 % lägre än de var år 1990. Styrmedlen för att nå det målet är i första hand:

- Tilldelning av nationella utsläppskvoter för större stationära anläggningar samt handel med utsläppsrätter för koldioxid inom ramen för ett handelssystem. I handelssystemet ingår således inte transportsektorn.

- Direktiv dels om energieffektivisering, dels om en ökande andel förnybar energi för el- och värmeanläggningar.

- Ett frivilligt direktiv med målet att transportsektorn skall utnyttja 5,75 % biodrivmedel år 2010 och åtaganden från bilindustrin om bränslesnålare fordon.

De ambitioner som EU-kommissionen tillkännagivit för nästa åtagandeperiod d.v.s. bortom år 2012 är att utsläppen av växthusgaser till år 2020 skall minska med helst 30 % och minst med 20 % jämfört med situationen år 1990.

Transportsektorn

Inom EU ökar både gods- och persontransporterna snabbt. I en Elforskrappport från 2005 [Ref. 2] anges att tillväxten antas bli 38 % för godstransporterna mellan åren 1998 och 2010 och att persontransporterna förväntas öka med 21 % för samma period.

Transportutvecklingen under de senaste 10 åren sammanfattas i figur 4.

Drivmedelsbehovet för transportsektorn inom EU25 motsvarade år 2000 [Ref. 3] 3 800 TWh bränsle.

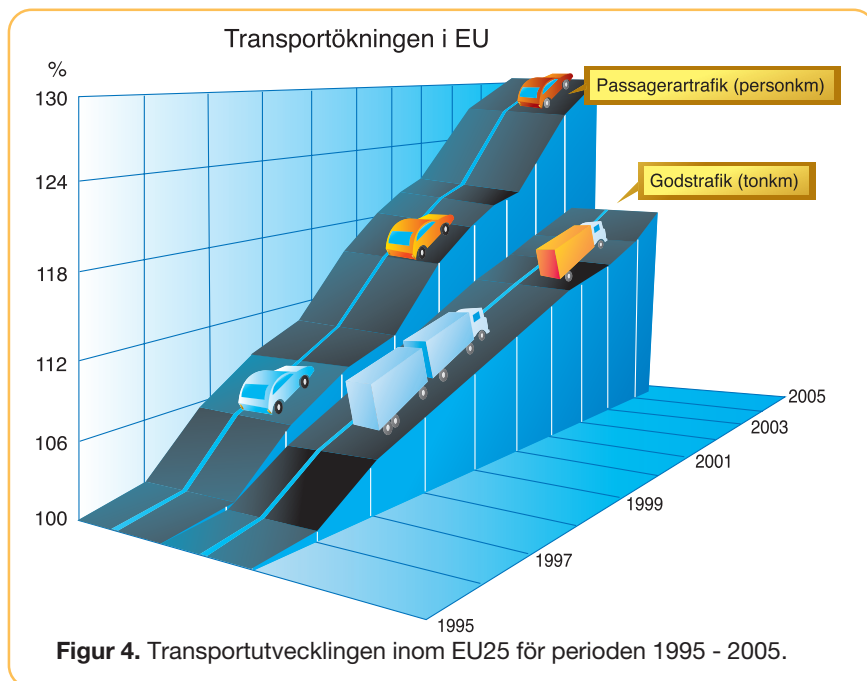
Det är EU:s bedömning att detta inom EU25, fram till år 2030 ökar till drygt 4600 TWh per år.

Fördelningen mellan bensin och diesel var i början av 2000-talet 3:1 inom EU. Som jämförelse kan nämnas att Sveriges behov av drivmedel är cirka 83 TWh/år.

EU antog 2003 ett frivilligt direktiv (2003/30/EG) om inblandning av biodrivmedel i fordonsbränslen.

Målet är att biodrivmedlens andel skall vara 5,75 % av energiinnehållet av all bensin och diesel för transportsektorn den 31 december 2010.

Som en ytterligare åtgärd föreslog EU-kommissionen i februari 2007 att utsläppen från nya personbilar år 2012 skall begränsas till 120 gram per kilometer – en reduktion med 40 gram per kilometer jämfört med den typbil som hittills varit utgångspunkten för EU:s politik inom transportområdet.



Figur 4. Transportutvecklingen inom EU25 för perioden 1995 - 2005.

Elsektorn

EU har som ett icke bindande direktiv antagit att elkonsumtionen skall minska med 9 % mellan åren 2008 och 2017¹.

Trots nämnda direktiv förutspådde EU så sent som 2005 att elbehovet inom EU25 kommer att öka från cirka 2 900 TWh år 2000 till närmare 4 370 TWh år 2030 [Ref. 3]; d.v.s. med nära nog 45 %.

Om den nu aviserade sparnivån slår igenom fullt ut innebär detta att elbehovet år 2030 uppgår till cirka 3840 TWh. Detta är en reduktion med drygt 500 TWh i förhållande till tidigare planer.

I dessa prognoser har ingen hänsyn tagits till att elbehovet kan komma att öka inom transportsektorn som en följd av att så kallade hybridbilar kan bli en utväg för transportsektorn att minska utsläppen av koldioxid.

Detta diskuteras vidare i senare avsnitt.

¹ I mars 2007 förändrades ambitionen till att energiförbrukningen skall minska med 20 % till år 2020.

3. EU måste trygga försörjningen av energiråvaror

Ett antal händelser inom el, drivmedels- och naturgasförsörjningen har visat att det moderna samhället är sårbart.

Under 1970-talet uppstod problem när tillgången på fordonsbränsle minskade och under de senaste åren har avbrott i el- och naturgasförsörjningen ökat och vållat stora bekymmer.

Ett av EU:s viktigaste mål är därför att trygga tillgången på primärenergi. Detta är tänkt att ske genom en kombination av ökad effektivitet i energianvändningen och ökad andel förnybar energi. Dessa åtgärder bidrar också till att minska utsläppen av växthusgaser.

Alternativ till dagens sätt att driva fordon och som minskar utsläppen av växthusgaser är att;

- 1) Utnyttja mer av biodrivmedel.
- 2) Tillåta andelen hybridfordon, som utnyttjar såväl el som andra drivmedel, att växa.
- 3) På lång sikt utnyttja väte som först omvandlas till elektricitet i bränsleceller som i sin tur driver en elmotor.

Att utnyttja vätgas i bränsleceller har den bästa potentialen till att samtidigt nå hög energieffektivitet och låga utsläpp av koldioxid.

Förutsättningen är dock att man lyckas producera bränsleceller med så kallade polymera membran.

Världens expertis på området är långsiktigt optimistisk om detta, men säger samtidigt att kommersialiseringen san-

nolikt ligger minst 25 år framåt i tiden och att det kan dröja 40 år innan genombrottet kommer.

Detta budskap har upprepats i över tjugo år. Därför är man tills vidare hänvisad till de andra alternativen om man vill minska oljeberoendet och utsläppen av växthusgaser. Bioenergi i olika former används numer i allt större takt både för el – och värmeproduktion. För att täcka behoven på den växande marknaden pågår en internationell handel.

Frågan är om tänkbara produktionsarealer för biomassa räcker till för att försäkra både transport- och energisektorerna med de bränslemängder som kan bli aktuella om cirka 25 år.

4. Transportsektorns möjligheter att klara strängare klimatåtaganden

Målet för transportsektorn för år 2010 är, som tidigare omtalats, att inblandningen av biodrivmedel skall bli 5,75 %.

Detta mål kan givetvis fram mot 2030 komma att överträffas och det är inte uteslutet att man då når en inblandning på 10 % eller mer.

Även vid en så optimistisk nivå som en 15 %-ig inblandning skulle dock transportsektorns utsläpp av koldioxid komma att öka med nästan 10 % till år 2030, givet EU:s drivmedelsprognos [Ref. 3].

Det är inte osannolikt att EU:s klimatmål år 2030 innebär ett åtagande om att minska utsläppen med 30 % jämfört med läget år 1990.

Om en inblandning av biodrivmedel på nivån 15 % skulle bli den enda åtgärden inom transportsektorn vid denna tidpunkt skulle konsekvensen bli att andra sektorer måste minska sina utsläpp med inemot 50 %.

Ytterligare åtgärder inom transportområdet framstår således som rimliga och troliga. En tänkbar åtgärd som i förstone kan verka lockande är att inkludera transportsektorn i handelssystemet för utsläppsrätter.

Detta kan dock vara en ekonomiskt farlig väg, då transportsektorn hittills visat sig vara ganska okänslig för prisökningar på drivmedel. Man kan därför befara att så också kan bli fallet när det gäller att skaffa sig utsläppsrätter för

koldioxid. Detta skulle leda till stora kostnadsökningar för stationära anläggningar som släpper ut koldioxid och minska EU:s konkurrenskraft gentemot omvärlden.

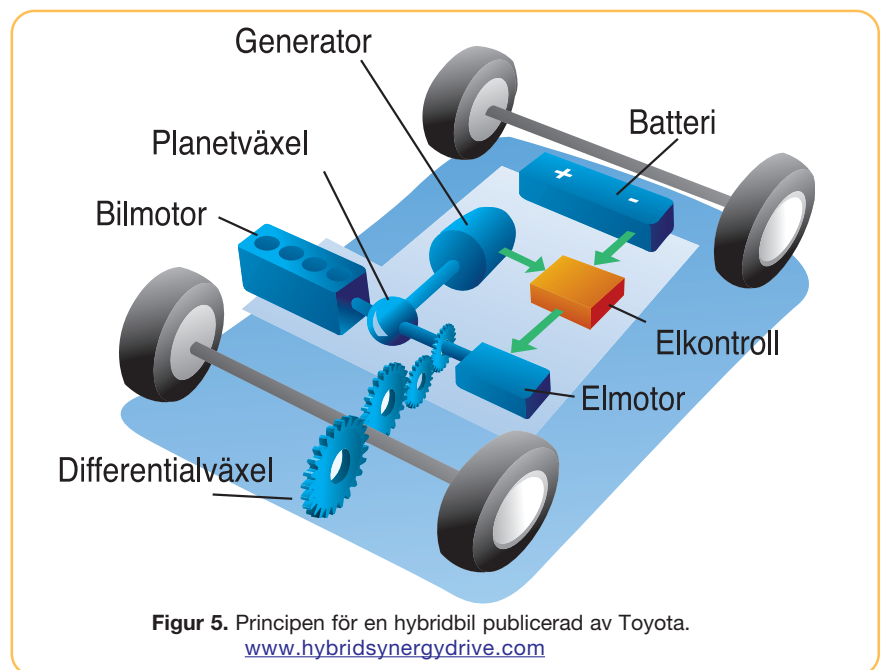
En teknisk utveckling av hybridbilar förefaller därför vara en väg som redan på kort sikt kan ge minskade koldioxidutsläpp.

Principen för hybridbilar visas i figur 5 medan energi- och miljömässiga data presenteras i figur 6.

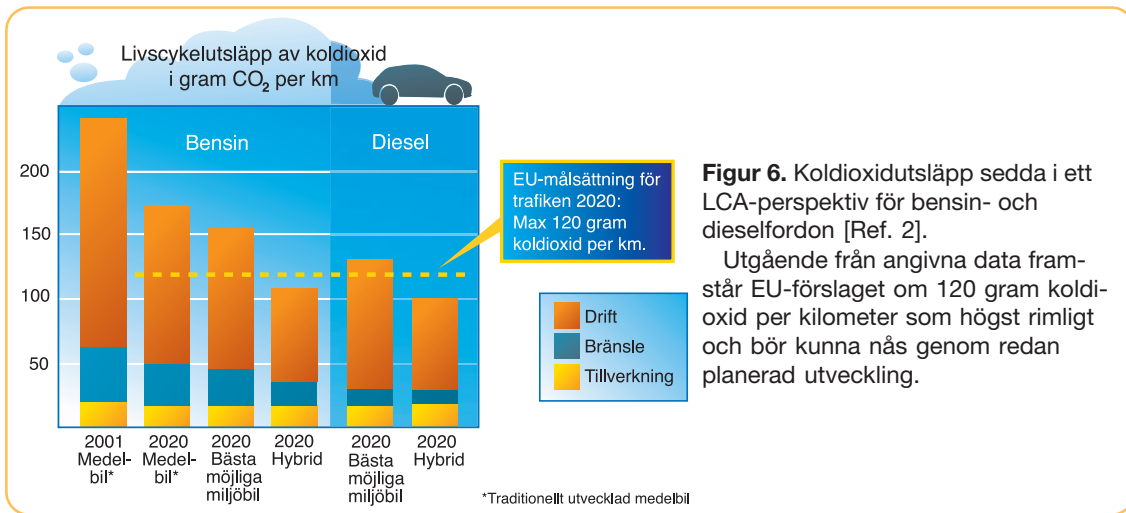
Det är i sammanhanget värt att notera att organisationen Eucar bedömer att det energimässiga drivmedelsbehovet endast marginellt förändras vid en övergång till biodrivmedel.

För konventionell diesel liksom biodiesel uppskattas drivmedelsbehovet till 0,47-0,50 kWh/km.

För en konventionell Ottomotor bedöms såväl bensin- som etanolbehovet till knappt 0,53 kWh/km.



Figur 5. Principen för en hybridbil publicerad av Toyota. www.hybridsynergydrive.com



Figur 6. Koldioxidutsläpp sedda i ett LCA-perspektiv för bensin- och dieselfordon [Ref. 2].

Utgående från angivna data framstår EU-förslaget om 120 gram koldioxid per kilometer som högst rimligt och bör kunna nås genom redan planerad utveckling.

5. Biodrivmedel kan bara bli en dellösning

Med biodrivmedel menas i första hand:

1. Biogas – en blandning av metan och koldioxid – som efter avskiljning av koldioxid kan användas på samma sätt som naturgas. Biogas produceras genom rötning av olika avfall.

2. Etanol, som idag i första hand blandas in i bensin, men som också kan användas som ett rent bränsle. Etanol kan produceras ur sockerrika avfallsproduk-

ter som sockerrör och sockerbetor, från åkergrödor och från skogsavfall.

Den första anläggning som i stor skala utnyttjar skogsavfall togs i drift 2006 i Kanada [Ref. 4].

I Sverige pågår i Örnsköldsvik försök i pilotskala med att tillverka etanol från avverkningsrester i form av grenar och toppar.

3. Etrar och estrar som kan användas

både i ottomotorer och i dieslar och som kan produceras från olika grödor.

Transportsektorn är i högsta grad internationell – bilar serietillverkas till världsmarknaden och används i hög utsträckning i transporter mellan länder.

Det innebär att nationella sär lösningar kring biodrivmedel inte blir aktuella. I stället måste motorkoncept och drivmedel standardiseras internationellt.

5.1 Arealerna inom EU räcker inte till

Produktionen av biodrivmedel i världen motsvarade i början av 2000-talet endast några få procent av den totala drivmedelsanvändningen.

Detta beror på att biodrivmedel har varit väsentligt dyrare än bensin och diesel och att fordonsflottan endast till en marginell del varit anpassad till biodrivmedel. I figur 7 presenteras produktionsdata för EU och för USA, Kanada och Brasilien.

De biodrivmedel som producerades i Sverige 2003/2004 uppgick till cirka 0,5 TWh eller 0,6 % av drivmedelsbehovet.

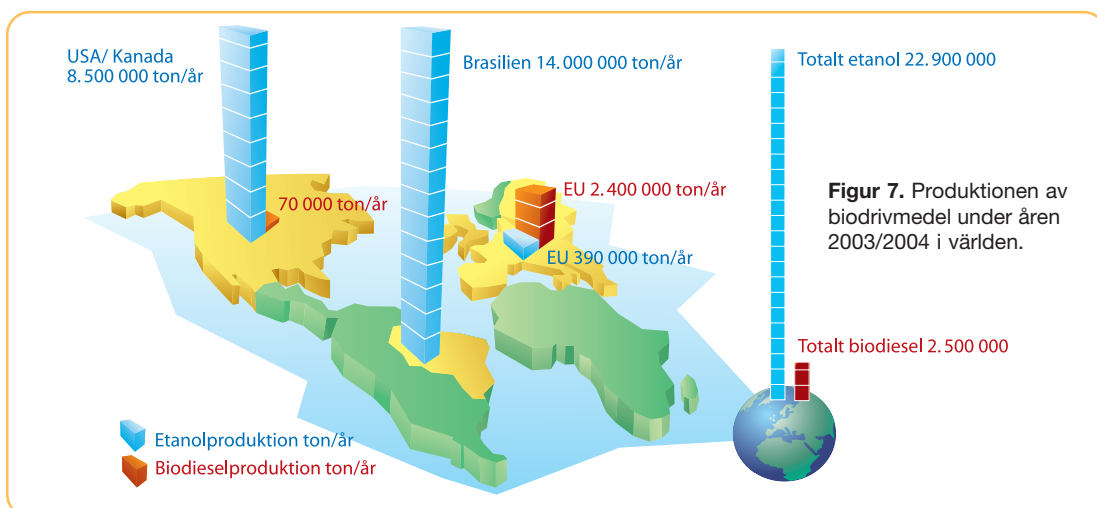
Planer finns i Sverige att under år 2008 ta i bruk fyra nya produktionsanläggningar. Den inhemska produktionen blir då 314 000 ton per år eller 2,3 TWh.

I utredningen *Förnybara fordonsbränslen – nationella målet 2005 och att öka tillgången av dessa bränslen* (SOU 2004:4) gjordes bedömningen att

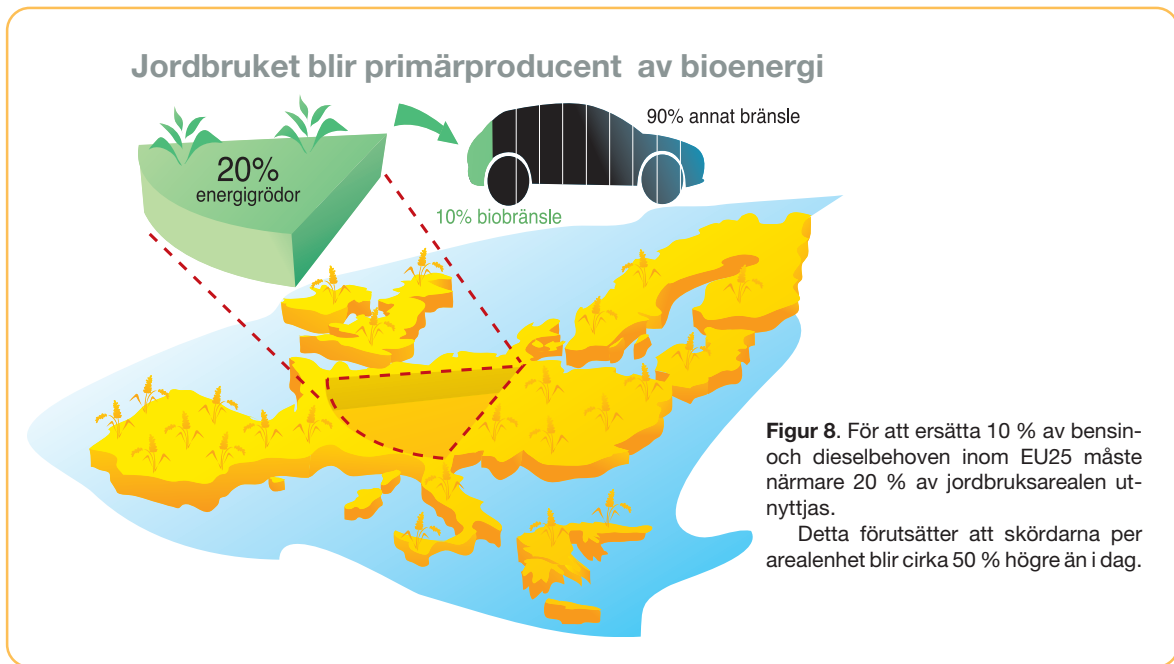
etanolproduktionen på cirka 20 års sikt skulle kunna uppgå till 10 TWh/år.

Det stora tillskottet antogs i utredningen komma från avverkningsrester från skogsbruket.

För EU25 motsvarar dagens produktion av biodrivmedel knappt 27 TWh per år eller 0,7 % av drivmedelsbehovet.



Figur 7. Produktionen av biodrivmedel under åren 2003/2004 i världen.



Biodrivmedel

Inom EU är den areella avkastningen i form av biodrivmedel väsentligt större för etanol än för biodiesel. För sockerbeter är avkastningen upp till 5,5 m³ etanol per ha medan vete kan ge 2,5 m³.

Tyvär är de arealer som är lämpliga för sockerbeter bara 10 % av dem som är lämpliga för vete, varför avkastningen i nuläget inte ligger högre i genomsnitt än cirka 2,8 m³ etanol per ha eller 21 MWh/ha.

För Sveriges del har det nyligen i en avhandling vid Lantbruksuniversitetet visats att nettoutbytet av energi kan vara så

lågt som 4,8 - 4,9 MW/h [Ref. 5].

Genom förädling av de grödor som kan ge etanol eller biodiesel räknar IEA med betydligt bättre skördar inom EU. Redan till år 2010 skulle etanolutbytet kunna bli 4,8 m³ per ha och tio år senare 5,9 m³ per ha.

För biodiesel är motsvarande siffror 1,4 respektive 1,6 m³ per ha, vilka kan jämföras med 1,1 m³ per ha i dagsläget.

För att ersätta 10 % av drivmedelsbehovet inom EU25 skulle det för närvarande krävas att 23 miljoner ha jordbruks-

mark tas i anspråk för detta ändamål.

Detta motsvarar nästan 25 % av den samlade jordbruksarealen inom EU25.

Genom förädling av aktuella grödor kan arealbehovet på 10 års sikt minska till 18 miljoner ha och på 20 års sikt till cirka 15 miljoner ha. Detta motsvarar närmare 20 % av jordbruksarealen.

Biodrivmedel kan därför bara bli en delösnings för transportsektorn när det gäller att minska utsläppen av koldioxid och reducera oljeberoendet.

5.2 Energi- och transportsektorerna blir troliga samarbetsparter

Den svenska kommersiella energisektorn förbrukar årligen cirka 47 TWh av bränslen. Av dessa utgör trädbränslen nästan 40 %. Mängden fossila bränslen som uppgår till 25 % kommer sannolikt att minska till under 20 % genom att kol alltmer ersätts med olika former av biobränslen.

Till bilden hör att bioenergi också används inom skogsindustrin där retur-lutar och bark är dominerande bränslen.

Energisektorn är därmed redan idag en stor avnämare av bioenergi. Det är därför en berättigad fråga hur konkurrensen om bioenergi kommer att utvecklas.

Med hjälp av uppgifter i bidragsansökningen från den svenska pilotanläggningen i Örnköldsvik, som skall producera etanol ur skogsbiomassa, kan man sluta

sig till att endast 35 % av vedens torrsustans omvandlas till etanol.

För att hålla produktionskostnaderna nere blir det nödvändigt att bygga etanolfabriker i form av energikombinat från vilka såväl fjärrvärme som el och sekundär biomassa kan avyttras.

Den totala energimängd som skulle finnas i sådana sekundära energiflöden kan beräknas till cirka 17 TWh/år, om man vill producera 10 TWh etanol ur biomassa från skogen. Detta är en energimängd som är av samma storleksordning som dagens biobränsleanvändning i fjärrvärme- och kraftvärmeanläggningar.

Till bilden hör att etanol sannolikt också kommer att produceras från grödor – en väg där högst hälften av biomassan omvandlas till etanol. För att

också här få ett bra ekonomiskt utbyte från grödor är det troligt att etanolanläggningar skall byggas som kombinat och att biobränslemarknaden därmed tillförs ytterligare en energiråvara.

Den svenska transportsektorns kommande behov av biodrivmedel behöver således inte bli en omöjlig konkurrent till den svenska energisektorn.

Snarare kan det bli så att en gemensam ökad efterfrågan leder till stordriftsfördelar i det primära produktionsledet och till att kombinatanläggningar byggs.

På motsvarande sätt kommer det sannolikt att utvecklas symbiotiska förhållanden mellan transportsektorn och energisektorn i övriga delar av EU.

6. Elproduktionen behöver byggas ut i EU

Behovet av elektricitet inom EU25 bedöms, i enlighet med ministermötet i mars 2007, öka med närmare 32 % mellan åren 2000 och 2030 exklusive transportsektorns behov av el till följd av hårdare miljökrav.

Ett scenario för transportsektorn skulle kunna vara att tillväxten utvecklas på det sätt som beskrivits i avsnitt 2, att utsläppen av koldioxid trots detta till år 2020 skall vara 25 % lägre än de var år 2000 och att biodrivmedelsinblandningen är 10 %, räknat på användningen av bensin och diesel.

I en sådan framtid skulle andelen hybridfordon behöva bli så stor som 70 % för att klara klimatkravet.

Detta är knappast rimligt då hybridtekniken än så länge är under utveckling. Men möjligen kan andelen hybridfordon år 2020 vara av storleksordningen 25 %,

för att under nästkommande 10-årsperiod öka snabbt beroende på miljömålen.

Den här gjorda beräkningen kan jämföras med att man i en Elforskstudie från 1999 [Ref. 6] antog att andelen hybridbilar av nybilsförsäljningen skulle vara så hög som 80 % år 2010.

Elförbrukningen från nätet för framtida hybridbilar av plug-in typ antogs i den nämnda studien [Ref. 6] för år 2010 vara 0,15 kWh/km.

Denna uppgift är i god överensstämmelse med data från The California Cars Initiative, som i juni 2005 uppgav att elbehovet var 0,16 kWh/km för medelstora personbilar och 0,19 kWh/km för större fordon. Båda dessa uppgifter baseras på studier vid Electric Power Research Institute, EPRI.

Givet att hybridbilar av plug-in typ

utgör 25 % av fordonen år 2020 inom EU25 skulle elbehovet för dessa vara av storleksordningen 600 TWh/år.

Detta skall adderas till EU:s prognos som exklusive elbehovet för transportsektorn beräknats till drygt 3 500 TWh år 2020.

Det har i de ovan gjorda beräkningarna förutsatts att den el från nätet, som skall användas i hybridfordon, produceras utan utsläpp av koldioxid.

Detta antagande är naturligt då den klimatmässiga fördelen med hybridfordon upphör om det specifika koldioxidutsläppet från elproduktionen är större än 330 g/kWh el, se figur 6.

Detta krav diskvalificerar i detta sammanhang elproduktion som sker med fossila bränslen, om man inte avskiljer CO₂ från rökgaserna.

6.1 Miljöhänsyn och ekonomi visar på fördelar med kärnkraft

Av den genomgång som gjorts i tidigare avsnitt har vi lärt oss att;

1. Årliga elbehovet inom EU25 växer sannolikt med mellan 1 000 till 1 200 TWh under åren fram till 2020. För den efterföljande 10-årsperioden kan elbehovet komma att öka med ytterligare cirka 1 000 TWh/år. De högre tillväxtvärdena utgår från att EU:s klimatpolitik fortsätter att vara offensiv och att den också kommer att omfatta transportsektorn.

2. Den framväxande elproduktionen måste kännetecknas av mycket låga utsläpp av CO₂.

3. Energi- och transportsektorerna blir troliga samarbetsparter inom ett kvartssekel. Därigenom blir frågor kring säker tillförsel av primärenergi av allra största betydelse.

Vidare gäller att vattenkraften endast kan ge marginella nytillskott inom EU samt att naturgasbaserad kraftproduktion skulle göra EU mycket känsligt för importstörningar.

Därför ses vindkraft, ny kärnkraft och kolbaserad elproduktion, kombinerad med att CO₂ avskiljs och lagras i underjordiska akvifärer, som möjligheter för EU att inom 25 år öka elproduktionen.

Avskiljning av koldioxid har i Europa en stor och långsiktig potential. Till nackdelarna med att använda CO₂-av-

skiljning hör att den totala verkningsgraden minskas med närmare 20 % och att bränsleförråden därmed töms snabbare.

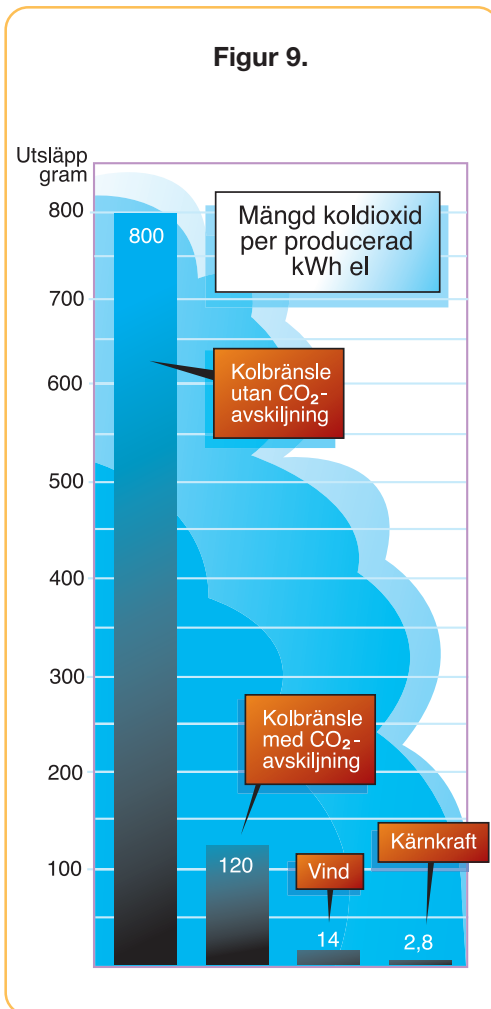
När det gäller att bedöma de miljömässiga konsekvenserna av olika produktionsformer för el har man stor nytta av att utgå från så kallade miljövarudeklarationer.

Dessa granskas och registerhålls i Sverige av Miljöstyrningsrådet, från vars hemsida information hämtats om el från vindkraft- och kärnkraftanläggningar, se figur 9.

Elforsk har i flera rapporter [Ref. 7] beskrivit olika tekniker för att avskilja och lagra koldioxid i samband med elproduktion.

För anläggningar som använder kol som bränsle blir koldioxidutsläppet 100 - 130 g/kWh om CO₂ avskiljs och cirka 800 g/kWh utan denna möjlighet, se figur 9.

Om man vill uppnå låga utsläpp av koldioxid, partiklar och försurande substanser samt åstadkomma liten påverkan på stratosfärens ozonskikt måste kärnkraft och vindkraft räknas som mest lämpliga med sina närmast klimatneutrala elproduktionsformer.



Ekonomi

I Elforsks rapport El från nya anläggningar [Ref. 8] har produktionskostnaden för vindkraft, utan hänsyn till skatter, bidrag och reservkraftanläggningar², beräknats till mellan 0,38 och 0,42 SEK/kWh vid en kalkylränta på 6 %.

Till samma kostnad för vindkraft har man kommit i en IEA/NEA-studie för europeiska anläggningar [Ref. 9].

Med samma förutsättningar som för vindkraftanläggningarna har kostnaden för elproduktion ur kol med CO₂-avskiljning beräknats till mellan 0,45 och 0,53 SEK/kWh [Ref. 7].

Till detta skall dock läggas handels-

kostnader för utsläpp av den CO₂ som inte kan tas om hand; dvs cirka 0,02 SEK/kWh.

Kostnaden för ny kärnkraft har här beräknats utgående från officiella uppgifter för den femte finska kärnkraftreaktorn, Olkiluoto³. Till EU-kommissionen har företaget Teollisuuden Voima Oy uppgivit att investeringssumman är beräknad till 3,4 miljarder Euro för en elektrisk effekt av 1 600 MW.

Institutionen för Energiteknologi³ vid Lappeenranta tekniska universitet har tidigare publicerat data om anläggningens rörliga/fast kostnader. Med hjälp

av nämnda uppgifter har produktionskostnaden beräknats till 0,26 SEK/kWh⁴.

² Behovet av effektreserver för vindkraften beror på att anläggningarna tas ur drift vid vindstyrkor på 25 m/s och däröver. Redan vid en vindkraftproduktion på cirka 10 TWh i det svenska systemet behövs av detta skäl en effektreserv på storleksordningen 600 - 800 MW.

³ Risto Tarjanne och Sauli Rissanen, februari 2000

⁴ Kalkylräntan har antagits till 6 %, den ekonomiska livslängden till 40 år och drifttillgängligheten till 8 000 timmar per år.

6.2 Vad är då en ny generation kärnkraft?

I analysgruppens Bakgrund *Kärnkraften i världen* [Ref. 10] redovisas situationen för kärnkraften i olika länder liksom olika utvecklingsvägar, som står till buds i en tämligen nära framtid. Ur nämnda skrift har följande satsar hämtats;

1) Tillgångarna på uran kommer att räcka i hundratals år eller mer även om det sker en mycket kraftig utveckling av kärnkraften i världen.

2) Det finns nu en samlad drifberedhet i världen över av lättvattenreaktorer på mer än 10 000 reaktorår. Denna erfarenhetsbas har använts för att i flera viktiga avseenden förbättra konstruktio-

nerna i de nya kärnkraftverk som nu offereras på marknaden för att bland annat uppnå:

- Ökad säkerhet med mycket låg risk för härdsmläta
- Bättre driftsäkerhet med hög tillgänglighet som följd
- Förbättrad driftekonomi
- Förbättrade möjligheter för underhåll och kontroll
- Kortare byggtid

3) Allt tyder därför på att de kärnkraftverk som beställs i världen på kommersiella villkor under de närmaste 10 åren baseras på lättvattenreaktorer som i olika avseenden har vidareutvecklats.

4) Till nya reaktortyper som kan bli aktuella under de närmaste 10–15 åren räknas en gaskyld reaktor med bränslet i form av bränslekulor stora som tennisbollar. Utvecklingsarbetet har koncentrerats till Sydafrika. Tekniken grundas på tyska konstruktioner som togs fram under 1980-talet. Även i Kina pågår ett liknande utvecklingsarbete.

Den sydafrikanska reaktorn heter Pebble Bed Modular Reactor (PMBR). Reaktorn kyls med heliumgas som vid utträdet ur reaktorn har en temperatur på 900°C. Gasen driver en gasturbin i direktcykel med en total verkningsgrad på 42 %, att jämföra med lättvattenreaktorns 33 %.

7. Sammanfattning

En förutsättning för den analys som här gjorts är att EU fortsätter att vara pådrivande när det gäller att minska emissionerna av växthusgaser med ambitionen att utsläppen år 2020 skall vara minst 20 % lägre än de var år 1990 och 30 % lägre år 2030.

Att EU bara skall inrikta klimatåtgärder mot stationära anläggningar förefaller som mindre troligt. Tvärtom talar mycket för att också transportsektorn måste minska sina utsläpp.

För att nå de mål som här antagits räcker det inte med att bara förbättra dagens motorer.

Det är inte heller på 25 års sikt tillräckligt att bara satsa på biodrivmedel, men sådana kan mycket väl bli en del av lösningen.

För att transportsektorn skall kunna minska utsläppen i samma takt som fasta anläggningar förutsätts att så kallade hybridfordon av plug-in typ får en stor marknad.

Den el som utnyttjas i hybridfordonen omvandlar den lagrade elenergin på ett mycket effektivt sätt till rörelseenergi.

En annan fördel är att fordonen bromsas på ett sätt som gör att batterierna kan återladdas.

Detta leder till en betydligt bättre totalverkningsgrad än om bara dagens motorer skulle utvecklas vidare.

För EU25 kan elbehovet för hybridfordon bli av storleksordningen 1000 TWh eller 25 % av det elbehov som annars skulle behövas för att klara marknadens efterfrågan.

Hybridfordon av plug-in typ är miljömässigt effektiva om den el som används genereras med mycket små utsläpp av koldioxid.

Att integrera el- och transportsystemen inom EU ställer mycket stränga krav på säker tillförsel av primärenergi.

Detta gör att endast vindkraft, en vidareutvecklad kärnkraft samt koldadade anläggningar med CO₂-avskiljning kan komma till användning i omställningen av EU:s energisystem.

Ett kolbaserat produktionssystem blir emellertid aldrig i praktiken fritt från utsläpp av CO₂.

Det är i den aspekten sämre än de två andra alternativen och till detta kommer att kostnaderna beräknas bli 20 – 25 % högre.

Vindkraften har miljömässigt bra egenskaper, men kan inte byggas ut till att bli hur stor som helst.

Det beror på att produktionen drabbas av avbrott vid såväl ringa vindstyrkor som vid hård vind och det kräver planeringsbara effektreserver.

Redan vid en vindkraftproduktion på

cirka 10 TWh i det svenska elsystemet behövs av detta skäl en planeringsbar effektreserv på storleksordningen 600 – 800 MW.

Kärnkraften kommer sannolikt att orsaka något mindre utsläpp av CO₂, sett i ett livscykelperspektiv, än vindkraften.

Vidare gäller att kärnkraftens pro-

duktionskostnader beräknas vara lägre än vindkraftens och att dess produktionspotential är överlägsen den senares.

Gunnar Hovsenius

gunnar.hovsenius@telia.com

Illustrationer: **Lasse Widlund**

lasse@treokommunikation.se

Referenser

1. World Energy Outlook, 2006 www.iea.org/
2. Hovsenius G, Haegermark H Väte i det svenska energisystemet? En framtidsstudie. www.elforsk.se
3. European Commission. European Energy and Transport trends to 2030 – update 2005 ec.europa.eu/
4. IEA Biofuels for Transport. An International Perspective www.iea.org/
5. Bernesson S. Farm-scale Production of RME and Ethanol for heavy Diesel Engines. Doctoral thesis SLU 2004 <http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000698/>
6. Elforsk rapport 99:38 El för fordon www.elforsk.se
7. Elforsk 05:27 Avskiljning och lagring av koldioxid i ett nordiskt systemperspektiv. Jenny Gode och Gunnar Hovsenius www.elforsk.se
8. Rapport 03:14 El från nya anläggningar M Barring, O Nyström, P-A Nilsson, F Olsson, M Egard, P Jonsson www.elforsk.se
9. IEA/NEA Projected Costs of Generating Electricity 2005 Update www.nea.fr/
10. Kärnkraften i världen, utgiven av analysgruppen vid KSU i februari 2006 www.analys.se

Analysgruppen vid KSU

Analysgruppen är en självständigt arbetande expertgrupp som deltar i samhällsdebatten om kärnkraft och strålning. Genom KSU är gruppen knuten till kraftindustrin. Gruppen utser själv sina ledamöter efter vetenskaplig kompetens, bransch erfarenhet och personligt engagemang.

Huvuduppgiften är att sammanställa och analysera fakta kring frågor som kommer upp i samhällsdebatten med anknytning till reaktorsäkerhet, strålskydd, radiobiologi och riskforskning.

Gruppen redovisar resultaten främst genom publikationerna *Bakgrund* och *Fakta*-serien som också är tillgängliga på Internet: www.analys.se

Hemsidan täcker området kärnkraft i Sverige och utomlands och har även ett omfattande länkbibliotek.

Hans Ehdwall, fil.kand, ansvarig erfarenhetsåterföring, KSU

Yngve Flodin, civilingenjör, reaktorsäkerhetsexpert, Elproduktion Norden, Vattenfall AB.

Martin Luthander, civilingenjör, public affairs Elproduktion Norden, Vattenfall AB

Mats Harms-Ringdahl, professor, strålningsbiolog, Stockholms universitet

Gunnar Hovsenius, tekn lic, energi/miljöfrågor, Hovsenius Konsult AB

Carl-Göran Lindvall, ingenjör, strålskyddsövervakare, Barsebäck Kraft AB

Anders Pechan, informationskonsult

Edvard Sandberg, civilingenjör, Svensk Energi

Carl-Erik Wikdahl, civilingenjör, konsult, Energikommunikation AB