

# ENERGI- MARKNADER

Niclas Damsgaard

## PROJEKTET VÄGVAL ENERGI

Vi måste fatta ett antal beslut om hur vi ska klara framtidens energiförsörjning och samtidigt minska utsläppen av växthusgaser. För att nå konkreta resultat måste viktiga aktörer i samhället – näringsliv, forskare och politiker – arbeta tillsammans, med en gemensam kunskapsbas och en gemensam handlingsplan.

Vägval energi samlar deltagare från näringsliv, akademi och politik i fyra arbetsgrupper. Målet är att ta fram strategier för Sveriges energisystem, som ska fungera som beslutsunderlag till politiker inom energiområdet.

Den här rapporten ingår i en serie studier som publiceras under hösten 2008 och våren 2009. Vägval energi arrangerar dessutom seminarier och konferenser och kommer att leverera tre panelrapporter. Projektet avslutas hösten 2009 med en slutrapport.

Vägval energi drivs av Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien och stöds ekonomiskt av Energimyndigheten, Formas, Svensk Energi, Ångpanneföreningens forskningsstiftelse samt Svenskt Näringsliv.

Läs mer på projektets webbplats:  
[www.iva.se/energi](http://www.iva.se/energi)



© NICLAS DAMSGAARD OCH IVA 2008  
Projektledare HAMPUS LINDH  
Textredigering HENRIK LUNDSTRÖM  
Grafisk formgivning och figurer AIRI ILISTE  
Omslag AIRI ILISTE/Shutterstock  
Tryck GLOBALT FÖRETAGSTRYCK AB  
ISBN 978-91-7082-789-1  
IVA-M 400

## INNEHÅLL

Sammanfattning	3
1. Introduktion till dagens energimarknader	4
2. Olja – en global kartellmarknad	7
3. Kol – en global konkurrensmarknad	10
4. Naturgas – en regional marknad som växer	12
5. Biobränsle – lokala och globala marknader	15
6. Elmarknaden	18
7. Utsläppsmarknaden – europeisk och global	21
8. Framtida samband mellan energimarknader	24
9. Styrmedel och marknadsstruktur	26
10. Avslutande kommentarer	28
Referenser	30



**NICLAS DAMSGAARD** arbetar som konsult vid Econ Pöyry, bland annat med frågor som rör den europeiska elmarknaden, utsläppshandel och utformningen av stödssystem för förnybar energiproduktion. Två pågående projekt handlar om reformering av elsektorn i Angola samt utformning av en regional elmarknad i sydöstra Europa. Niclas Damsgaard är doktor i nationalekonomi och hans avhandling handlade om avreglering och reglering av elmarknader. Han har även utvärderat avregleringen av den svenska elmarknaden i ett forskningsprojekt för SNS.

# Sammanfattning

Var och en av de stora energimarknaderna för olja, kol, naturgas, biobränsle och elektricitet har sin specifika karaktär. Samtidigt är marknaderna beroende av varandra på ett ofta komplicerat sätt. Denna sammanlänkning har blivit ännu mer komplex sedan marknaden för utsläppshandel startade i Europa 2005. I denna rapport beskrivs dagens situation för de olika energimarknaderna men också marknadernas inbördes relationer och några möjliga framtidsscenarioer.

Oljemarknaden är global men domineras av ett fåtal produktionsländer. Kol köps och säljs på en internationell marknad som präglas av god konkurrens och över längre tid troligen ett stabilt pris. Andra marknader är mer regionala, eller till och med lokala. Ett exempel är marknaden för naturgas. I dagsläget är naturgas inte särskilt viktig för Sveriges energiförsörjning, men däremot i ett europeiskt perspektiv. Det får återverkan också i Sverige. Gasprisets upp- och nedgångar har stor betydelse för priset på utsläppsrätter och el. Biobränslemarknaderna sträcker sig från globala marknader, exempelvis för etanol, till regionala eller lokala marknader beroende på förädlingsgraden.

Först med skapandet av den gemensamma handelsplatsen Nord Pool, uppstod en gemensam prissättning på el i Norden. Inom en snar framtid kommer vi att få en gemensam elmarknad som åtminstone täcker Norden och nordvästra Europa. Det innebär dock inte att priserna kommer att utjämnas; för att uppnå det krävs ytterligare utbyggnad av överföringskapacitet.

Det är möjligt att tänka sig flera olika scenarier för framtidens energimarknader, men interaktionen mellan de olika marknaderna kommer att bestå. Att utforma lämpliga styrmedel är av stor betydelse för att uppnå politiska målsättningar på energiområdet det närmaste decenniet.

# Introduktion till dagens energimarknader

*Marknaderna för olja, kol, naturgas och el är väldigt olika, men de är ändå till stor del sammanlänkade. De senaste årens handel med utsläppsätter komplicerar denna bild ytterligare. Detta avsnitt ger en introduktion till hur de olika energimarknaderna har förändrats sedan 1970 och hur de är sammanvävda idag.*

Syftet med den här rapporten är att belysa hur ett antal energimarknader fungerar och samspelar med varandra. Utgångspunkten är energikonsumtionen i Sverige, men det innebär inte att marknaderna som vi ser på är svenska. För stora delar av vår energiförsörjning är vi beroende av import. I andra fall är Sverige en del av en större marknad där Sverige växelvis kan vara såväl importör som exportör. I något fall kan transportkostnader innebära att marknaden kanske inte ens är nationell, utan ännu mer lokala. De marknader vi ser på kan därför vara alltifrån globala till lokala.

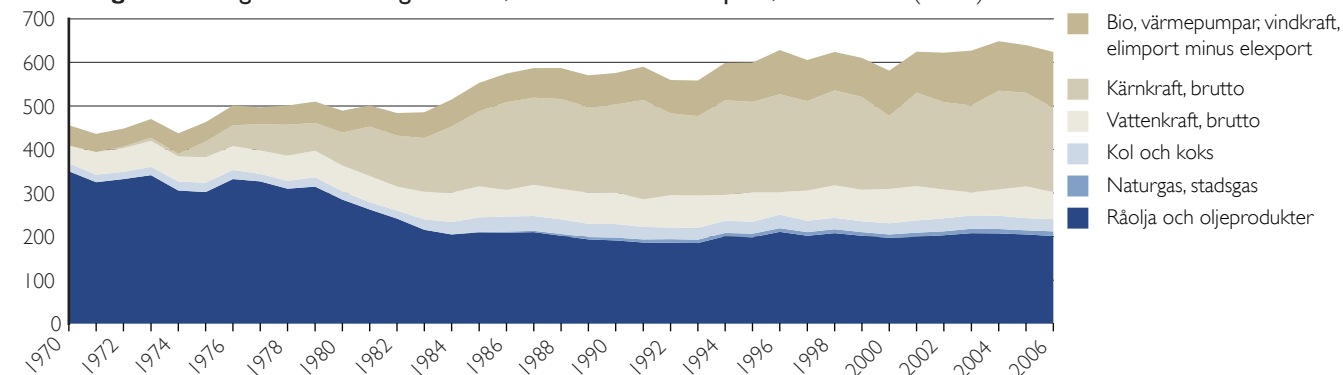
- Oljemarknaden kan exempelvis karakteriseras som en global marknad präglad av stora aktörer med betydande inslag av marknadsmakt; en globalt kartelliserad marknad.
- Kolmarknaden är, om inte global, så i vart fall präglad av omfattande internationell handel över stora områden. Till skillnad från oljemarknaden är kolmarknaden relativt konkurrensutsatt.
- Elmarknaden är i sin tur en regional marknad som sträcker sig över i vart fall Norden och ur många aspekter är det relevant att se det i termer av en nordeuropeisk marknad.
- För biobränslen varierar marknadens geografiska omfattning. Högt förädlade biobränslen, som exempelvis drivmedel, utgör en global marknad. För pellets finns en Atlanthandel, medan transportkostnader kan innebära att enklare former som flis snarare blir lokala marknader.

Bilden kompliceras också av att marknaderna är vertikalt relaterade, i den mening att produktionen som kommer från en marknad används som insatsvara på en annan marknad. Energianvändningen kan ses i termer av tillförsel av primärenergi, omvandling av energi (till exempelvis värme eller el) och slutlig användning av energi. Exempelvis är el- och fjärrvärmemarknaderna därmed marknader för omvandlad energi.

Ur ett användarperspektiv är det relativt ointressant att tala i termer av uppdelade marknader sett utifrån ett tillförsel perspektiv. Egentligen är det ingen som efterfrågar el eller fjärrvärme i sig. Som användare är man intresserad av de tjänster som energin är nödvändig för, exempelvis belysning, uppvärmning och transporter. Beroende på användningsområde är de olika energibärarna mer eller mindre bra alternativ. För att värma upp ett hus utgör pellets, el, olja, hetvatten från fjärrvärme och mycket annat fullt godtagbara alternativ, även om till exempel bekvämlighet och miljöaspekter kan variera. För ett ändamål som matlagning finns i dagsläget i Sverige knappast något alternativ till el (även om ett fåtal har gasspisar).

Ur detta perspektiv borde man egentligen se på energimarknaderna ur ett *användningsperspektiv* – vilka ändamål vill man ha energin för. De faktiska marknaderna fungerar dock snarare utifrån ett tillförselperspektiv, det vill säga marknaderna är uppdelade

TWh **Figur 1. Sveriges totala energitillförsel, exklusive nettoexport, 1970–2006 (TWh)**



Källa: Energiläget i siffror 2007, Energimyndigheten.

med utgångspunkt i olika energislag eller energibärare. Något alternativ finns knappast. Däremot uppstår kopplingen mellan marknaderna antingen av att de är vertikalt relaterade eller genom att energibärarna utgör substitut och därmed konkurrerar med varandra.

### Energianvändning i Sverige och globalt

Den totala tillförseln av energi till Sverige domineras av råolja och kärnbränsle. Till sammans stod dessa två former av primärenergi för cirka 64 procent av den totala tillförseln av energi till Sverige år 2006<sup>1</sup>. Totalt tillfördes 632 TWh (2 274 PJ) energi till Sverige år 2006. I Figur 1 visas utvecklingen av energitillförseln i Sverige sedan 1970.

Även om råoljan fortfarande svarar för en betydande del av den totala energitillförseln, har den minskat betydligt sedan 1970-talet. Oljekriserna 1973/74 och i början av 1980-talet – med åtföljande prisökningar på oljeprodukter – samt introduktionen av kärnkraft, medförde ett

kraftigt minskat oljeberoende i samtliga sektorer förutom transportsektorn. Inom transportsektorn är kostnaderna för att byta energibärare väsentligt högre än i de övriga sektorerna. Kombinationen av att elproduktionen domineras av kärnkraft och vattenkraft, stora bioresurser samt en tidig introduktion av koldioxidskatten gör att Sveriges energisystem inte är representativt för världen som helhet. I ett internationellt perspektiv domineras energitillförseln av fossila bränslen, främst olja men även av kol och naturgas. Totalt sett utgör fossila bränslen cirka 80 procent av den globala energitillförseln.

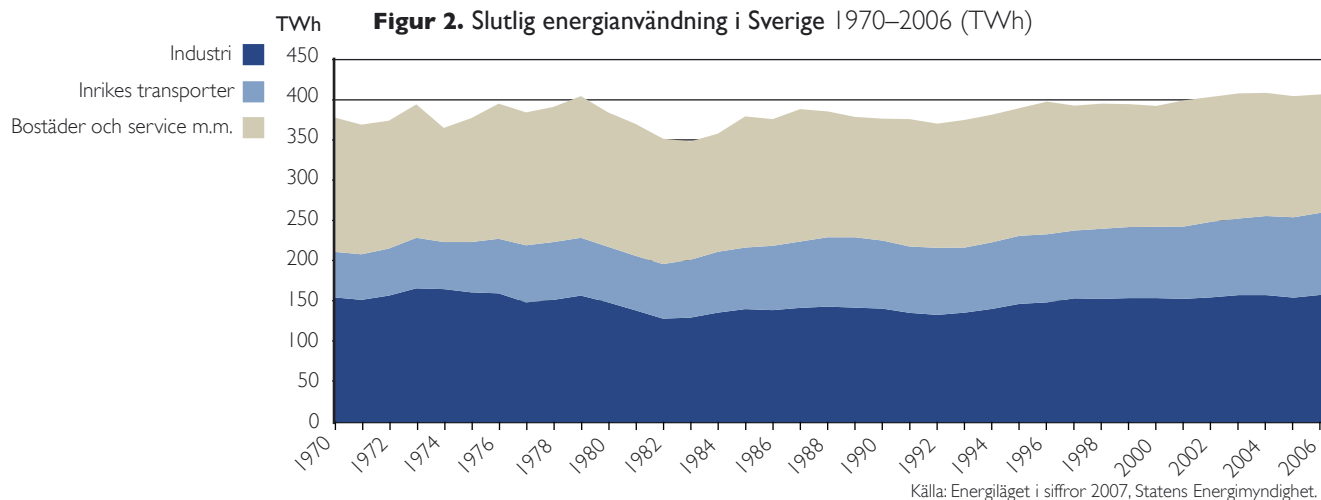
Den slutliga energianvändningen i Sverige uppgick år 2006 till 398 TWh fördelat på energianvändningen inom industrin, bostäder och service med mera samt inrikes transporter. Energianvändningen är som störst inom industrisektorn samt bostäder och service med mera, men den största ökningen under de senaste åren har skett inom transportsektorn.

### FAKTA Förluster av energi ingår inte

Slutlig energianvändning inkluderar inte omvandlings- och distributionsförluster, energianvändningen inom utrikes sjöfart samt användning för icke-energiändamål. I Sverige utgörs den största enskilda förlusten av energi

vid produktion av el i kärnkraftverken. Av den tillförda energimängden på 190 TWh genererades 67 TWh elektricitet. Därmed uppgick förlusterna vid kärnkraftproduktion till 123 TWh.

<sup>1</sup> Observera att för tillförsel av primärenergi från kärnbränsle avses bruttotillförseln. Förlusterna i form av spillvärme är betydande och den nyttiggjord energi i form av el är avsevärt mindre.



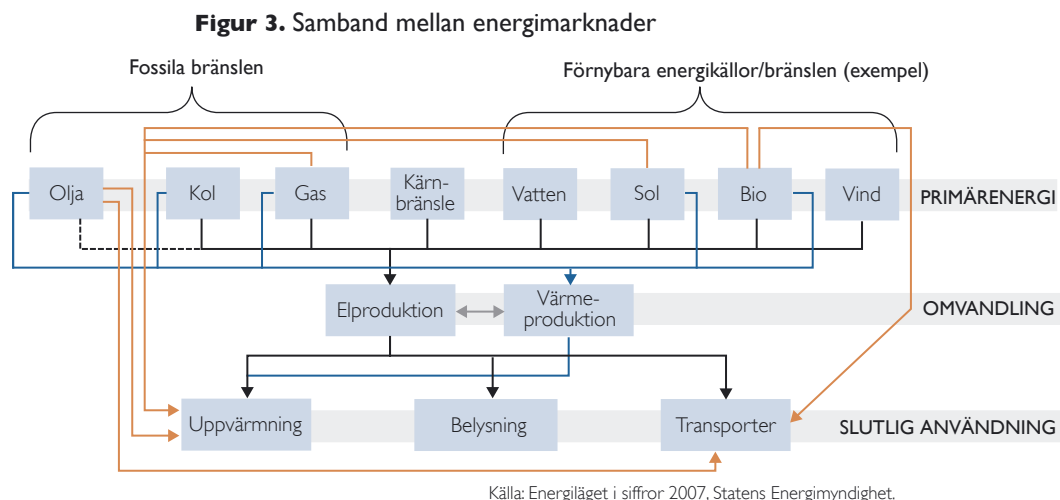
Figur 2 kan ge intrycket av att den slutliga energianvändningen har varit konstant sedan 1970-talet trots en positiv ekonomisk tillväxt. Detta döljer dock den betydande substitution som har skett från oljeprodukter till el och fjärrvärme. Det har inneburit att förlusterna i systemen har flyttats från användarsektorer till producenterna av el och värme. Tar man hänsyn till detta har den nyttgjorda energin ökat. I ett globalt perspektiv är det främst sektorn bostäder och service som har ökat energianvändningen. Även inom transportsektorn har det skett betydande ökning.

Ur ett användarperspektiv finns ett antal grundläggande tjänster som kunderna efterfrågar. Det rör sig till exempel om olika former av uppvärmning och kyla (för exempelvis bostäder/lokaler, matlagning, industri), belysning och transporter.

Dessa tjänster levereras via olika energibärare. En del av energibärarna är omvandlad energi i form av el eller hetvatten. Annat är i form av primärenergikällor, exempelvis olja eller gas, som används direkt för att producera tjänsterna. Utöver olja och gas finns ett antal ytterligare primärenergikällor som används för att producera den omvandlade energin, däribland kol, kärnbränsle, vatten (lägesenergi) och biobränsle.

Detta innebär att marknaderna är sammanbundna på många sätt: som konkurrenter, insatsvaror eller kontraktsmässiga priskopplingar. Systemet för handel med utsläppsrätter har också stärkt kopplingen mellan marknaderna för olika energivaror.

Figur 3 ger en schematisk bild av hur mark-



naderna hänger ihop, från primärenergi via omvandling till slutlig användning. Bilden är långt ifrån komplett, men ger ändå en illustration av sambanden och hur pris-kopplingar kan uppstå.

Figuren ger ingen information om hur de olika marknaderna fungerar. Den globala oljemarknaden, med dess kartellbildning i form av OPEC, är relativt välkänd för de flesta. Även för kol finns en världsmarknad, men den präglas av avsevärt bättre konkurrens. Handeln med naturgas är mer av en regional marknad, en naturlig följd av att transport av gas är ledningsbunden. Eftersom detta försvårar att få till en effektiv konkurrens, har gaspriset historiskt sett varit kopplat till oljepriset (oljeindexerade

gaskontrakt). Gradvis har konkurrensen ökat med fler aktörer och på senare tid har även flytande naturgas, så kallad LNG, gjort att naturgasmarknaden har börjat växa i geografisk omfattning.

Olja används i dagsläget i relativt begränsad omfattning för el- och värmeproduktion. Däremot är kol och gas mycket viktiga för detta ändamål. Det är därför naturligt att kolpriset slår igenom i elpriset. Eftersom gaspriserna i betydande utsträckning är kopplade till oljepriset, innebär det att även oljepriset påverkar elpriset. Under senare år har också handel med utsläppsrätter kommit in i ekvationen och bidragit till att förstärka och komplicera sambanden.

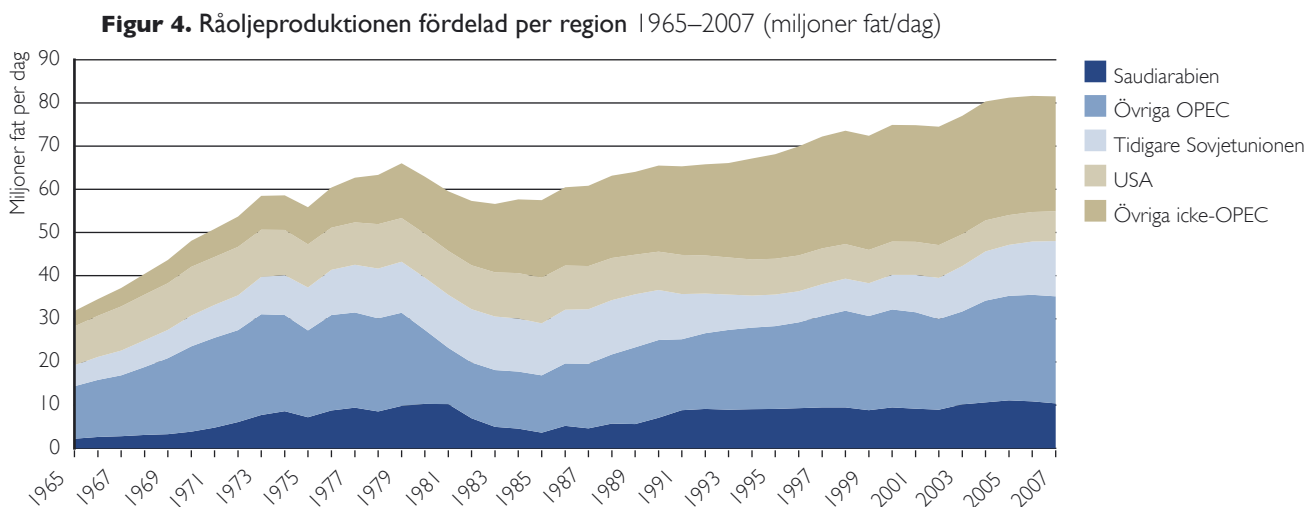
## Olja – en global kartellmarknad

# 2.

*Transportsektorn står redan idag för omkring sextio procent av världens oljebehov. Efterfrågan på olja för flyg- och fordonsbränslen fortsätter dessutom att stiga, vilket på sikt innebär en strukturförändring av världens oljeraffinaderier.*

Råoljemarknaden är en global marknad som styrs av utbud och efterfrågan. Samtidigt är naturresurserna koncentre-

rade till ett fåtal länder. Priset på den internationella marknaden påverkas av denna oligopolistiska situation. Drygt 40 procent



Källa: www.bp.com, World Statistical Review 2008.

## FAKTA Olika fraktioner i oljeraffinaderiet

I raffinaderiet omvandlas råolja till mer användbara oljeprodukter. I destillationstornet separeras råoljan i olika fraktioner, så kallade destillat. De lättaste ämnena tas ut högst upp i tornet, de tyngsta längst ner.

- Lätta destillat inkluderar gasol och råvara till bensen.
- Mellandestillat inkluderar diesel, flygbränsle och villaolja.
- I de tyngsta fraktionerna ingår tunga eldningsolja och asfalt.

av den totala råolja produktionen härstammar från medlemsländer i kartellbildningen OPEC. I sammanhanget är det viktigt att konstatera att OPEC, främst Saudiarabien, inte bara är en viktig oljeproducent i dagsläget. Medlemsländerna förfogar också över cirka tre fjärdedelar av de kända oljereserverna i världen. Andra viktiga producentländer är Ryssland, USA, Kina och Kanada. Figur 4 redovisar oljeproduktionens utveckling per region.

Utöver OPEC finns ett begränsat antal länder som nettoexporterar stora mängder olja. Några av de viktigaste är Ryssland, Mexiko, Kanada, Norge och Brasilien.

Efterfrågan på raffinerade oljeprodukter, och därmed råolja, har vuxit markant under det senaste decenniet. Tillväxten har främst kommit från snabbt industrialiserande länder såsom Kina och Indien. USA är dock den absolut största konsumenten av oljeprodukter.

### Merparten av oljan går till transportsektorn

Den största delen, omkring 60 procent,

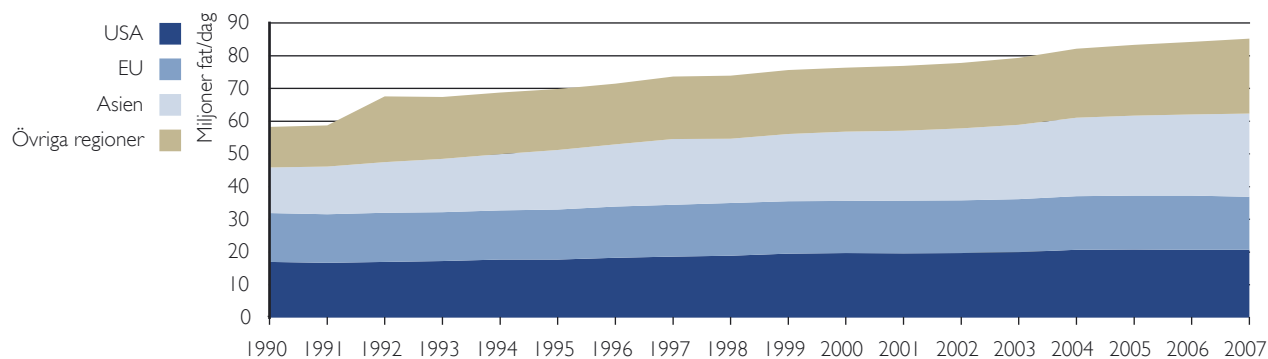
av världens slutliga oljebehov härstammar från transportsektorn. Det är också i transportsektorn som efterfrågeökningen har varit störst, vilket får konsekvenser för vilka raffinerade oljeprodukter som används. Inom transportsektorn är det främst så kallade lätta destillat samt mellandestillat som används (se faktaruta).

Oljeprodukter används också inom industrin samt för uppvärmning av bostäder och service. Ett annat viktigt användningsområde är plasttillverkning. I detta fall används alltså oljeprodukter även för icke-energiändamål. Oljeprodukter har historiskt även använts till el- och värmeproduktion (användningen i denna sektor räknas dock inte till den slutliga användningen). Då har det främst varit frågan om tunga eldningsolja. Medan oljeanvändningen för att producera el har ökat i utvecklingsländerna har den minskat i de mer industrialiserade länderna. Sett till eldningsolja som helhet har konsumtionen varit relativt konstant i världen sedan 1980-talet.

Den ökade efterfrågan på lätta destillat och mellandestillat snarare än tunga eld-

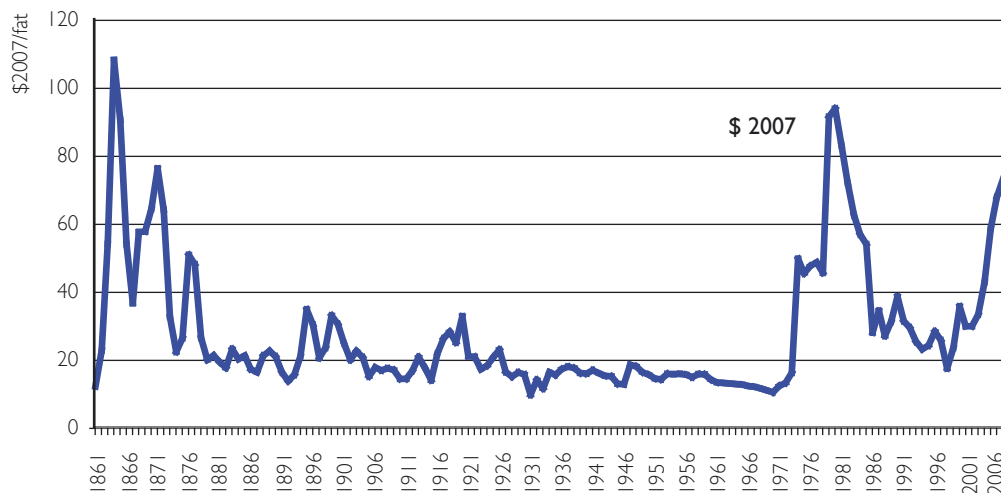
**Figur 5.** Användning av raffinerade oljeprodukter fördelade per region

1990–2007 (miljoner fat/dag)



Källa: [www.bp.com](http://www.bp.com), World Statistical Review 2008.

**Figur 6.** Råoljeprisets utveckling 1861–2007 (dollar/fat)



Källa: www.bp.com, World Statistical Review 2008.

ningsolja har inneburit flaskhalsproblem i raffinaderisektorn och påverkat produktpriserna på olika sätt. Raffinaderier som använder gammal teknik (hydroskimning) har en mindre flexibilitet att förändra produktutbytet i riktning mot lätta destillat och mellandestillat än raffinaderier baserade på så kallad krackning. I perioder när raffinaderikapaciteten har varit som mest ansträngd har raffinaderier baserade på hydroskimning ökat produktionen av bensin och diesel. Eftersom produktutbytet för att framställa bensin och diesel i dessa äldre raffinaderier är sämre har det inneburit att efterfrågan på råolja har ökat mer än vad som hade varit fallet om krackning hade använts [1].

#### Stigande oljepriser gör nya fyndigheter intressanta

Råoljepriset har uppvisat stora variationer över tid. Den första oljekrisen 1973/74 samt den andra oljekrisen i början av 1980-talet berodde på prissamverkan inom oljekartellen OPEC. De resulterande prisökningarna var i allt väsentligt en utbudschock. Den senaste tidens prisökningar på olja beror mer på en kraftigt ökad efterfrågan. Utbudet har haft svårt att följa med den starka utvecklingen av efterfrågan. Ovanstående figur visar den historiska råoljeprisutvecklingen i fasta priser.

Ökade oljepriser innebär också att det blir intressant att prospektera efter nya

fyndigheter. De höga oljepriserna mellan slutet av 1970-talet och början av 1980-talet innebar också upptäckter av nya oljefyndigheter. Oljeindustrin är cyklisk och karakteriseras av höga investeringskostnader. Tillväxten av reserver sker oftast i högkonjunkturer när produktionskapaciteten bedöms vara otillräcklig [1]. När högkonjunkturen följs av en lågkonjunktur ökar kapacitetsmarginalen och priserna sjunker.

Ur ett ekonomiskt perspektiv är oljereserverna inte givna. Dessa beror på utvecklingen av oljepriset och kostnaden av att utvinna oljan. Utvinningskostnaden påverkas starkt av den tekniska utvecklingen. Allt högre oljepriser på längre sikt kan ge incitament att utvinna mer av så kallade okonventionella oljereserver i form av oljesand.

#### **FAKTA** OPEC har 13 medlemmar

OPEC, Organization of the Petroleum Exporting Countries, utgörs av 13 medlemmar: Algeriet, Angola, Ecuador, Förenade Arabemiraten, Indonesien, Irak, Iran, Kuwait, Libyen, Nigeria, Qatar, Saudiarabien och Venezuela.

# 3. Kol – en global konkurrensmarknad

*Handeln med kol sker på en internationell marknad präglad av god konkurrens. Tillgången på kol är också mycket god, till en sannolikt relativt stabil marginalkostnad.*

Kol är en av de viktigaste energibärarna idag. År 2007 stod kol för en fjärdedel av hela världens energibehov. Den vanliga bedömningen är att kolet också fortsatt kommer att vara viktig för den globala energiförsörjningen. IEA, International Energy Agency, gör bedömningen att kolets andel av den totala energiproduktionen till och med ökar fram till 2030 (enligt referensscenariot i senaste World Energy Outlook).

Kol används främst för att producera elektricitet, och år 2007 kom 40 procent av den globala elproduktionen från kolkraftverk. Den andra stora användaren av kol är världens stålindustrier.

## Stenkol och brunkol

Kol delas in i flera olika kvalitetsgrupper, men ofta görs endast skillnad mellan stenkol och brunkol. För stenkol är marknaden internationell, medan brunkol, eller lignit, har ett så lågt energiinnehåll att det inte är lönt att transportera över långa sträckor. Därför används brunkol huvudsakligen i kraftverk som ligger nära brytningen.

Stenkol handlas däremot på en väl fungerande världsmarknad. Den kan delas i två geografiska delar: Atlantmarknaden och Stillahavsmarknaden. Stenkolet kan vidare delas in i två olika grupper beroende av egenskaper och därmed användningsändamål. Ångkol används främst i elproduktionsanläggningar medan det högst rankade kolet, så kallat kokskol eller metallurgiskt kol, främst används inom stålindustrin.

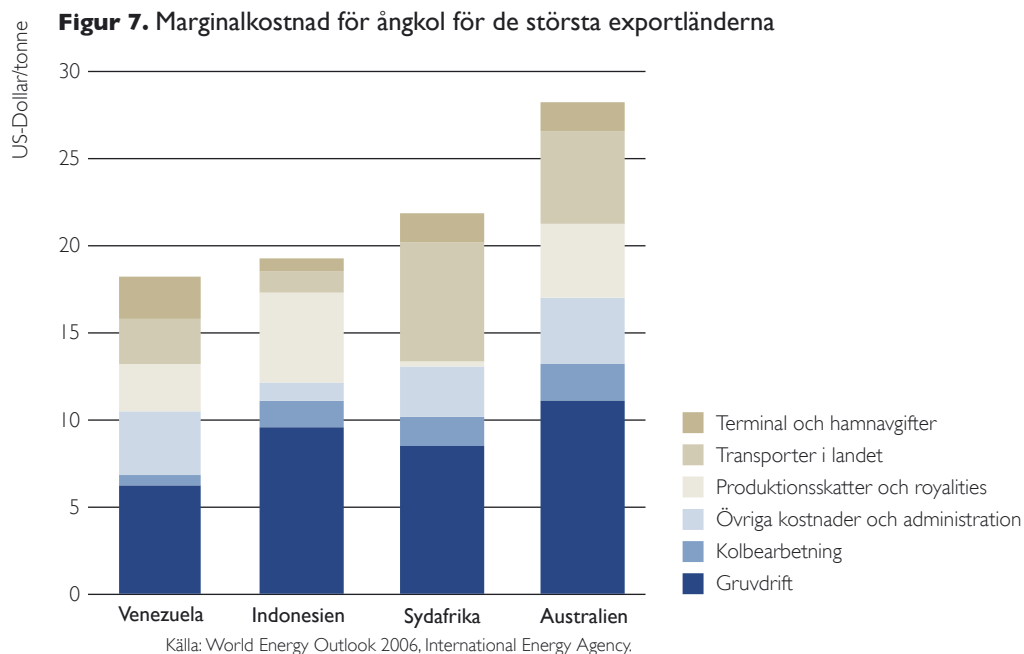
Den globala kolmarknaden kännetecknas av en mängd producentländer samt en

god konkurrens. De viktigaste producentländerna är Kina, USA, Indien, Australien, Ryssland och Sydafrika. På Stillahavsmarknaden är Australien och Indonesien de största exportörerna, medan Sydafrika och Ryssland är de största exportörerna på Atlantmarknaden.

## Betydande reserver av kol

Kolreserverna är betydande och med dagens användning, teknik och priser skulle kolet räcka i drygt 130 år [2]<sup>2</sup>. Kolanvändningen är störst i Kina, USA, Indien, Japan och Ryssland. Tyskland utgör den enskilt viktigaste kolkonsumenten inom EU-27. Sveriges kolanvändning, sett som andel av svensk energitillförsel, är blygsam. Cirka två tredjedelar av den svenska kolanvändningen utgörs av kokskol i stålindustrin medan resterande andel utgörs av ångkol avsett för energiändamål. I världen som helhet utgör däremot kokskolet en mycket liten andel av den totala kolanvändningen [4].

Den sjöburna kolhandeln utgör den största delen av all internationell kolhandel. 2006 fraktades nära 95 procent av all internationell kolhandel till sjöss (1996 var motsvarande siffra 85 procent). Utvecklingen av den internationella sjöburna kolhandeln har under de senaste tjugo åren varit mycket kraftig. Den starkaste tillväxten har funnits på Stillahavsmarknaden för ångkol, som nästan sexdubblades mellan 1986 och 2006. Stark tillväxt visade även ångkolet på Atlantmarknaden som inom samma tidsrymd mer än tredubblades. Handeln av kokskol har ökat i en långsammare takt under perioden, men även den har upplevt en stadig ökning.



Priset på kol kan sägas bestå av två olika komponenter. Den ena består av kolkostnaden när det lastas på lastfartyg i exportlandet, så kallat FOB, free on board. Mer specifikt innebär detta kostnaden för att utvinna och processa kolet, transport inom landet samt lastning på fraktfartyg.

Den andra komponenten utgörs av transportkostnader vilka kan utgöra en stor andel av det totala leveranspriset (CIF, costs, insurance and freight) för importlandet. De viktigaste anledningarna till prisökningarna på kol den senaste tiden är den snabbt växande efterfrågan på kol i Asien, främst i Kina och Indien, i kombination med begränsningar i infrastrukturen (lastfartyg, hamnkapaciteten i exportländerna).

På lång sikt är det troligt att flaskhalsarna i infrastrukturen byggs bort och långsiktigt blir det en mindre viktig prisdrivare. Marginalkostnaden för kol (FOB) förväntas vara mer eller mindre konstant för de viktigaste exportländerna i framtiden. Den sistnämnda varierar mellan regioner, från

mindre än 20 dollar per ton i Indonesien och Venezuela till 50 dollar per ton i USA (I Figur 7 visas marginalkostnaden att utvinna kol för de största exportländerna).

Teknologisk utveckling bedöms också motverka effekten av ett behov att utveckla mer kostsamma kolfyndigheter. Sammantaget innebär detta att man inte bör förvänta sig ett långsiktigt stigande kolpris.

Eftersom kol är ett viktigt bränsle för elproduktion, påverkar kolpriserna utvecklingen av elpriserna. Även om Sverige använder relativt lite kol för elproduktion, är kolet av stor betydelse för att bestämma det nordiska elpriset och således även det svenska. I Norden har Danmark och Finland stor kolkraftskapacitet och det nordiska elsystemet är sammankopplat med Tyskland och Polen, som båda har en betydande elproduktionskapacitet baserat på kol. Då det marknadsbaserade elpriset bestäms av den rörliga produktionskostnaden för den sist producerade enheten el, kan kolkraften i vissa fall, utgöra en övre begränsning för

<sup>2</sup> Med reserver avses den del av de totala resurserna som för närvarande är tillgänglig för utvinning (med dagens priser och teknik). Estimaterna av reservernas storlek varierar. Exempelvis anger Jaccard 2005 [3] att de tillgängliga reserverna år 2000 räcker i 210 år givet dagens produktion. De uppskattade kolresurserna, det vill säga den uppskattade naturliga förekomsten av kol, uppskattar Jaccard räcker i cirka 2000 år givet dagens produktionsnivåer.

elpriset i Norden. Under perioder skulle det svenska elpriset varit högre om det inte hade funnits kolbaserad elproduktionskapacitet i Norden. Denna diversifiering av kraftproduktionen är givetvis till nytta för

såväl svenska hushåll som för svensk industri. Förändringar av kolpriset får på ett generellt plan även konsekvenser för andra marknader, som koldioxidhandeln i EU.

## 4. Naturgas – en regional marknad som växer

*Sedan 1990-talet har gasbörser växt fram på flera håll i Europa. De flesta är ännu relativt små med dålig likviditet. På sikt kan en väl fungerande börshandel öka konkurrensen och påverka gaspriset. Följande avsnitt beskriver också prissättningen på gas och hur handeln med utsläppsätter har skapat nya kopplingar mellan elpriset och priset på gas.*

Naturgas svarar för en förhållandevis liten del av den svenska energianvändningen, motsvarande närmare två procent av den totalt tillförda energin år 2006. I Sverige finns i dagsläget bara en gasledning långs med den svenska västkusten upp till kemikomplexet i Stenungsund, samt några förgreningar i Småland. Planer finns på att bygga en transmissionsledning mellan Norge och Sverige. Projektet, som går under namnet Skanled, har lämnat in en koncessionsansökan för den svenska delen.

Naturgasen i Sverige används främst inom industrin, mer specifikt inom den kemiska industrin. Naturgasanvändningen i kraftvärmeverk har också ökat i betydelse sedan ett naturgaseldat kraftvärmeverk i Göteborg tillkommit. År 2009 tillkommer även ett annat naturgaseldat kraftvärmeverk i Malmö, vilket ytterligare kommer att öka naturgasanvändningen inom den svenska elproduktionen.

### Naturgas betydelsefull i Europa

På ett europeiskt plan är dock naturgasen mycket betydelsefull och svarar för omkring 25 procent av den totalt tillförda energin inom EU. Betydelsefulla europeiska resurser finns i Nordsjön och ägs framförallt av

Storbritannien, Norge och Nederländerna. Även Danmark, Tyskland, Frankrike och Italien har naturgasresurser, men dessa är mer begränsade. Europa har kunnat klara en stor del av sin naturgasanvändning genom egen produktion, men har gradvis blivit allt mer importberoende. En betydande import till Europa sker från bland annat Ryssland, men också från Algeriet. Det finns långt gångna planer på att bygga en stor havsbaserad transmissionsledning under Östersjön från Ryssland till Tyskland. Projektet kallas Nordstream och ska kunna leverera 55 miljarder kubikmeter naturgas till den europeiska marknaden. Förutom ledningsburen import av naturgas finns även så kallad liquified natural gas, LNG. Gasen förs då över i flytande form genom att kylas ned och kan sedan transporteras på tankfartyg. Det öppnar för importmöjligheter även från områden där det inte finns rörförbindelser.

### Möjlig ny princip för prissättning i framtiden

Historiskt har priset på naturgas bestämts genom komplicerade kontrakt där priset indexerats mot bland annat inflation och oljepriset. Detta innebär att förändringar i världsmarknadspriset för olja också har

slagit igenom i gaspriset. Köparna har vanligtvis haft långsiktiga så kallade take or pay-kontrakt. Det innebär att producenten åtar sig att leverera en viss årlig volym gas, medan köparen åtar sig att betala för en fast årlig kvantitet – oavsett om denna används eller inte. Att långsiktiga gaskontrakt på den europeiska kontinenten hittills har indexerats mot oljan, beror på den så kallade alternativkostnadsprincipen. Den innebär att priset på naturgas ska sättas så att det är konkurrenskraftigt mot alternativa bränslen (historiskt sett har de konkurrenskraftiga alternativen framförallt bestått av olika oljeprodukter). Utvecklingen under de senaste tjugo åren visar emellertid att oljeanvändningen i Västeuropa inom de stationära sektorerna minskar. Kapaciteten på oljeeldade kraftstationer minskar liksom kraftstationer som kan byta bränsle, exempelvis mellan gas och olja. Det är därför inte självklart att framtida gaskontrakt måste indexeras mot oljeprodukter i lika hög grad som tidigare.

Det finns en utveckling mot gasbörser i Europa, men likviditeten på dessa marknader är ännu relativt dålig. Ett mått på likviditet är den så kallade Churn-kvoten. På Storbritanniens gasbör, NBP, uppgår Churnkvoten till 8-14, medan den är väsentligt lägre för de kontinentala börserna<sup>3</sup>. En kvot på 10 brukar anses som en acceptabel likviditet. Det kan noteras att kvoten på den största gasbörsen i USA, Henry Hub, uppgick till cirka 30 under perioden 2004–2006 [5]. Rent generellt kan det sägas att likviditeten blir sämre ju längre in i framtiden kontraktet ligger i.

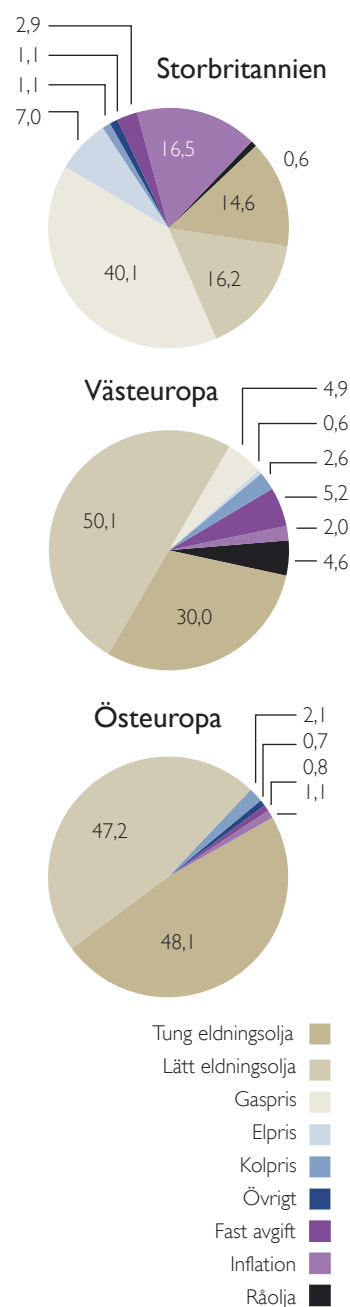
De viktigare övriga börserna i Europa utgörs av Zeebrugge (Belgien), TTF (Nederländerna) och BEB V.P (Tyskland). Gasbörser existerar även i Frankrike, Italien och Österrike.

### FAKTA Churn-kvot

Churn-kvoten är mått på likviditet och räknas ut som den totala handelsvolymen delat med den fysiska volymen av gas som används i det område som börsen täcker. Ju högre värde, desto större likviditet.

<sup>3</sup> För Storbritannien avser churnkvoten perioden 2004–2006.

**Figur 8.** Indexering av europeiska gaskontrakt för olika regioner 2004



Källa: EU-kommissionen, Energy Sector Inquiry, 2006.

## FAKTA OTC-handel

OTC (over the counter) avser handel, exempelvis med ett värdepapper eller en råvara, som inte sker över en börs. Mäklare/handlare förhandlar direkt med varandra via datanätverk eller telefon för att hitta köpare och säljare.

### Priset på börserna drivs upp

På en gasbörs bestäms priset av utbud och efterfrågan. Samtidigt finns det en interaktion mellan gaspriset på börser och de långsiktiga take or pay-kontrakten. Där dessa olika kontrakt samexisterar kommer det att bli en konkurrens mellan de olika kontraktsformerna. I det fall där priset på de långsiktiga oljeindexerade gaskontrakten är högre än gaspriset på börserna, är det troligt att kunderna kommer att köpa på börserna och minimera gasköp via gaskontrakten. Detta kommer att driva upp priserna på gasbörserna mot nivån på de långsiktiga gaskontrakten [6]. När det finns en välfungerande och likvid börs kan börspriset påverka priserna på de långsiktiga gaskontrakten. I Storbritannien och USA finns mer välfungerande marknader och man har i vart fall periodvis fått till så kallad ”gas-till-gas-konkurrens”. Det betyder att det råder konkurrens mellan olika gasleverantörer, det vill säga konkurrens på gasmarknaden snarare än konkurrens mellan gas och andra bränslen.

I Europa har Storbritannien gått före vad gäller att få till en konkurrensmarknad för gas. Kortsiktig försäljning av gas från producenter till shippers och traders i Storbritannien började 1995. En marknad etablerades där priser från OTC-handel rapporterades, vilket bidrog till ökad transparens. Som en konsekvens föll gaspriserna kraftigt. Spothandeln i gas har bidragit till att öka konkurrensen genom att fler aktörer har kunnat etablera sig.

### Gaspriset samverkar med elpriset

Normalt varierar priset på gas med den naturliga säsongsvariationen i efterfrågan på värme. Gasprisets upp- och nedgångar har fått ökad betydelse efter införandet av

det europeiska systemet för handel med utsläppsrätter. En viktig möjlighet för att minska koldioxidutsläppen från elproduktion är nämligen så kallat bränslebyte från kol till gas (det vill säga att gaseldade kraftverk körs i större utsträckning istället för koleldade kraftverk). Även om det genomsnittliga priset över året kan vara för högt för att det ska vara lönsamt att använda gas istället för kol (för ett givet pris på utsläppsrätter), kan bränslebyte fortfarande ske till exempel under sommartid när gaspriserna är låga. Detta påverkar priset på utsläppsrätter och därmed också elpriserna.

# Biobränsle – lokala och globala marknader

## 5.

*Politiska beslut i Sverige de senaste decennierna har inneburit en kraftig ökning av biobränsleanvändningen. Men även internationellt ökar andelen biobränsle. Världsproduktionen av etanol fördubblades exempelvis mellan 2000 och 2006. Nu pågår en internationell debatt, bland annat om de ekonomiska och sociala konsekvenserna av denna snabba utveckling.*

Sedan 1980-talet har det skett en snabb ökning av biobränsleanvändningen i Sverige. År 2006 uppgick den totala energianvändningen av biobränslen till 112,5 TWh eller 18 procent av den totalt tillförda energin i Sverige. De viktigaste användarna av biobränslen är:

- skogsindustrin (främst massa- och pappersindustrin)
- värmeverk och elproducenter
- bostadssektorn (för uppvärmning)

De biobränslen som används i Sverige utgörs huvudsakligen av trädbränslen, dels oförädlade (bark, spån, returträ etc) och förädlade (briketter och pellets), returlutar och tallolja, torv, brännbart avfall samt etanol.

Den ökade biobränsleanvändningen i Sverige kan förklaras av flera faktorer. Produktionen inom massa- och pappersindustrin har ökat mycket under de senaste trettio åren.

### FAKTA Returlut

Returlut, eller svartlut, bildas när flis kokas till kemisk pappersmassa. Returlut innehåller upplösta vedämnen som kan förbrännas samt kemikalier. Eldning med lutar täcker idag en stor del av massa- och pappersindustrins värmebehov.

### FAKTA Tallolja

Tallolja är en biprodukt vid tillverkning av kemisk pappersmassa. Den används som biobränsle eller som råvara inom kemiindustrin.

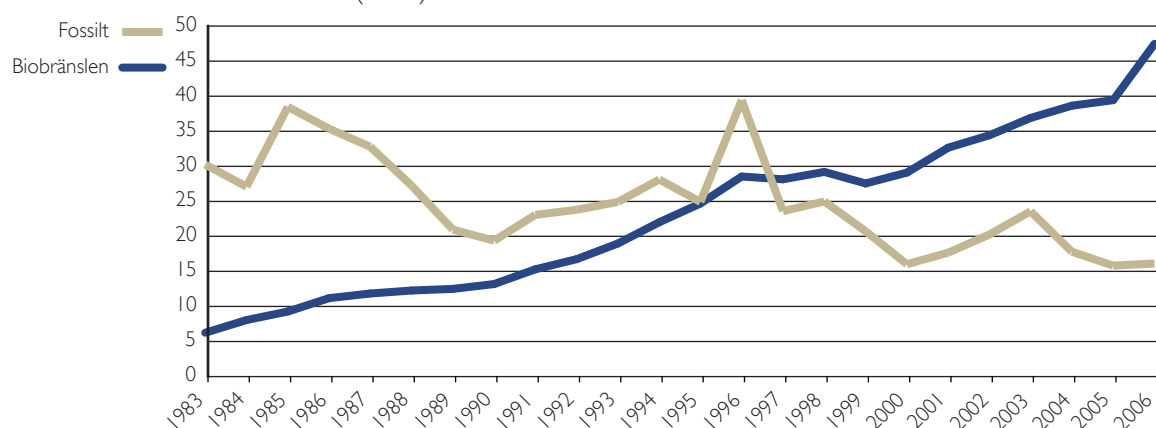
I denna bransch finns ett mycket starkt samband mellan ökad industriproduktion samt ökad användning av returlutar och trädbränslen. Införandet av koldioxidskatten år 1991 påverkade starkt bränslevalen inom värmeproduktionen i riktning mot ökad biobränsleanvändning, vilket framgår av figur 9. På senare år har även elcertifikatsystemet och EUs handel för utsläppsrätter inneburit en ökad introduktion av biobränslebaserad kraftvärme.

### Biobränslen i världen och EU

År 2005 stod världens biobränsleanvändning för cirka tio procent av den totalt tillförda energin (avfall inkluderat) [7]. En betydande del av denna användning utgörs av biobränslen som inte är prissatta på en marknad. Detta kan exemplifieras av att många människor i utvecklingsländerna är beroende av olika former av biobränsle för exempelvis matlagning. Biobränsleanvändningen inom EU-27 ökar men står i nuläget endast för cirka fem procent av den totalt tillförda energimängden.

Den internationella handeln med biobränslen berör främst förädlade produkter,

**Figur 9.** Använd mängd bio- och fossilbränslen för el- och värmeproduktion i Sverige 1983–2006 (TWh)



Källa: Energiläget i siffror 2007, Energimyndigheten.

exempelvis pellets, torv och etanol. Detta beror på att transportkostnaderna är för höga i förhållande till förädlingsvärdet för flertalet andra biobränslen.

Den globala pelletsproduktionen uppgår till omkring fyra miljoner ton varav cirka 70 procent produceras och handlas i Östernsregionen [8]. Denna region står också för närmare hälften av produktionen och användningen av bioenergi inom EU-25. Sverige är den största pelletsproducenten i Europa. Samtidigt importeras en del pellets, främst från Kanada och Baltikum.

Marknaden för flertalet biobränslesortiment är främst en nationell marknad, eller ännu mer lokal. Marknadsavgränsningen kan dock komma att förändras i och med EUs direktiv för förnybar energi. Direktivet kommer troligen att medföra en ökad biobränsleanvändning och förändrade handelsmönster i Europa. I analyser som gjorts kring möjligheter att uppfylla EUs mål för förnybar energi till 2020 är biobränslen centrala [9] [10]. Det innebär att marknadsvärdet för biobränslen ökar och att högre transportkostnader därmed också kan bli möjliga att bära. Även ökade priser på biobränslen är ett troligt scenario.

Världens produktion och användning av biodrivmedel i form av etanol och biodiesel har ökat mycket de senaste åren. Världproduktionen av etanol nästan fördubblades mellan år 2000 och 2005. De viktigaste producentländerna av etanol är Brasilien

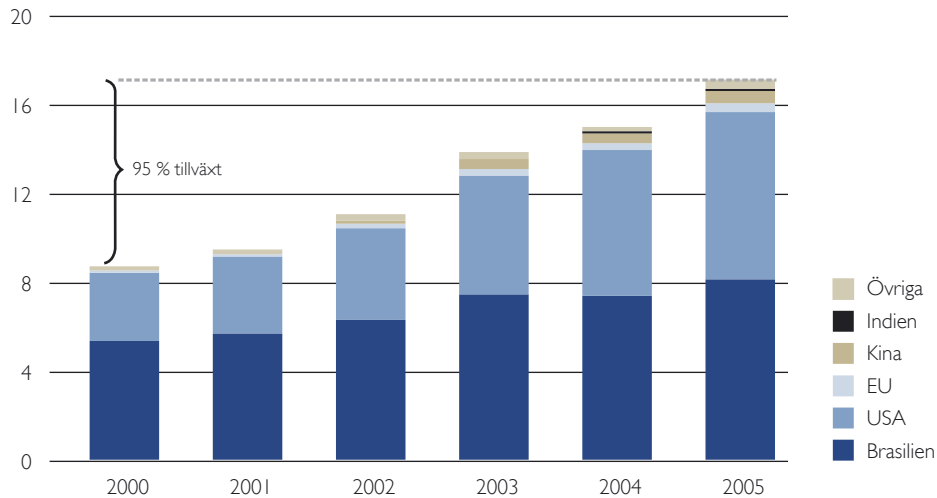
och USA, se figur 10. Den internationella produktionen av biodiesel är betydligt mer blygsam och domineras av Tyskland och Frankrike.

#### Kostnaden att producera etanol

Kostnaden, och även miljöegenskaperna, för att producera biodrivmedel varierar mycket och är beroende av insatsvara, process, marktyp och avkastning på biogrödan. Etanol baserat på sockerrör från Brasilien uppvisar de lägsta kostnaderna. I de modernaste anläggningarna är produktionskostnaden cirka två kronor per liter – sedan tillkommer fraktkostnader som till Sverige ligger på cirka 35 öre per liter [11]. Enligt IEA är sådan etanol konkurrenskraftigt gentemot bensin vid ett oljepris mellan 40 och 50 dollar per fat – men den exakta nivån i konsumentledet är naturligtvis beroende av bland annat skatter på bensin [12].

Etanol från majs (USA) eller sockerbetor (EU) uppvisar betydligt högre kostnader, omkring fem-sex kronor per liter [11]. Även biodiesel har betydligt högre kostnader än etanol från sockerrör. Den framtida utvecklingen av biodrivmedel är beroende av oljepriset, teknisk utveckling samt styrmedelsförutsättningar. Ett exempel på styrmedel som påverkar användningen av etanol och biodiesel är EUs förnybarhetsdirektiv som ställer krav på att andelen förnybar energi inom transportsektorn ska uppgå till minst 10 procent år 2020 för alla medlemsstater<sup>4</sup>.

**Figur 10.** Världsproduktionen av etanol (Mtoe\*)



\*Ton oljееkvivalent (toe) är en energienhet som motsvarar den mängd som frigörs när man eldar ett ton råolja. 1 Mtoe = 11,6 TWh

Källa: IEA Energy Technology Essentials (Januari 2007).

Ett ökat fokus på biomassa har lett till en både nationell och internationell debatt kring de ekonomiska, sociala samt miljömässiga konsekvenserna av en ökad användning och handel med biobränslen. Några av de viktigaste frågorna listas här:

- Ökad konkurrens om landareal mellan traditionellt jordbruk och skogsbruk
- Ökad konkurrens mellan industrins bioanvändning och användning av biobränslen för energiändamål
- Nettoeffekter för klimatet av att producera, omvandla samt transportera biodrivmedel jämfört med fossila bränslen
- Livsmedelssäkerhet i tredje världen
- Konsekvenser för biologisk mångfald, jorderosion samt vattenkvalitet.

Det ligger utanför ramarna att göra en fullständig analys av dessa frågeställningar här, men det går att peka på några viktiga aspekter. Omvandlingsförlusterna vid produktion av biodrivmedel är i normalfallet cirka 30–50 procent. Om biomassan istället används för förbränning (värmeproduktion) är omvandlingsförlusterna bara någon procent. Råder knapphet på biobränslen innebär det ett slöseri av resurser. I Sverige är den fossila bränsleanvändningen utanför

transportsektorn nästan försvunnen. Det är inte fallet i övriga Europa eller världen. I ett bredare perspektiv innebär detta troligen att det går att minska på den fossila energianvändningen till en lägre kostnad i andra länder än om det sker i den svenska transportsektorn.

<sup>4</sup>Enligt förslaget från rådet (datum) ska 5 procent komma från den så kallade andra generationens biodrivmedel.

# 6. Elmarknaden

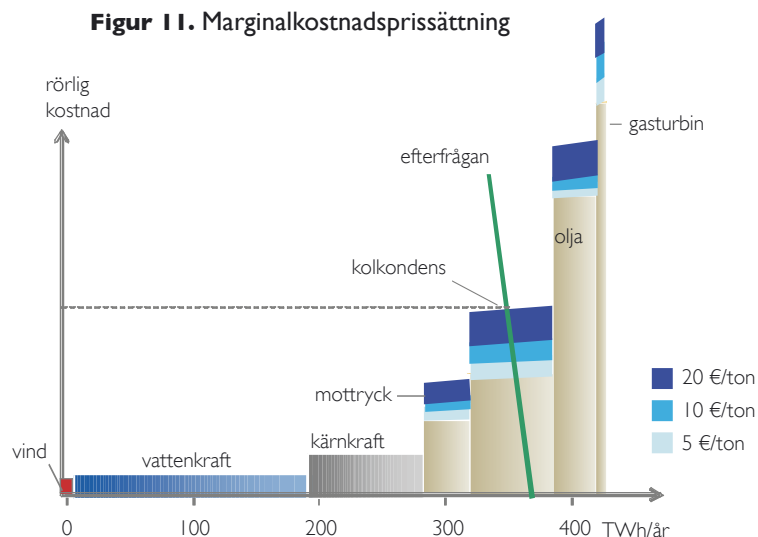
*Ett drygt decennium efter avregleringen av den svenska elmarknaden pågår nu ett arbete med att koppla samman den nordiska elbörsen Nord Pool med elbörser i nordvästra Europa. På sikt kommer det att leda till bättre prissättning och bättre konkurrens. Följande avsnitt beskriver också prissättningen på Nord Pool och hur dagens politiska mål att öka andelen förnybar energi kommer att påverka elmarknaden.*

Den svenska elmarknaden öppnades för konkurrens i januari 1996. Innan avregleringen präglades marknaden av en samarbetsregim mellan de stora producenterna. Det fanns då en slags producentintern marknad för utbyte av kraft baserat på kostnadsskillnader. Kunderna hade dock ingen tillgång till denna marknad, utan var hänvisade till sin leverantör. Priserna mot slutkunder sattes i praktiken utifrån genomsnittskostnaden och bestämdes i hög grad av statens avkastningskrav på Vattenfall. Producenterna fick ändå betalt för ny produktionskapacitet genom att deras kunder var inlåsta. Därför kunde man fördela investeringskostnaden på hela sin kundbas. Det innebar också att producenternas risk

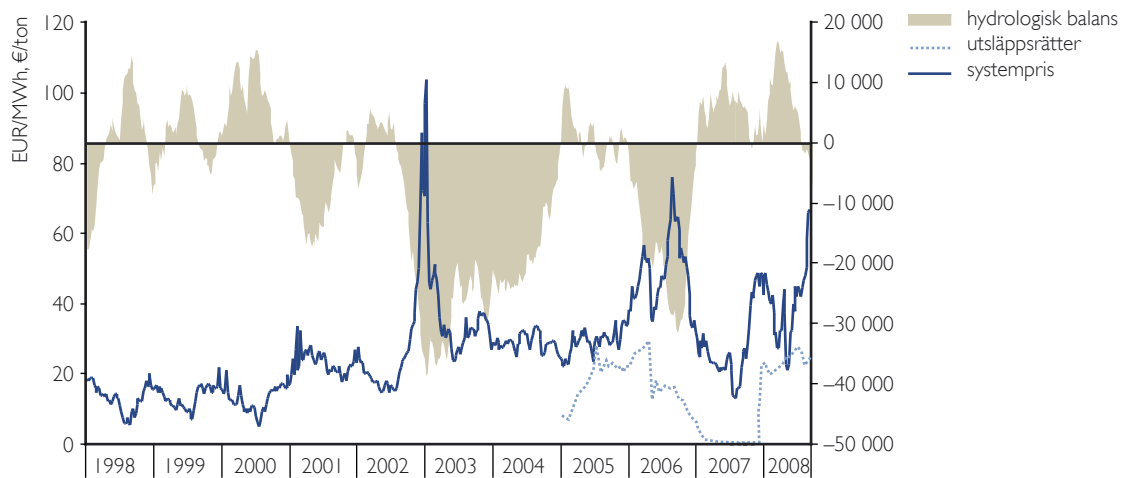
vid investeringar var mycket liten. Kostnaden för felinvesteringar fick helt enkelt bäras av kunderna.

## Prissättning på den nordiska elbörsen

På den avreglerade elmarknaden har samtliga kunder tillgång till marknaden och kan fritt välja leverantör. Elpriserna sätts på den gemensamma nordiska elbörsen, Nord Pool, utifrån de köp- och säljbud som lämnats in. Priset är ett jämviktspris så att köp- och säljbuden matchar varandra, det vill säga priset bestäms av det sista accepterade säljbudet. Säljbuden baseras i stort sett på marginalkostnaden för produktionen<sup>5</sup>. Det innebär att priset i varje timma bestäms av marginalkostnaden för



**Figur 12. Prisutveckling på Nord Pool (systempris) (euro/MWh)**



Källa: Nord Pool, Syspower.

den sista accepterade produktionsenheten under den timmen. Figur 11 illustrerar hur prisbildningen fungerar på årsbasis då kol-kraft utgör den marginella produktionen och därmed bestämmer priset.

Skillnaden mellan priset och den rörliga kostnaden för respektive anläggning ska bland annat täcka de fasta kostnaderna. På en marknad med fritt inträde innebär det långsiktigt att priset bestäms av de långsiktiga marginalkostnaderna, det vill säga den fulla kostnaden för att bygga ny kapacitet. Så länge priset är lägre än de långsiktiga marginalkostnaderna vill ingen investera och priset kommer då att stiga upp mot den nivån. Olika restriktioner för utbyggnad av produktionskapacitet innebär naturligtvis att priset måste stiga upp mot den långsiktiga marginalkostnaden för de tillåtna produktionsteknologierna.

#### Tillgång på vattenkraft styr elpris

För vattenkraften gäller att den samlade produktionen över en tid är begränsad av tillgången på vatten. Det innebär att vattenkraftproducenterna kommer att bjuda i sin produktion baserat på vad de förväntar sig att de kan få betalt i framtiden om de väljer att spara vattnet och inte producera idag. Med andra ord prissätts vattenkraften inte

utifrån den rörliga produktionskostnaden, utan utifrån sin alternativkostnad vilket i detta sammanhang benämns vattenvärde.

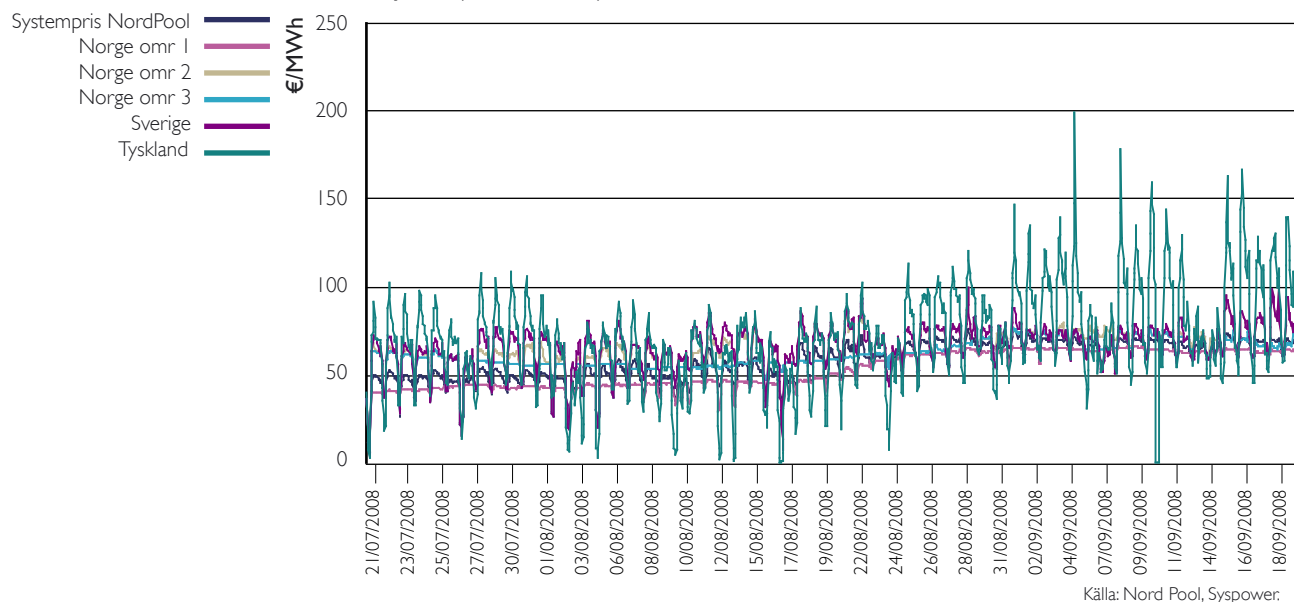
Eftersom vattenkraften är betydelsefull i det nordiska systemet är det naturligt att priset på el varierar beroende på tillgången på vatten. Det slår igenom eftersom minskad vattentillgång innebär att dyrare produktionsformer måste användas för att möta efterfrågan. Figur 12 visar prisutvecklingen på Nord Pool sedan 1998. Man kan tydligt se sambandet mellan elpriset och tillgången på vatten (hydrologisk balans). Från 2005 påverkar också handeln med utsläppsrätter elpriset och de stora variationerna som vi sett i priset på utsläppsrätter har också slagit igenom i elpriset i Norden. Det innebär inte att tillgången på vatten har försvunnit som prisdrivande faktor, utan bara att det tillkommit ytterligare en faktor.

#### Norden och Europa – snart gemensam elmarknad

Skapandet av den gemensamma nordiska marknadsplatsen Nord Pool var ett viktigt bidrag för att få till stånd en nordisk prissättning av el. Även innan hade ett visst utbyte av kraft skett mellan de nordiska länderna och det fanns en lång tradition av

<sup>5</sup>På en marknad med perfekt konkurrens är det rationellt att bjuda in sin produktion till den marginella produktionskostnaden. De studier av marknadsmakt på den nordiska elmarknaden som har gjorts pekar på att marknadsmakt är ett förhållandevis begränsat problem på den nordiska elmarknaden (se exempelvis Damsgaard, Skrede och Torgersen, "Exercise of Market Power in the Nordic Power Market", *Econ Working Paper 2007-003, Econ Pöry*).

**Figur 13. Elprisets variation i Norge, Sverige och Tyskland**  
(juni–september 2008)



samarbete. Det var dock först med Nord Pool som en gemensam prissättning, timme för timme, uppkom.

I dag pågår processer som går ut på att koppla samman den nordiska marknaden med kontinenten, genom så kallad marknadskoppling. Samma processer pågår på kontinenten där Frankrike, Belgien och Nederländerna redan har kopplats samman. Det innebär att inom en inte alltför avlägsen framtid uppstår i praktiken en gemensam elmarknad som åtminstone täcker Norden samt nordvästra Europa (det vill säga Frankrike, Belgien, Nederländerna och Tyskland).

Genom att elbörserna kopplas samman fungerar prissättningen bättre. Det leder exempelvis till att överföringskapaciteter mellan marknadsområdena utnyttjas bättre och att konkurrensen på marknaden fungerar.

Marknadskopplingen innebär inte att priserna nödvändigtvis utjämnas mellan marknadsområdena. I dagsläget har vi prisskillnader mellan de nordiska länderna när överföringskapaciteterna inte är tillräckliga (Norge och Danmark är i sig uppdelade i flera prisområden). Även med en marknadskoppling mellan Norden och kontinenten kommer priserna att kunna

vara olika. En fullständig prisutjämnning kräver en utbyggnad av överföringsförbindelserna så att prisskillnaderna elimineras.

#### Elhandeln mellan Sverige, Norge och Tyskland

Handel mellan olika områden beror inte enbart på skillnader i genomsnittlig prisnivå mellan områdena. Istället drivs ofta handeln mellan Norden och kontinenten av skillnader i prisvariationen i de olika områdena. Figur 13 visar prisvariationen timme för timme i Sverige, Norge och Tyskland under två månader, från mitten av juli till mitten av september 2008. Det framgår tydligt att prisvariationen är avsevärt större i Tyskland jämfört med Norden. Det beror på att vattenkraften i det nordiska systemet kan sparas över tid och användas när efterfrågan är som högst. I Tyskland måste istället dyrare kraftverk startas när efterfrågan är hög. Å andra sidan faller priserna rejält när efterfrågan är lägre, exempelvis nattetid. Det innebär att priset i Tyskland på några timmar kan variera mellan 200 euro per megawattimme (det vill säga cirka två kronor per kilowattimme) och noll. Priserna i Norden är betydligt jämnare.

De här skillnaderna ger underlag för handel. Handelsflödena varierar mycket från timme till timme med export från Norden till Tyskland vissa timmar och import andra

timmar. Typiskt sett importerar det vattenkraftdominerade Norden under tidsperioder av låga laster och exporterar under timmar av hög last. Även om Norden har ett genomsnittligt lägre pris än Tyskland så behöver inte handel innebära en högre prisnivå totalt sett. Istället utnyttjar man den samlade produktionen bättre. Vi i Norden kan dra nytta av mycket billiga anläggningar i Tyskland under låglasttimmar, medan tyskarna slipper dra igång vissa anläggningar med väldigt höga kostnader vid höglast.

#### Mer biobränsle får konsekvenser

De nuvarande politiska målen – både i Sverige och Europa – innebär en kraftig utökning av förnybar energi. Målet som har föreslagits för Europa är att 20 procent av energiförbrukningen ska komma från förnybara energikällor. På europeisk nivå skulle det motsvara omkring 34 procent av elproduktionen. Det är en mycket kraftig ökning jämfört med dagens nivåer och det kommer att påverka marknaden.

I Norden har vi redan stora inslag av förnybar elproduktion, främst i form av storskalig vattenkraft. En ökning av den förnybara produktionen innebär ökade

inslag av produktion som inte svarar på marknadssignaler – priser – i någon större utsträckning. Produktion av vindkraft är till exempel beroende av vindhastighet. Om det blåser och efterfrågan är låg kan priset snabbt falla till noll. Men om det inte blåser och efterfrågan är hög kan priset istället bli mycket högt. Redan i dagsläget förekommer en hel del timmar med nollpriser i exempelvis Danmark, och det kommer att öka och spridas. Den biobaserade elproduktionen kommer bland annat från massabruk. Där är el i princip en biprodukt och elproduktionen påverkas inte av om elpriset är högt eller lågt. Det ska jämföras med bioeldade kraftvärmeverk där efterfrågan på värme istället är viktig för produktionen.

De ökade inslagen av förnybar elproduktion innebär därför att man bör förvänta sig större prisvariationer, men det kommer också att krävas reservkraft och utbyggnad av överföringsförbindelser för att kunna hantera större inslag av förnybar elproduktion.

## Utsläppsmarknaden – europeisk och global

# 7.

*Kyotoprotokollets flexibla mekanismer, Clean Development Mechanism (CDM) och Joint Implementation (JI) har givit upphov till en internationell marknad för handel med utsläppsrätter. Det europeiska handelssystemet för utsläppsrätter är den största handelsplattformen i världen, varför avsnittet koncentreras till den europeiska marknaden.*

Den europeiska utsläppshandeln är utan konkurrens den dominerande handelsplattformen för utsläppsrätter. Det finns också andra marknader för handel med utsläppsrätter, bland annat i New

South Wales i Australien samt en frivillig marknad på Chicago Climate Exchange. I tillägg finns marknader för så kallad projektbaserad handel (CDM/JI). Eftersom det är möjligt att, med vissa begränsningar,

importera CDM- och JI-krediter till det europeiska handelssystemet uppstår en viss priskoppling mellan dessa marknader.

Det europeiska systemet för handel med utsläppsrätter, EU ETS, sjuöskades den 1 januari 2005. Den första handelsperioden sträckte sig fram till 2007. Vi är nu inne i den andra handelsperioden, 2008–2012, som också överensstämmer med åtagandeperioden under Kyotoprotokollet. Hittills har merparten av tilldelningen skett gratis, även om det har funnits mindre inslag av auktionering. Under den andra handelsperioden fick heller inte energianläggningar i Sverige någon gratis tilldelning, utan måste köpa sina utsläppsrätter på marknaden.

#### Pris på koldioxid styr elproduktionen mellan gas och kol

Utsläppsprisets utveckling påverkar valet av bränsle i elproduktionen. Förändringar i priset på utsläppsrätter drivs därför delvis av vilket pris som krävs för att byte ska ske till ett bränsle som orsakar lägre utsläpp. Med ett kortsiktigt bränslebyte avses inte nödvändigtvis att en anläggning rent fysiskt byter bränsle – även om det finns elproduktionsanläggningar som kan använda flera olika bränslen. Det kan också avse att elproducenter ändrar tillgängligheten i sina olika anläggningar. Det gäller exempelvis elproducenter som har en park

### FAKTA Europeisk utsläppshandel, EU ETS

EU ETS omfattar större energi- och industri-anläggningar vars utsläpp motsvarar cirka femtio procent av de samlade utsläppen av koldioxid i Europa. Varje anläggning tilldelas en mängd utsläppsrätter, som man sedan kan använda antingen för att täcka upp för sina egna utsläpp eller sälja till andra som behöver ytterligare utsläppsrätter.

med naturgaskombi- (CCGT) och kolkondensanläggningar i olika åldersklasser och därmed olika verkningsgrader. Ett ökat utsläppspris kan i detta fall mötas genom att minska produktionen i de äldre kolkondensverken och samtidigt öka produktionen i naturgaskombianläggningarna.

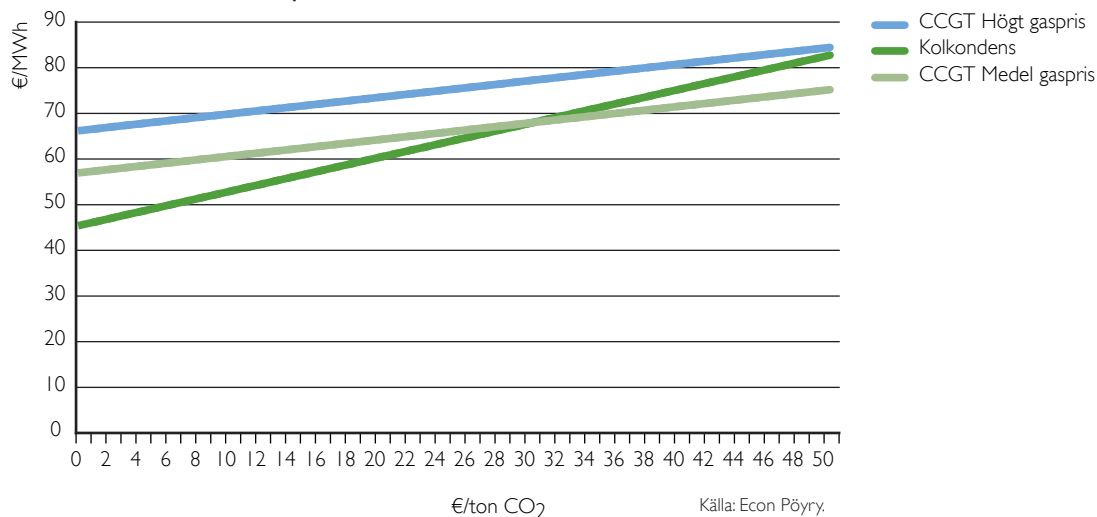
På lång sikt, det vill säga när producenterna står i begrepp att investera i ny elproduktion, påverkas valet av bränsle av de totala kostnaderna för en ny anläggning. De totala kostnaderna påverkas av kapitalkostnader, rörliga kostnader bränslekostnader, koldioxidpriser samt verkningsgraden. Figur 15 visar långsiktiga marginalkostnader för ny kolkondens samt ny gaskraft med olika priser på koldioxidutsläppen.

**Figur 14.** Volym och värde av utsläppshandeln

Marknad	2006		2007	
	Volym (Mt CO <sub>2</sub> ek)	Värde (milj \$)	Volym (Mt CO <sub>2</sub> ek)	Värde (milj \$)
<b>Utsläppsrättsbaserad handel</b>				
EU ETS	1 104	24 436	2 061	50 097
New South Wales	20	225	25	224
Chicago Climate Exchange	10	38	23	72
<b>Summa utsläppsrättsbaserad handel</b>	<b>1 134</b>	<b>24 699</b>	<b>2 109</b>	<b>50 394</b>
<b>Projektbaserad handel</b>				
CDM, primärmarknad	537	5 804	551	7 426
CDM, andrahandsmarknad	25	445	240	5 451
JI	16	141	41	265
Övrigt (inkl. frivilliga marknader)	33	146	42	265
<b>Summa projektbaserad handel</b>	<b>611</b>	<b>6 536</b>	<b>874</b>	<b>13 641</b>
<b>Totalt</b>	<b>1 745</b>	<b>31 235</b>	<b>2 938</b>	<b>64 035</b>

Källa: Cappor och Ambrosi (2008), State and Trends of the Carbon Market 2008, Världsbanken maj 2008.

**Figur 15.** Långsiktig marginalkostnad för kol- och gaskraftverk vid olika koldioxidpriser



Figur 16 visar utvecklingen i priset på utsläppsrätter inom EU ETS. Figuren visar för det första att priserna har varit mycket volatila. När systemet sätts i januari 2005 låg priserna på mellan fem och tio euro per ton koldioxid och steg sedan snabbt upp mot nivåer kring 30 euro per ton under sommaren 2005. När systemet startade 2005 hade den slutliga tilldelningen av utsläppsrätter ännu inte avslutats. Enbart några få länder hade lämnat in sina nationella allokeringssplaner i tid och beslutet från EU-kommissionen blev därmed också försenade. Handeln blev alltså baserad på förväntningar om den framtida tilldelningen, och handelsvolymerna var också relativt små.

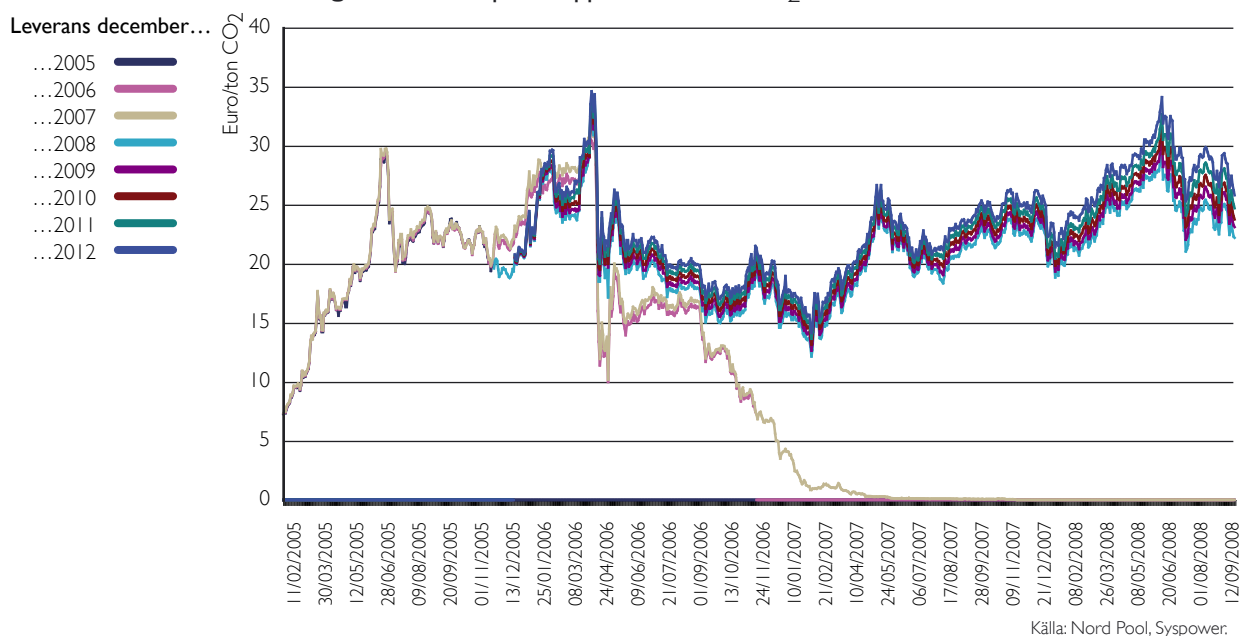
#### Priset på koldioxid går upp och ner de första åren

Prisökningen under våren 2005 drevs i betydande utsträckning fram av minskningar i tilldelningen, i första hand för Italien och Polen. Den allmänna uppfattningen var att det skulle råda ett underskott på utsläppsrätter. När också olje- och kolpriserna steg, drev det ytterligare upp priserna på utsläppsrätter eftersom det höjde kostnaderna för att byta från kol till gas som bränsle. Pristoppen sommaren 2005 hängde samman med en kraftig uppgång i gaspriserna i Storbritannien. När gaspriserna gick ner, föll även priset på utsläppsrätter och stabiliserade sig för en tid på en nivå kring 20–25 euro. I början av 2006

började priserna stiga igen. Ursprungligen reagerade marknaden på en tid av torrt väder i södra Europa, vilket minskade vattenkraft- och kärnkraftproduktionen. Att vattenkraftproduktionen i de nordiska länderna samtidigt nådde rekordnivåer, verkade marknaden åtminstone inledningsvis inte reagera på.

#### Priset faller kraftigt 2006–2007

I maj 2006 släppte EU officiellt verifierade utsläppssiffror, som visade utsläppen från anläggningar som omfattades av handelssystemet. De totala utsläppen av koldioxid uppgick till 2 052 miljoner ton under 2005, en siffra som kan jämföras med tilldelningen på 2 078 miljoner ton. De samlade utsläppen var lägre i samtliga sektorer som omfattades av systemet. För de flesta analytiker kom överskottet som en överraskning och priset på utsläppsrätter föll nästan omedelbart, från närmare 30 euro per ton i slutet av april 2006 till cirka 15 euro per ton i mitten av maj. Marknaden reagerade med andra ord relativt snabbt på den nya informationen. Därefter skedde ett successivt prisfall. Marknaden var omogen och det fanns fortfarande en risk för att det skulle uppstå en brist på utsläppsrätter sett över hela perioden 2005–2007. Under hösten 2006 började dock överskottet nå marknaden. När data för 2006 års utsläpp offentliggjordes och visade ett likartat överskott, hade priset på utsläppsrätter fallit till under en euro per ton CO<sub>2</sub>. Mot

**Figur 16.** Priser på utsläppsrätter, €/ton CO<sub>2</sub>

slutet av 2007 var priset för utsläppsrätter för den första perioden nere under 0,1 euro per ton koldioxid.

Figur 16 visar den tydliga skillnaden mellan de två handelsperioderna (2005–2007 respektive 2008–2012). Priserna de olika åren inom en och samma handelsperiod följer varandra nära – skillnaden är i prin-

cip bara en räntefaktor. Däremot uppstod en tydlig prisskillnad mellan perioderna när marknaden insåg att det skulle vara ett överskott på utsläppsrätter för den första handelsperioden – med vetskap om att överskott inte kunde sparas till nästa handelsperiod.

# 8.

## Framtida samband mellan energimarknader

*Det är möjligt att tänka sig ett antal olika scenarier för framtidens energimarknader. Interaktionen mellan de olika marknaderna består hur som helst. Av allt att döma kommer fossila bränslen att vara viktiga även i framtiden, både i Europa och globalt, även om förnybar energiproduktion troligen också ökar i betydelse.*

### Scenario I.

#### Högt gaspris och tuff klimatpolitik

När det gäller fossila bränslen är ett möjligt scenario att den historiska prislänken mel-

lan olja och naturgas bibehålls och att naturgasen då prissätts genom en matematisk formel. Samtidigt har vi en i det närmaste perfekt fungerande global marknad för kol. De framtida oljepriserna är naturligtvis

osäkra, men vid höga oljepriser ger det ett högt pris även på naturgas. Det innebär i sin tur att gas inte skulle vara konkurrenskraftig mot kol när det gäller elproduktion – såvida inte vi kommer att se mycket höga priser på utsläppsrätter. Med en europeisk klimatpolitik som driver mot betydande minskningar av koldioxidutsläpp leder det sannolikt till höga utsläppspriser, som i sin tur smittar av sig till höga elpriser.

### Scenario 2.

#### Hård konkurrens på gasmarknaden

Ett alternativt scenario skulle vara en fungerande "gas-till-gas-konkurrens" med lägre gaspriser som följd. Det scenariot skulle kunna bli verklighet om det sker en stor introduktion av flytande naturgas, LNG, på den europeiska marknaden, möjligen i kombination med en svacka i den ekonomiska utvecklingen. En sådan utveckling skulle kunna leda till ett överskott på gas, ökad likviditet på gasbörserna samt ett lägre gaspris och därmed ett lägre elpris.

En variant på det scenariot är att gasen framöver kommer att prissättas så att den blir konkurrenskraftig på elmarknaden gentemot kol. Gaspriset kommer då i hög utsträckning att bestämmas av hur restriktiv klimatpolitiken är. Vid en mer restriktiv klimatpolitik stiger priset på utsläppsrätter, vilket möjliggör ett högre gaspris – givet ett visst kolpris.

### Scenario 3.

#### Storskalig förnybar energiproduktion

En storskalig introduktion av förnybar el- och värmeproduktion skulle dels leda till en minskad efterfrågan på bland annat gas och kol i Europa, vilket troligen pressar ner priserna. Dels skulle en ökning av mängden förnybar produktion ha en dämpande effekt på priset på utsläppsrätter. Det skulle kunna sätta ytterligare press på gaspriset – för att hålla det konkurrenskraftigt gentemot kol även vid ett lägre pris på utsläppsrätter. Sammantaget skulle detta också pressa ned elpriset, vilket kan bidra till en ökad efterfrågan på el.

Det innebär dock inte att det är gratis med en stor ökning av förnybar energiproduktion. Den förnybara energiproduktionen kräver i stor utsträckning subventioner för att bli lönsam för investerarna. Dessa

subventioner måste betalas av någon; i slutändan antingen av kunderna eller av skattebetalarna.

### Transportsektorn påverkar energimarknaderna

I Sverige svarar transportsektorn för den absoluta merparten av användandet av fossila bränslen. Trenden med ökad användning av fossila bränslen inom transportsektorn kommer troligen att förändras. I dagsläget råder stor osäkerhet kring vilken eller vilka teknologier som tar över. Dagens bibränslesatsning är kanske inte långsiktigt hållbar i ett större perspektiv, även om stora förhoppningar knyts till den så kallade andra generationens biodrivmedel. Bränsleceller är ett annat alternativ, men det är egentligen bara en energibärare. Energin för bränslecellerna måste produceras någonstans och miljöegenskaperna är då beroende av hur den produktionen ser ut. Det är dock något som kan bidra till en ökad efterfrågan på el. Ett tredje alternativ är elbilar (eller så kallade plug in-hybrider). En omfattande bibränslesatsning inom transportsektorn skapar konkurrens dels med andra energianvändare men troligen också med andra användningsområden. Konkurrens kan också uppstå om markanvändningen. Bränsleceller och elbilar innebär att utsläppen från transportsektorn kan bli mycket låga, men effekten beror på hur energin produceras. Detta kan dock driva på mot en ökad efterfrågan av exempelvis el.

### Slutsats

Oavsett vilket av scenarierna som inträffar visar det att interaktionen mellan gasmarknad, kolmarknad och marknaden för utsläppsrätter, och kanske också oljemarknaden, kommer att kvarstå. Under förutsättning att man lyckas nå nya globala överenskommelser om att minska utsläppen av växthusgaser, är det troligt att marknader för handel med utsläppsrätter successivt växer fram och kopplas till varandra, så att en global utsläppsmarknad växer fram.

# 9. Styrmedel och marknadsstruktur

*Det är inte säkert att åtgärder för att minska oljeanvändning samtidigt innebär en effektiv global klimatpolitik. Följande avsnitt diskuterar hur en svensk – eller europeisk – klimatpolitik påverkar pris och efterfrågan på de internationella marknaderna för olja och kol.*

Figur 17 ger en schematisk bild av det långsiktiga utbudet och efterfrågan på kol. Marginalkostnaden kan förväntas vara relativt konstant. Införandet av en skatt, eller någon annan form av pris på utsläpp, innebär att marginalkostnaden för köparna höjs. Beroende på efterfrågans priskänslighet innebär det att den efterfrågade volymen kommer att minska. Hur priskänslig efterfrågan är beror i stor utsträckning på tillgänglighet och kostnader för substituten.

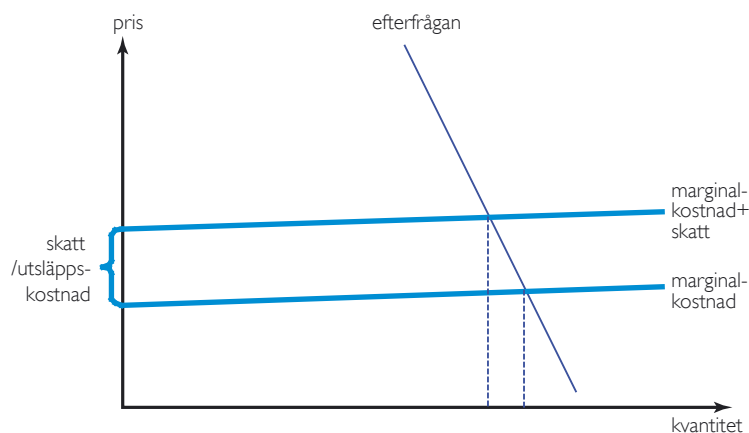
## Påverkan på oljemarknaden

Om vi betraktar oljemarknaden kan situationen vara annorlunda. Det finns förvisso vitt skilda uppfattningar kring hur stor tillgången på olja är. Radetzki [13] redovisar en bild byggd på uppgifter från IEA som visar att oljeresurserna upp till en prisnivå på

40 dollar per fat är mycket stor. Mot detta ställs debatten kring peak oil. Vi går inte djupare in på diskussionen här, men om oljan är mer knapp än kolet, skulle man kunna tänka sig en situation som illustreras i figur 17. Beroende på hur stor efterfrågan är, kommer efterfrågekurvan att skära utbudskurvan för olja antingen i en mer flack del (situationen är då mer lik den för kol) eller i en brantare del. Ju brantare lutning utbudskurvan har, desto mindre blir effekten på volymen om en skatt införs. Extremexemplet skulle vara en situation där det långsiktiga utbudet är helt fast. En skatt skulle då inte ha någon effekt på kvantiteten. Även om en åtgärd infördes globalt, skulle det enbart ske en prisförändring.

Med en regional åtgärd i Europa och ett relativt stabilt långsiktigt utbud på olja, skulle

**Figur 17.** Långsiktig utbud och efterfrågan på kol, schematisk bild



den volym som inte efterfrågas i Europa istället komma att bjudas ut på marknaderna utanför Europa. Om endast en region inför en utsläppsskatt eller använder andra styrmedel för att minska användningen av olja, kan det innebära att oljeanvändningen inte minskar totalt sett utan enbart flyttar till andra regioner. Nationella eller regionala policyåtgärder skulle då kunna bli i det närmaste verkningslösa.

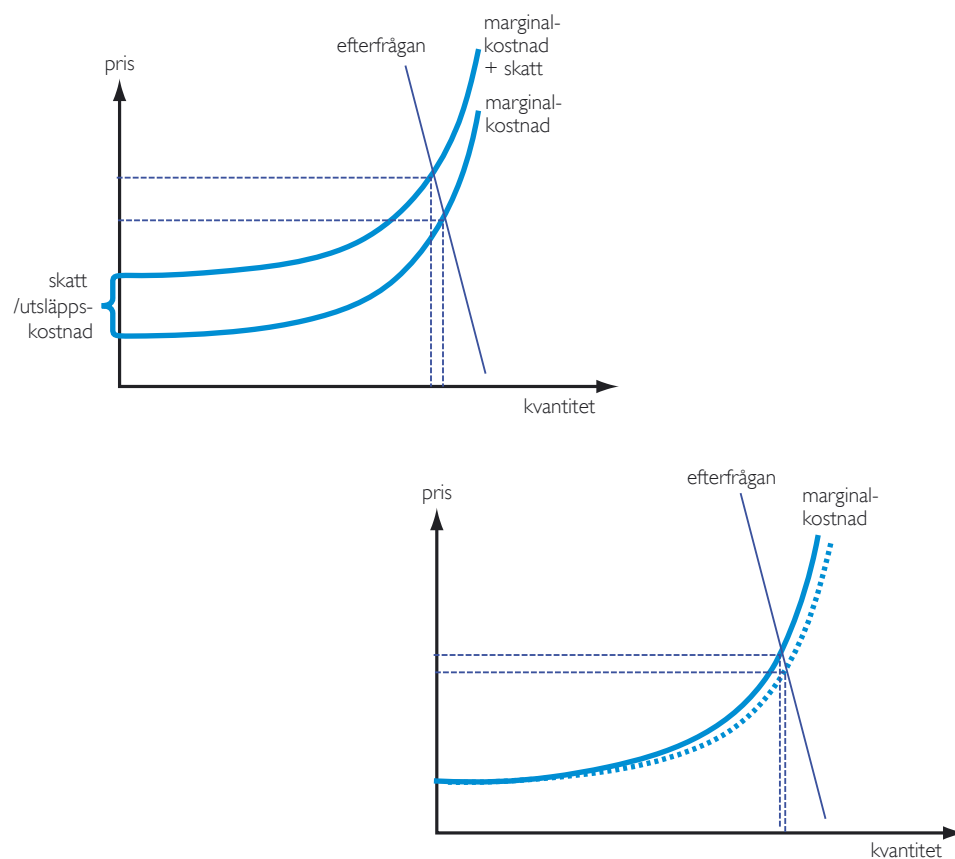
### Slutsatser

Givet de antaganden som ligger bakom resonemanget ovan skulle man kunna tänka sig en situation där det är effektivt för ett enskilt land eller region att införa en skatt på utsläppen från kol – kolanvändningen globalt sett skulle faktiskt minska. För oljan skulle det dock se annorlunda ut. Om utbudet på olja är mer begränsat innebär det troligen i sig att volymeffekten av en given prisförändring blir mindre. På kortare sikt kan kartellstrukturen på

oljemarknaden också förstärka effekten ovan. Aktörer som har marknadsstyrning kan förväntas anpassa sin prissättning, av rent vinstmaximerande skäl, så att den faktiska skattebelastningen i viss utsträckning delas mellan köpare och säljare. Det innebär att en beskattning av oljeprodukter, som omfattar en betydande del av efterfrågan globalt, kan betyda en omfördelning mellan oljeproducerande och oljeimporterande länder – regeringarna i de oljeimporterande länderna får ta del av "monopolvinsterna" genom beskattningen.

Ovanstående resonemang innebär inte att man ska behandla kol och olja när det gäller beskattning av koldioxidutsläpp eller inom ramen för utsläppshandelssystemet. Det skulle leda till ett mindre effektivt system. Däremot är det inte säkert att åtgärder för att minska oljeanvändningen nödvändigtvis är effektiva klimatpolitiska åtgärder ur ett internationellt perspektiv.

**Figur 18.** Långsiktigt utbud och efterfrågan på olja, schematisk bild



## 10.

## Avslutande kommentarer

*De senaste decennierna har inneburit en stor förändring på energimarknaderna, framförallt i form av ökade marknadsinslag och ökad betydelse för miljöaspekter. Detta avslutande avsnitt diskuterar vilken effekt olika styrmedel kan ha för att uppnå politiska målsättningar det närmaste decenniet.*

Energimarknaderna formar ett komplext samspel. Vanliga faktorer som tillgång på olika energislag, kostnader för utvinning och framställning av olika typer av energi och efterfrågeutvecklingen är viktiga. På grund av skillnader i de olika energislagen, exempelvis marknadsstruktur, fungerar också marknaderna olika. Marknaderna slår ändå igenom och påverkar normalt sett varandra. Till följd av energins viktiga betydelse i den moderna ekonomin är också energi en del av ett storpolitiskt spel, vilket ytterligare komplicerar situationen.

### Ökade marknadsinslag – men också subventioner

Under de senaste två decennierna har trenden gått mot ökade marknadsinslag inom energisektorn. Konkurrensutsättningen av elmarknaderna är kanske det tydligaste exemplet ur ett svenskt perspektiv. Marknaderna fungerar dock olika väl. Den nordiska marknadsplatsen för el, Nord Pool, är välutvecklad och den kortsiktiga konkurrensen på den nordiska elmarknaden fungerar också relativt väl – det finns emellertid restriktioner för olika typer av nyinvesteringar vilket påverkar prinsnivån. Graden av konkurrens på elmarknader runt om i Europa varierar och på många andra håll i världen är marknadsinslagen begränsade.

Särskilt i utvecklingsländer är subventionering av energianvändningen omfattande. I 19 länder utanför OECD, som sammanlagt svarar för över 80 procent av energiefterfrågan utanför OECD, uppskattar IEA att energisubventionerna uppgick till cirka 300 miljarder dollar år 2007. De länder-

med högst energisubventioner är typiskt sett också de med den största ökningen i energianvändningen.

### Ökad betoning på miljöaspekter

Utöver ökade marknadsinslag, är den stora förändringen på senare år att en ökad betoning läggs på miljöaspekter – i första hand växthuseffekten och utsläpp av koldioxid. I någon mening gäller detta globalt, men det är särskilt i Europa som detta har fått genomslag. Den europeiska politiken med att bland annat prissätta utsläpp går naturligtvis i rakt motsatt riktning till de omfattande energisubventionerna i andra delar av världen. När en ökad vikt läggs på miljöaspekterna tillkommer ökad politisk styrning, vilket kan påverka både marknadernas funktion och resultat, i form av priser och kvantiteter. Hur funktionen påverkas beror i hög grad på vilken typ av styrmedel som används.

### Olika slags styrmedel

Ett styrmedel som handel med utsläppsrätter, eller en koldioxidskatt, sätter ett pris på utsläppen som aktörerna måste ta hänsyn till. Men det förändrar inte nödvändigtvis marknadens grundläggande funktionssätt. Handel med utsläppsrätter innebär att en ny marknad tillkommer och det är viktigt att denna marknad fungerar bra. Den här typen av styrmedel påverkar naturligtvis kostnaden för olika energislag – det är själva syftet. Det betyder i sin tur förändrade priser. Rätt utformade är detta dock styrmedel som man kan förvänta ger incitament till att nå målen på ett kostnadseffektivt sätt.

Andra styrmedel är mer marknadsingripande och försöker direkt påverka sammansättningen i energiproduktionen. Subventionering av miljöbilar i Sverige är ett sådant exempel. På europeisk nivå pågår för närvarande diskussionerna kring EUs så kallade 20-20-20 mål, det vill säga att till år 2020 minska utsläppen av koldioxid med 20 procent, att uppnå 20 procents andel förnybar energi, samt att öka energieffektiviteten med 20 procent.

Om målet enbart är att minska utsläppen av koldioxid, skulle det marknadskonforma – och kostnadseffektiva – sättet att uppnå målet vara att prissätta utsläppen av koldioxid. De energipolitiska målen är dock bredare och är också motiverade av en oro för Europas importberoende för exempelvis gas.

### Både utsläppsmål och mål om förnybar energi

Avgränsat till klimatmålet kan man fråga sig om det är motiverat med att, i tillägg till utsläppsmålet, också ha ett mål på förnybar energi. Det är en fråga som troligen inte har ett glasklart svar. Det finns åtminstone ett problem att enbart ha ett utsläppsmål. Investeringar i energiproduktion är mycket långsiktiga och de val som görs idag får vi leva med under många år framöver. Genom att sätta långsiktiga mål för utsläppsminskningar, vilket kan ge marknadsaktörerna en uppfattning om den framtida prisutvecklingen för utsläppsrätter, borde investeringar redan idag påverkas. Problemet är om politikerna inte på ett trovärdigt sätt kan sätta den typen av långsiktiga mål och att man därför inte får den önskade effekten på investeringar.

Det kan också finnas fördelningsmässiga hänsyn. Målet om förnybar energi påverkar priset på utsläppsrätter genom att sänka efterfrågan på utsläppsrätter<sup>6</sup>. Det sänker i sin tur kostnaderna för den europeiska energiintensiva industrin. Samtidigt är det inte ett kostnadseffektivt sätt att minska utsläppen, och kostnaderna måste bäras av de som betalar subventionerna till den förnybara produktionen.

Oavsett om det är motiverat att också ha ett mål för förnybar energi eller inte, är det också möjligt att införa den typen av mål på mer eller mindre marknadskonforma sätt. Hårda styrningar mot vissa teknologier eller geografisk placering leder normalt sett till högre kostnader för att uppnå målet, medan mer marknadskonforma styrmedel gör att även ett sådant mål kan uppnås till en lägre kostnad.

Enligt flera analyser sänker förnybarmålet priset på utsläppsrätter med cirka tio euro per ton koldioxid (se bland annat EU-kommissionens ”Impact Assessment” och en kommande studie från Pöyry Energy Consulting).

<sup>6</sup> Enligt flera analyser sänker EUs mål för förnyelsebara bränslen priset på utsläppsrätter med cirka 10 euro per ton koldioxid, se bland annat EU-kommissionen (2007), *Impact assessment of the renewable energy roadmap*.

## REFERENSER

- [1] Energimyndigheten (2006), *Oljans ändlighet - Ett rörligt mål*, ER 2006:21
- [2] British Petroleum (2008), *BP Statistical Review of World Energy 2008*
- [3] Jaccard, Mark (2005), *Sustainable Fossil Fuel. The Unusual Suspect in the Quest for Clean and Enduring Energy*, Cambridge University Press
- [4] Kolinstitutet (2007), *Kolåret 2006-2007* ([www.kolinstitutet.se](http://www.kolinstitutet.se))
- [5] Stern, Jonathan (2007), *Is There A Rationale for the Continuing Link to Oil Product Prices in Continental European Long-Term Gas Contracts?*, NG 19, Oxford Institute For Energy Studies
- [6] IEA (2008), *Development of Competitive Gas Trading In Continental Europe*
- [7] IEA (2005), *Energy balances for World* ([www.iea.org](http://www.iea.org))
- [8] Alakangas et al, VTT (2007), *Biomass Fuel Trade in Europe*
- [9] EU-kommissionen (2007), *Impact assessment of the Renewable Energy Roadmap, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament*
- [10] Pöyry Energy Consulting (2008), *Compliance Costs for Meeting the 20 % Renewable Energy Target in 2020*
- [11] Kågeson, Per (2007), *Vilken framtid har bilen? En analys av vägtrafiken*, SNS Förlag
- [12] IEA (2007), *Biofuel Production, IEA Energy Technology Essentials No 2*
- [13] Radetzki, Marian (2008), *Globala energitrender och problem att tillgodose energibehoven*, IVA



# ENERGIMARKNADER

Hur utformar man effektiva styrmedel för att nå energi- och miljöpolitiska målsättningar? En avgörande faktor är att förstå hur de olika energimarknaderna ser ut och fungerar.

Rapporten beskriver dagens marknader för olja, kol, naturgas, biobränsle, el och utsläppsrätter men också hur dessa marknader samverkar på ett ofta komplext sätt. Dessutom diskuteras möjliga framtidsscenarier.



KUNGL. INGENJÖRSVETENSKAPSÅKADEMIEN

*Vägval energi finansieras av*



Forskningsrådet för miljö, areella näringar  
och samhällsbyggande, Formas

ÅNGPANNEFÖRENINGENS  
FORSKNINGSSTIFTELSE

