



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Bengt Johansson, Daniel K. Jonsson, Malin
Östensson

Energisäkerhet och energirelaterade beroenden på kort och lång sikt

En pilotstudie

Omslagsbild: Ola Torkelsson, Scanpix

Titel	Energisäkerhet och energirelaterade beroenden på kort och lång sikt
Title	Energy security and energy related dependencies
Rapportnr/Report no	FOI-R--2979--SE
Rapporttyp/Report Type	Användarrapport/ User report
Månad/Month	April
Utgivningsår/Year	2010
Antal sidor/Pages	169 p
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten/MSB
Projektnr/Project no	E11449/E15125
Godkänd av/Approved by	Eva Mittermaier/ Göran Kindvall
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Försvarsanalys	Division of Defence Analysis
164 90 Stockholm	SE-164 90 Stockholm

Förord

Denna pilotstudie är resultatet av ett projekt som har haft som syfte att ge en bred överblick över området energisäkerhet och energiberoenden och att identifiera områden som kan vara särskilt intressanta för fortsatt forskning. Projektet har samfinansierats av Försvarsmakten och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Ett värdefullt bidrag kring beslutsfunktioner och ansvarsförhållanden inom EU har erhållits av David Harriman. Bidraget redovisas som appendix till rapporten.

Vi har fått värdefulla synpunkter på utkast på rapporten av Georg Fischer, Johan Askerlund, Ylva Ericsson, Göran Kindvall, Eva Mittermaier, samt seminariedeltagare från Energi- och miljösäkerhetsgruppen på FOI:s avdelning för Försvarsanalys.

Författarna

Sammanfattning

I denna pilotstudie diskuteras olika sätt att förhålla sig till begreppen energisäkerhet och energiberoenden. Dagens och framtida energiberoenden beskrivs översiktligt.

Begreppet energisäkerhet kan i vid betydelse inkludera bl.a. teknisk säkerhet, försörjningstrygghet och energins koppling till säkerhetspolitik. Så gott som samtliga verksamheter i samhället är på något sätt beroende av funktioner och tjänster som kräver energi. Indirekt är alltså samhället beroende av ett fungerande energisystem i sin helhet, d.v.s. tekniker och organisation för fungerande distribution, omvandling och förädling. Även en fungerande utvinning av primära energikällor och transporter av dessa till omvandlings-/förädlingsanläggningarna är essentiella för systemets funktion.

De störningar som man utifrån detta vida energisäkerhetsbegrepp vill skydda sig mot innefattar leveransavbrott, prischocker och att energin används som maktmedel. Miljö- och hälsopåverkan och långsiktigt höga priser skulle kunna klassificeras som energisäkerhetsproblem men kopplas vanligen till andra delar av energipolitiken som miljömässigt hållbar energiförsörjning och konkurrenskraftiga priser. Störningarna kan uppkomma bl.a. som en följd av otillräckliga investeringar, tekniska fel, väderhändelser och terrorattacker, krigshandlingar och blockader.

Strategier för att undvika störningar på energiförsörjningen kan, beroende på aktör, bl.a. innehålla: att förlita sig på och säkerställa välfungerande marknader, energieffektivisering, ökad energidiversitet och flexibilitet, satsningar på inhemsk energiutvinning, investeringar och avtal om produktion i utlandet, lagring av energi, hantering av uppkomna störningar.

Det svenska energisystemet uppvisar jämfört med många länder ett relativt begränsat beroende av fossil energi. Den specifika energitillförseln räknat som kWh/kr har minskat betydligt sedan 1970 vilket skulle kunna vara en indikation på att ekonomin skulle vara mindre känslig för plötsliga energiprisfluktuationer. Den svenska elproduktionen domineras av vattenkraft och kärnkraft. Genom att

elnäten i Sverige är sammanbundna med näten i grannländerna importeras och exporteras stora kvantiteter el. Kvantiteterna beror på efterfrågans variation, produktionskapacitetens tillgänglighet, aktuella produktionskostnader m.m.

Den svenska industrin har sedan början av 1970-talet till stor del gjort sig oberoende av olja. I stället har framför allt elanvändningen ökat kraftigt liksom utnyttjandet av biomassa i form av industriella biprodukter. Transportsektorn är dock nästan helt beroende av petroleumbaserade bränslen.

Tyskland och Storbritannien skiljer sig från Sverige genom deras relativt sett större beroende av fossila bränslen, inte minst gas. Medan Tysklands gas till stor del kommer från Ryssland kommer fortfarande Storbritanniens gas huvudsakligen från inhemska källor.

Såväl i Sverige, Tyskland, Storbritannien som inom EU i stort är energisäkerhetsfrågorna viktiga inom energipolitiken tillsammans med miljöfrågorna och konkurrenskraften. Klimatpolitiken har under senare år fungerat som en pådrivare för omställningen av energisystemet. Även om kommissionen drivit på för en gemensam energipolitik har de olika medlemsländernas skilda intressen motverkat denna strävan. Dessa intressen kan delvis förklaras med t.ex. grad av naturgasberoende och syn på energimarknadernas avreglering.

Den globala energiförsörjningen står inför stora förändringar, framför allt beroende på ambitionen att minska klimatpåverkan. Detta medför förändrade beroenden som kan få implikationer för energisäkerheten. Bl.a. kommer förnybara energislag att få en ökad roll men de fossila energislagen kommer under överskådlig tid fortsatt att vara betydelsefulla, Mellanösterns och OPEC:s roll som producenter kan förväntas stärkas men flödena kommer delvis omdirigeras mot nya storkonsumenter som t.ex. Kina och Indien. Även Centralasiens, Nordafrikas, Sydamerikas och eventuellt Arktis roll som energiproducenter kan komma att stärkas, tack vare närhet till stora marknader, stora befintliga energiresurser och/eller möjligheten till storskalig förnybar energiproduktion.

Klimatförändringarna påverkar den framtida energiförsörjningen bl.a. genom förändrade energibehov och inverkan på infrastruktur. För svensk energiförsörjning förväntas klimatförändringarna inte leda till några nya hot men sannolikt en förstärkning av redan befintliga hot vid exempelvis extrema väderlägen.

Nyckelord: Energisäkerhet, energiberoenden, försörjningstrygghet, sårbarheter, fossila bränslen, förnybar energi

Summary

In this pilot study, different approaches to energy security and energy dependencies are discussed. Current and future dependencies are briefly discussed. Disturbances to the energy system could be caused by lack of investments, technical errors, weather occurrences, terror attacks, acts of war and blockades. Strategies to avoid disturbances could include energy efficiency improvements, increased energy diversity and flexibility, increased use of national energy sources, reliance and defence of well-functioning international energy markets, investments in and bilateral agreements with resource rich countries, investments in the quality and redundancy of the system, energy storage or efficient handling of energy crises.

The Swedish energy system shows a relatively low dependency of fossil fuels compared to other countries. Specific energy use has been reduced significantly since 1970, which could be an indication that the economy is less dependent of sudden energy price fluctuations. Swedish electricity production is dominated by hydro and nuclear power. As the Swedish electricity system is connected to the neighbouring countries, large quantities of electricity are imported and exported depending on demand, the availability of production capacity and production costs.

Swedish industry is only to a low degree dependent on oil. Instead, since 1970, the use of electricity and biomass (as industrial by-products) has increased significantly. The transport sector is on the other hand almost totally dependent of petroleum based fuels.

The energy systems of Germany and the UK differ from the Swedish by their greater dependence on fossil fuels, not least natural gas. Whereas Germany imports a lot of the gas from Russia, the UK still produces a significant fraction of the consumption domestically.

In Sweden, Germany, the UK and the EU as a whole, energy security is an important part of energy policy together with sustainability and competitiveness. The climate issues have during recent years acted as a driver for the

transformation of European energy systems. Even if the European Commission has been striving for a common European energy policy, member states have been rather reluctant to such initiatives. Some explanations for this could be the varying dependence on natural gas and diverging views on how energy markets should be organised.

The global energy system will change as a result of the ambition to reduce its impact on the climate. This will lead to changed patterns of dependency which can have an impact on energy security. Renewable energy will gain in importance although fossil fuels will continue to dominate energy supply for a long time. The role of the Middle East countries and OPEC as producers can be expected to increase but the energy flows will partly be redirected to new large consumers such as China and India. Central Asia, North Africa, South America and perhaps the Arctic region will grow in importance as energy producing regions thanks to their proximity to great markets, significant existing energy resources and/or potentials for large scale renewable energy production.

Climate change will affect future energy supply through for example changed energy consumption patterns and impact on energy infrastructures. Climate change is not expected to result in new threats to Swedish energy supply but will probably aggravate existing threats, for example, of extreme weather events.

Keywords: Energy security, vulnerabilities, climate change, fossil fuels, renewable energy

Innehållsförteckning

1	Inledning	11
1.1	Syfte och rapportstruktur.....	12
2	Energisäkerhet och energiberoende – en karaktärisering och olika förhållningssätt	13
2.1	Energisäkerhet och energiberoenden – vad menar man med det?	14
2.1.1	Begreppsdefinition m.m.	14
2.1.2	Säkerhetspolitiskt, ekonomiskt och socialt perspektiv	22
2.1.3	Leveransavbrott eller knapphet på energi	23
2.1.4	Ett kortsiktigt eller ett långsiktigt perspektiv	25
2.1.5	Olika aktörsperspektiv.....	26
2.2	Olika sätt att förhålla sig till hot och störningar mot energisäkerheten	26
2.2.1	Energieffektivisering.....	29
2.2.2	Diversifiering och flexibilitet.....	30
2.2.3	Inhemsk energi	30
2.2.4	Marknaden ordnar energisäkerheten.....	31
2.2.5	Långsiktiga avtal och investeringar i utlandet	34
2.2.6	Militära insatser och politiska påtryckningar	34
2.2.7	Investering i teknisk tillförlitlighet, säkerhet och kapacitet	36
2.2.8	Lagring	37
2.2.9	Ransonering och annan fördelning av energiresurser	38
2.2.10	Hantering av avbrott.....	39
2.2.11	En preliminär sammanfattning av förhållningssätten	39
2.3	Olika sätt att kvantifiera energisäkerhet.....	41
2.3.1	Index för energisäkerhet	41
2.3.2	Ekonomiska kvantifieringar av energisäkerhetsaspekter	45
3	Generella energisäkerhetsaspekter för olika energislag	49
3.1	Fossila bränslen	50
3.2	Förnybar energi.....	58
3.3	Kärnenergi.....	60
3.4	Elsystemet.....	61

4	Energiberoenden i Sverige och andra EU-länder	63
4.1	Sverige	64
4.1.1	Sveriges energitillförsel	64
4.1.2	Elsystemet	67
4.1.3	Fjärrvärme	71
4.1.4	Metangas	72
4.1.5	Drivmedel	73
4.1.6	Industrins energiberoende	73
4.1.7	Bostäder och service m.m.	76
4.1.8	Transportsektorns energiberoende	78
4.1.9	Det svenska förhållningssättet till energisäkerhet	78
4.2	Tyskland	80
4.2.1	Karaktäristika hos energisystemet	80
4.2.2	Det tyska förhållningssättet till energisäkerhet	83
4.3	Storbritannien	85
4.3.1	Karaktäristika hos energisystemet	85
4.3.2	Det brittiska förhållningssättet till energisäkerhet	88
4.4	EU och energisäkerheten	92
4.4.1	En trygg energiförsörjning som en del av en gemensam klimat- och energipolitik	94
4.4.2	En integrerad och fri marknad	95
4.4.3	Ny och förstärkt infrastruktur och diversifiering	96
4.4.4	Solidaritet, beroende och mekanismer	96
4.4.5	En extern energipolitik	98
4.4.6	Svårigheter med att skapa en gemensam EU-politik	98
4.5	En kort jämförelse mellan länderna	100
5	Framtida energiberoenden	102
5.1	Övergripande utveckling av energiförsörjningen på global nivå ...	103
5.1.1	IEA:s referensscenario för 2030	103
5.1.2	IEA:s 450-ppm-scenario för 2030	105
5.1.3	Framåtblick på olika primärenergikällor: resurser, teknikutveckling m.m.	108
5.1.4	Några energislagsövergripande framtidsfrågor: Effektivisering, elektrifiering och energilagring	113
5.2	Framtida flöden av energiråvaror och energibärare	115

5.2.1	Svagt ökande men delvis omdirigerade globala flöden av olja och gas	115
5.2.2	Ökade regionala flöden av el	117
5.2.3	Ökande flöden av förädlad biomassa	117
5.2.4	Osäkerhet kring de kärnbränslerelaterade flödena	118
5.2.5	Vätgas som ny energibärare?	118
5.2.6	Diskussion om hur flödena till och från Sverige kan komma att förändras	119
5.3	Efterfrågan på andra råvaror kopplade till energisystemet	123
5.3.1	Råvaror för solcellsteknik	123
5.3.2	Råvaror för elfordonsteknik	124
5.3.3	Konkurrens mellan bioenergi/biodrivmedel och livsmedel liksom annan användning av biomassa	125
5.4	Nya regioner i fokus när den globala energiförsörjningen förändras: några geografiska nedslag i en säkerhetskontext	126
5.4.1	Nordafrika som möjlig komponent i framtida europeisk elförsörjning?	127
5.4.2	Centralasiens ökande betydelse – strategisk position med armlängds avstånd till storkonsumenter	130
5.4.3	Latinamerika – hittills en doldis utifrån europeiskt perspektiv men ökande betydelse i flera avseenden	134
5.5	Hur påverkar klimatförändringen energiförsörjningen?	136
5.5.1	Påverkan på svensk energiinfrastruktur	137
5.5.2	Tillgång på förnybar energi i Sverige	141
6	Framtida forskningsområden	144
	Referenser	148
	Appendix. Energisäkerhet i EU – beslutsfunktioner och ansvarsförhållanden	165

1 Inledning

Samhället är beroende av energi för att fungera. Energi behövs bland annat för att värma våra byggnader, transportera personer och gods och för att överföra och hantera information. Energi är också en viktig insatsvara i produktionen av flera av Sveriges viktigaste exportprodukter som stål och skogsindustriprodukter.

Energin knyter samman länder i olika beroendekedjor. Tillgångarna på uran och fossila bränslen, som idag dominerar den globala energitillförseln, är koncentrerade till ett begränsat antal länder och en mycket stor del av de globala sjötransporterna¹ är energitransporter. Ledningsnät för naturgas binder samman konsumenter och producenter i ett ömsesidigt beroende. Förnybar energi utnyttjas idag till största delen lokalt och regionalt även om en viss internationell handel med biobränslen äger rum. I en framtid, med ökade kvantiteter av förnybar energi i energimixen, kan flödena av förnybar energi förväntas öka, inte minst som en följd av de stora skillnaderna i produktivitet och tillgängliga arealer i olika länder.

Energianvändningen är en viktig orsak till utsläpp av växthusgaser och annan miljöpåverkan. Ambitionen att minska denna påverkan kommer att förutsätta en omställning av energisystemet. Denna omställning kan leda till förändrade förutsättningar för energisäkerhet, inklusive uppkomsten av nya problem. Klimatförändringen kommer dessutom i sig att påverka energibehov, tillgången på förnybar energi och tillgängligheten till fossila bränslen.

För en god försörjningstrygghet är det inte bara de globala och storregionala flödena av energi som är viktiga. Minst lika viktigt är att energisystemen fungerar på regional och lokal nivå och att distributionen till olika konsumentgrupper fungerar. Mycket intresse har riktats mot elsystemet eftersom dess funktion skiljer sig från många andra system genom de tydliga beroenden som finns mellan olika aktörer, där till exempel ett bortfall av ett antal viktiga produktionsanläggningar kan påverka möjligheterna för övriga producenter och distributörer att fullgöra sina leveransavtal.

Energisäkerhet och försörjningstrygghet är ett av de ben, tillsammans med miljömässig uthållighet och konkurrenskraftiga priser, som energipolitiken står på i ett flertal länder och inom EU. I vissa fall finns synergier mellan de olika benen (till exempel för förnybar energi som kan vara bra sett både ur ett miljö- och ett energisäkerhetsperspektiv) men ibland finns tydliga konflikter (det kan finnas ett tydligt motsatsförhållande mellan ökad leveranssäkerhet och låga kostnader).

¹ Energitransporter svarar för nästan hälften av sjötransportarbetet (Sjöfartens bok, 2008).

1.1 Syfte och rapportstruktur

Syftet med denna pilotstudie är att diskutera olika sätt att förhålla sig till begreppet energisäkerhet och energiberoenden och att översiktligt beskriva dagens och framtida energiberoenden. Målsättningen är både att ge en överblick över dagens kunskapsläge och att identifiera relevanta kunskapsbrister.

Rapporten börjar i avsnitt 2 med en beskrivning och karaktärisering av områdena energisäkerhet och energiberoenden och de olika förhållningssätt som kan anläggas på frågan. I avsnitt 3 ges en beskrivning av olika energislag och deras karaktäristika vad gäller resurser, efterfrågan och energisäkerhetsaspekter. I avsnitt 4 beskrivs hur energiberoendena ser ut i Sverige och, mer översiktligt, i Tyskland och Storbritannien. Dessutom beskrivs och jämförs dessa länders och EU:s förhållningssätt till olika energisäkerhetsrelaterade frågor.

Slutligen riktas i avsnitt 5 blicken mot de konsekvenser för energisäkerheten som kan följa av framtida förändringar i energisystemen. De förändringar som främst studeras är de som på olika sätt är kopplade till klimatförändringarna. Det gäller dels de förändringar i energisystemets struktur som genomförs med syfte att minska klimatpåverkan, dels den direkta inverkan som klimatförändringen kan förväntas ha på energiinfrastrukturen och tillgången på olika energislag (förnybara och fossila).

2 Energisäkerhet och energiberoende – en karaktärisering och olika förhållningssätt

Sammanfattning

- Begreppet energisäkerhet kan i vid betydelse inkludera bl.a. teknisk säkerhet, försörjningstrygghet och energins koppling till säkerhetspolitik.
- Fokus kan ibland ligga på de ekonomiska aspekterna av energisäkerhetsbegreppet, ibland på de politiska.
- Energisystemet kan ses som en lång kedja av inbördes beroenden. Så gott som samtliga verksamheter i samhället är på något sätt beroende av tekniker som använder energi. Dessa tekniker är i sin tur beroende av fungerande distributions-, omvandlings- och förädlingstekniker. En fungerande utvinning av primära energikällor och transporter av dessa till omvandlings- och förädlingsanläggningarna är också essentiella.
- De störningar som man utifrån det vida energisäkerhetsbegreppet vill skydda sig mot innefattar leveransavbrott, prischocker och att energi används som maktmedel. Miljö- och hälsopåverkan samt långsiktigt höga priser skulle kunna klassificeras som energisäkerhetsproblem men kopplas vanligen till andra delar av energipolitiken som miljömässigt hållbar energiförsörjning och konkurrenskraft.
- Störningarna kan uppkomma bl.a. som en följd av otillräckliga investeringar, tekniska fel, väderhändelser och terrorattacker, krigshandlingar och blockader.
- Strategier för att undvika störningar på energiförsörjningen kan bl.a. innehålla: tilltro till och säkerställande av välfungerande marknader, energieffektivisering, ökad energidiversitet och flexibilitet, satsningar på ökad inhemsk produktion, investeringar i och avtal om produktion i utlandet, lagring av energi, hantering av uppkomna störningar.
- Energisäkerhetsaspekter kvantifieras både i form av ett stort antal index och i ekonomiska termer. De ekonomiska skattningarna kan svara på frågor som: vad kostar störningar inom energisystemet, vad är man beredd att betala för att reducera störningarna och vad kostar det att reducera störningarna?

I detta avsnitt förs en övergripande diskussion kring begreppen energisäkerhet och energiberoenden. Detta är begrepp som används i många olika sammanhang och med skiftande betydelser beroende på såväl ämnesmässig utgångspunkt som vilket aktörsperspektiv som valts. Avsnittet börjar (2.1.1) med en övergripande beskrivning kring begreppen för att sedan följas av en fördjupning kring betydelsen av vissa särskilt betydelsefulla val av perspektiv (2.1.2- 2.1.5). I avsnitt 2.2 följer sedan en översiktlig beskrivning av olika förhållningssätt till energisäkerhet och energiberoenden som olika aktörer kan anta. Syftet är att spänna upp en bild av vilka möjligheter som står till buds snarare än att gå på djupet med de olika handlingsmöjligheterna. En sådan fördjupning skulle underlättas av ett tydligare aktörsperspektiv än vad som varit möjligt att anta i denna breda kunskapsöversikt. Slutligen görs i avsnitt 2.3 en genomgång av ett urval studier som på olika sätt försökt kvantifiera skilda aspekter inom energisäkerhetsområdet.

2.1 Energisäkerhet och energiberoenden – vad menar man med det?

2.1.1 Begreppsdefinition m.m.

Säkerhet

Begreppet energisäkerhet, eller på engelska *energy security*, kan innefatta många olika aspekter och begreppet används på olika sätt i olika sammanhang. Det är i sig inte så konstigt eftersom säkerhetsbegreppet kan definieras på många sätt och inkludera såväl mänsklig, funktionell, ekonomisk, ekologisk som territoriell säkerhet.

Säkerhet kan ha både en objektiv och en subjektiv dimension där den objektiva kan betraktas som bestående av beteende- och miljöfaktorer som mäts mot yttre kriterier.² Den subjektiva dimensionen kan definieras som individens inre känslor eller perceptioner av att vara säker (safe). Dessa upplevelser och perceptioner kan aggregeras till makronivån, så att de representerar samhällets subjektiva perception av säkerhet (safety). Den subjektiva säkerheten behöver inte vara korrelerad till förändringar i de mått som används för att mäta objektiv säkerhet (Nielsen m.fl., 2004). Detta är en viktig distinktion även inom energisäkerhetsområdet eftersom strategier för att öka energisäkerheten ofta tar

² Laksjö (2006).

sin utgångspunkt från den subjektiva perceptionen av energisäkerheten. Denna behöver inte alltid överensstämma med en ”objektiv” verklighet.³

En ingång i säkerhetsbegreppet kan tas från de säkerhetspolitiska målen. Regeringen anger följande mål för säkerhet:⁴

- Att värna befolkningens liv och hälsa
- Att värna samhällets funktionalitet
- Att värna vår förmåga att upprätthålla våra grundläggande värden som demokrati, rättssäkerhet och mänskliga fri- och rättigheter

Energiförsörjningen kan här lämpligen inkluderas i de frågor som rör samhällets funktionalitet. Andra system som är viktiga för samhällets funktionalitet är t.ex. informations- och kommunikationssystemen, vattenförsörjningen samt flöden av varor och tjänster.⁵

En annan definition av säkerhet kan vara:

- Säkerhet innebär skydd mot eller förmåga att hantera konsekvenser av oönskade händelser och deras skadliga effekter på människor, egendom och miljö

I denna definition som har använts bland annat av Stockholms stad i dess säkerhetsarbete utpekas specifikt skador på t.ex. ekonomi och miljö utan att dessa nödvändigtvis behöver vara ett hot mot samhällets funktionalitet. Det kan t.ex. innefatta skador på egendom som inte är akuta men kostsamma att återställa.

I många sammanhang gör man en distinktion av begreppet säkerhet efter de engelska begreppen *security* och *safety*. *Security* innebär då skydd mot händelser som uppkommer som ett resultat av någon aktörs intention att skada, medan *safety* innebär skydd mot händelser som uppkommer utan någon aktörs intention, t.ex. en väderhändelse eller rena olyckor.⁶ Det säkerhetsbegrepp som vi innefattar i begreppet energisäkerhet innefattar båda dessa typer av säkerhet.

Energisäkerhet

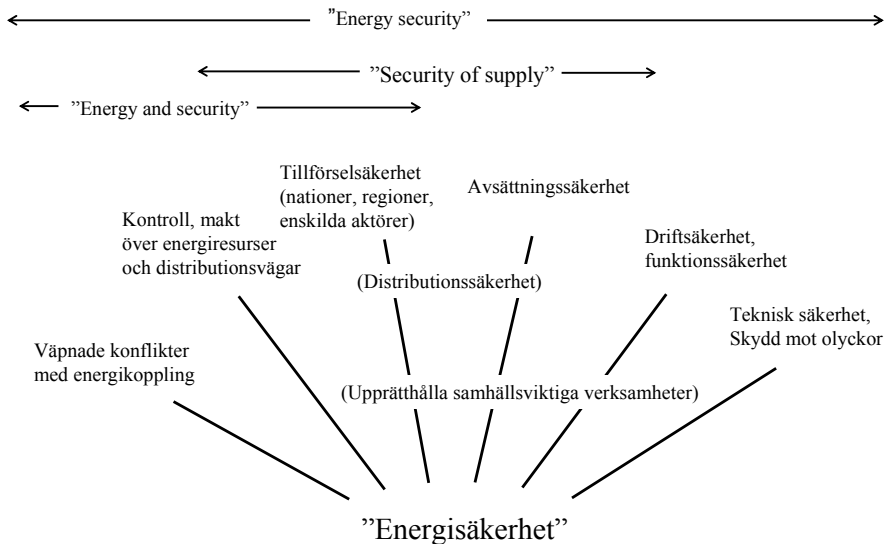
Utifrån ovanstående diskussion är det inte märkligt att energisäkerhetsbegreppet kan definieras väldigt brett. I Figur 1 som är baserad på Jonsson m.fl. (2009) redovisas olika faktorer som i olika sammanhang länkas till energisäkerhetsbegreppet.

³ På samma sätt pekar Energimyndigheten (2008a) på att trygghet är ett subjektivt begrepp som tolkas av användarna från deras kunskap, situation och erfarenhet.

⁴ Regeringen (2009a).

⁵ Regeringen (2008).

⁶ Se t.ex. Albrechtsen (2003).



Figur 1. Olika möjliga perspektiv på energisäkerhet. Figuren är en vidareutveckling av Jonsson m.fl. (2009).

I den enda ändan av energisäkerhetsbegreppet finns tekniska aspekter hos de olika systemen i form av drifts- och funktionssäkerhet, skydd mot olyckor och därmed följande skador på människa, miljö och egendom.⁷ Inom detta område hamnar lätt fokus på regionala och lokala system såsom elnät⁸ och andra distributionssystem, värme- och elkraftverk m.m.

I den andra ändan finns de energirelaterade säkerhetsrisker där energiresursen används som ett medel för att uppnå olika politiska mål eller där önskan att kontrollera den i sig genererar konflikter. Att använda energin som maktmedel kan vara ett sätt för en nation att erhålla ekonomiska fördelar eller att vinna strategiska eller statusmässiga fördelar. Stora energiresurser (och därmed ekonomiska resurser) kan också skapa konflikter både mellan nationer och inom nationer. Resurstillgången kan leda till korruption och till oproportionerligt inflytande i politiken för energiaktörer. Till händelser med potentiellt allvarliga konsekvenser hör också blockader mot och angrepp på energianläggningar av olika former av aktivist- eller terrorgrupper.⁹ Värt att notera är att denna typ av

⁷ Kopplingen mellan olyckor och effekter på människa och miljö kommer vi dock inte lägga så mycket fokus på i denna studie. För diskussion om utvecklingen inom detta område för framtiden se t.ex. Björklund (2007).

⁸ Här finns även ett nationellt och storregionalt perspektiv kopplat till funktionalitet hos det nationella stomnätet och transmissionsledningar till grannländerna.

⁹ Se t.ex. Winstone m.fl. (2007) och Koknar (2009).

resursrelaterade konflikter inte bara är kopplade till energiområdet utan även till andra naturresurser.

Mellan dessa inriktningar, men nära kopplade till både teknisk funktionalitet och säkerhetspolitik, återfinns frågor som rör de negativa effekter som störningar av energitillförseln kan få på ekonomin. Frågor som behandlas kan vara tillgången till energiresurser, tillgången på tillräcklig produktionskapacitet för att matcha efterfrågan, risk för avbrott i flöden etc. Till detta perspektiv är det naturligt att koppla en ofta använd definition av energisäkerhet nämligen:

- En tillförlitlig och oavbruten tillförsel tillräcklig för att möta ekonomins behov till ett rimligt pris.¹⁰

Skillnaden mellan det säkerhetspolitiska perspektivet och ett mer ekonomiskt perspektiv diskuteras i avsnitt 2.1.2.

En annan avgränsning av energisäkerhetsbegreppet görs av Larsson (2006) som i sin analys av energisäkerhet och energiberoenden väljer att separera begreppen *energisäkerhet* och *leveranssäkerhet*. Han använder sig av begreppet energisäkerhet som ett helhetsbegrepp för det komplex av säkerhetspolitiska frågor som förknippas med energipolitik medan han använder leveranssäkerhet då det gäller leveransstrygghet d.v.s. att energin faktiskt levereras till sin slutanvändare (vid rätt tid, till rätt pris etc.).

International Energy Agency (IEA)¹¹ identifierar ett antal faktorer som kan användas som en grund för att värdera energisäkerhet nämligen:

- importberoende (särskilt från politiskt instabila regioner),
- avstånd mellan produktion och konsumtion,
- sårbarhet för avbrott i den fysiska tillförselkedjan,
- grad av substituerbarhet avseende insatsbränsle,
- diversitet i energimixen,
- grad av maktkoncentration på energimarknaderna

Ett begrepp som används ganska flitigt och som är relaterat till energisäkerhetsbegreppet är *försörjningstrygghet* som också är ett av de tre benen i den svenska energipolitiken. Energimyndigheten (2007a) definierar trygg energiförsörjning som:

- Energisystemets kapacitet, flexibilitet och robusthet att leverera energi i önskad omfattning i tid och rum enligt användarnas behov till en

¹⁰ Jun m.fl. (2009).

¹¹ IEA (2009a).

accepterad kostnad samt marknadens, offentlig sektors och användarnas samlade krishanteringsförmåga.

En svår avgränsning att göra är om och i vilken grad miljöeffekter ska ingå i en analys av området energisäkerhet. Det är helt klart att de miljöeffekter som uppkommer såväl vid normal drift som vid olyckor eller fientliga attacker kan ha tydliga säkerhetsimplikationer. Exempelvis har climateffekternas säkerhetsimplikationer kommit upp på agendan under senare år se t.ex. Haldén (2008).¹² Att olyckor t.ex. vid oljetransporter ger en stor effekt på miljön och ekosystemen har länge varit väl känt. Detta skulle kunna motivera att inkludera miljöeffekterna i ett brett energisäkerhetsbegrepp.

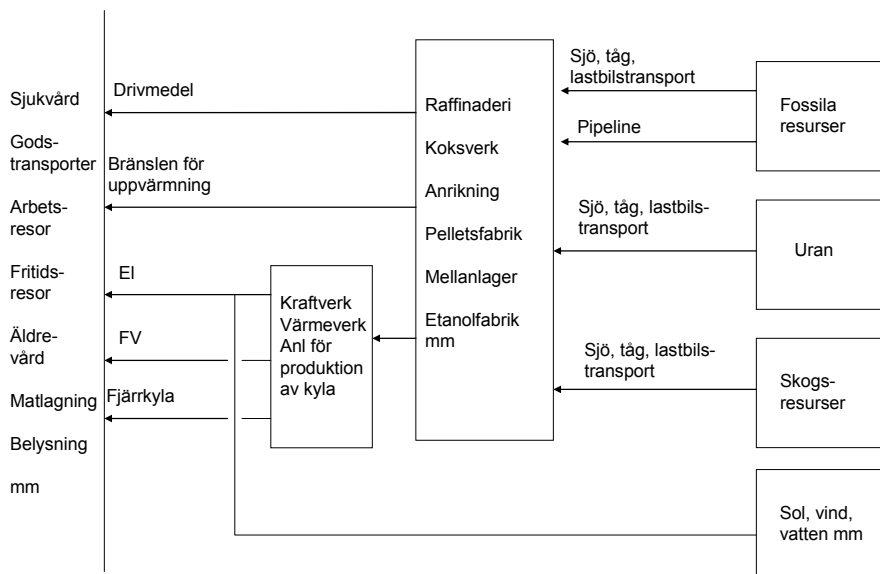
Samtidigt behandlas i de flesta energipolitiska sammanhang miljöeffekterna av energisystemet som ett eget och centralt politikområde. Vi väljer därför i denna studie att inte fokusera på miljöeffekterna av energianvändningen vid normal drift men däremot inkludera de kopplingar som olika hot mot energiförsörjningen kan ha till effekter på miljön. Likaså diskuteras i flera fall miljöeffekterna av olika strategier för att säkra energiförsörjningen. I vår framtidsdiskussion (avsnitt 5) ser vi också miljöfrågan som en av de viktigaste förändringsfaktorerna för den globala energiförsörjningen vilken diskuteras ur ett energisäkerhetsperspektiv.

Energiberoenden

Energisystemet kan ses som en lång kedja av inbördes beroenden, se Figur 2. Så gott som samtliga verksamheter i samhället är på något sätt beroende av tekniker som använder energi. Dessa tekniker är i sin tur beroende av fungerande distributions-, omvandlings- och förädlingstekniker (t.ex. elproduktionsanläggningar och raffinaderier). För att dessa ska kunna fungera krävs fungerande utvinning av primära energikällor och transporter av dessa till omvandlings-/förädlingsanläggningarna. I denna studie kommer en avgränsning att göras till energisystemets beroenden fram till konsument/kund¹³ och därmed sker ingen analys av på vilket specifikt sätt olika verksamheter, t.ex. sjukvården, är beroende av energi.

¹² En annorlunda vinkling av kopplingen mellan energisäkerhet och klimat presenteras av Nutall och Manz (2008). I stället för att enbart koppla energisäkerhetsbegreppet till säker tillförsel så kopplas det till de krav på minskade utsläpp av växthusgaser som är nödvändig för långsiktig säkerhet. Man menar då att stormakterna i stället för att säkra handelsvägar ska koncentrera sig på begränsa handeln med fossila bränslen för att säkerställa låga utsläpp.

¹³ Konsumenten kan här vara såväl privatpersoner som industri och andra verksamheter.



Figur 2. En förenklad skiss över energikedjor och därmed hörande energiberoenden. Störningar kan uppkomma i alla delar av dessa kedjor.

Beroendet av att flera led i energikedjan ska fungera exemplifieras i följande exempel där utgångspunkt tas hos en bensinkonsument. I början av kedjan finns producenter som måste investera tillräckligt med medel i nödvändiga produktionsanläggningar och sedan välja att producera för världsmarknaden. Oljeplattformar m.m. kan hotas av väderhändelser och terrorister. Transportledet till raffinaderi är en känslig del där hot mot leveranser kan utgöras av pirater m.m. Olyckor i detta led kan förutom förluster av stora mängder energi leda till allvarlig påverkan på marina miljöer. Vid raffinaderierna omvandlas råoljan till konsumentprodukter. Raffinaderierna är för sin funktion beroende av att leveranserna av råolja fungerar, att elleveranser till den energikrävande verksamheten fungerar och att personal finns på plats och inte hindras av väder, sjukdom, arbetsmarknadsblockader etc.

Den raffinerade oljan transporteras vidare till depåer och sedan vidare till de enskilda tankställena. Dessa är i sin tur beroende av fungerande elsystem och att transporter inte hindras. Det är ofta inte så att varje del i varje led måste vara i funktion för att samhället ska fungera. Det finns en viss flexibilitet inbyggd genom att t.ex. konsumenten kan välja ett alternativt tankställe, depån en alternativ leverantör om det normalt utnyttjade raffinaderiet är ur funktion och raffinaderiet kan köpa råolja från många olika leverantörer vid störning. Däremot kan mer omfattande störningar påverka prisbilden.

Ofta handlar beroendediskussioner om nationers beroenden av importerad energi. Typexemplet är hur ett land genom en stor gas- och oljeimport kan vara sårbart

för avbrott eller hot om avbrott av energileveranser eller att producenter genom sina produktionsval (t.ex. att inte fullt ut utnyttja sin produktionskapacitet) ser till att hålla priset på en högre nivå.

Producenterna är emellertid i sin tur beroende av de inkomster som kommer från konsumenterna. Detta kan fungera som en begränsning för att försöka utnyttja konsumentens beroende. *Avbrott* på fysiska leveranser kan för det första leda till avsevärda inkomstbortfall på kort sikt.¹⁴ För det andra kan en *begränsning* av produktionen för att hålla uppe prisnivåer visserligen kortsiktigt leda till ökade intäkter för en dominerande aktör,¹⁵ men långsiktigt leda till förlorade marknadsandelar, minskad efterfrågan och en ökad lönsamhet för ny produktionskapacitet i andra länder. Dessa aspekter kan långsiktigt leda till pressade priser och minskade inkomster. Vad som för en dominant leverantör kortsiktigt kan vara en optimal produktionsnivå kan skilja sig från den som är den långsiktigt mest fördelaktiga.¹⁶

Energiberoenden behöver inte nödvändigtvis vara ett problem under normala omständigheter men kan vara ett latent problem. Exempel på aspekter som kan öka sårbarheten av beroendena kan vara avsaknad av inhemska reserver, avsaknad av kända substitut, få producenter, få leverantörer och fientlig inställning hos utländska leverantörer (Larsson, 2006). Det innebär i sin tur att sårbarheten för ett energiberoende beror av ett flertal faktorer som typ av distributionssystem, marknadens funktion, typ av handelskontrakt m.m. Detta innebär att sårbarheten kan skilja sig kraftigt åt mellan olika länder beroende på hur energiförsörjningen konkret ser ut. Flera av dessa aspekter diskuteras mer i detalj i avsnitt 3 och avsnitt 4.

I detta sammanhang kan det vara av värde att dela upp olika former av naturresurser i essentiella resurser, strategiska resurser och vanliga handelsvaror. En essentiell resurs är en sådan där en brist hotar överlevnad, livsstil etc. Det kan vara vatten, livsmedel och i vissa fall energi (t.ex. för uppvärmning). Den strategiska resursen är inte lika nödvändig men en knapphet kommer att ge allvarliga effekter på ett lands ekonomi. Idag är t.ex. olja en sådan resurs genom främst transportsektorns fullständiga oljeberoende vilket innebär att kraftigt ökade priser skulle leda till försämrad ekonomisk utveckling. Slutligen finns konventionella varor (commodities) som visserligen är viktiga för enskilda konsumenter och industrier, men som knappast är av avgörande betydelse för ekonomins funktion. Vissa författare menar att energisäkerhetspolitiken bör syfta till att överföra framför allt olja från att vara en strategisk resurs till en konventionell vara (se t.ex. Luft, 2009).

¹⁴ Jfr t.ex. Elhefnawy (2008).

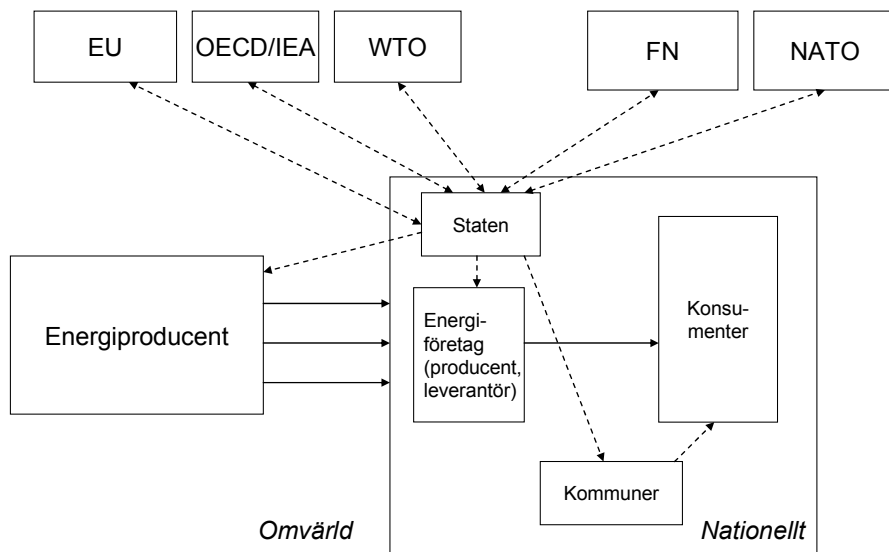
¹⁵ Eftersom efterfrågan på kort sikt är ganska prisokänslig.

¹⁶ Se t.ex. Greene (2010).

Ibland föreslås att ett land¹⁷ eller t.ex. en fordonsflotta¹⁸ ska bli *oberoende* av ett bränsle, i allmänhet olja. Ett problem med begreppet är vad man egentligen ska lägga för innebörd i begreppet oberoende. Innebär oljeoberoendet att ingen olja ska användas, att det finns möjligheter att snabbt substituera mellan olja och andra bränslen eller att en prischock på olja ska ha en begränsad effekt på ekonomin?

Det senare perspektivet har bland annat valts av Greene (2010) som definierar att man är oljeoberoende om de årliga ekonomiska kostnaderna av beroendet är mindre än 1 % av BNP med 95 % sannolikhet. Att generellt eftersträva oberoende av t.ex. importerad energi är inte helt lätt att motivera om internationell handel bejakas i allmänhet. Som det påvisas i avsnitt 5 finns det mycket som talar för att även ett framtida energisystem, huvudsakligen baserat på förnybara energikällor, kommer att vara beroende av internationella flöden av energi.

För att det svenska samhället ska kunna upprätthålla hög försörjningstrygghet och bidra till ökad energisäkerhet i vid bemärkelse är många aktörer beroende av varandra, se den enkla principskissen i Figur 3.



Figur 3. En förenklad principskiss som illustrerar beroenden mellan både nationella och internationella aktörer för att upprätthålla en hög energisäkerhet. Perspektivet är primärt svenskt men kan även appliceras på flera andra västeuropeiska länder.

¹⁷ Kommissionen mot oljeberoende (2006).

¹⁸ Regeringen (2009b).

Staten och kommunerna har i Sverige särskilt ansvar för samhällets funktionalitet. Genom regelverk åläggs energiföretagen att säkerställa en leveranssäkerhet i elsystemen och upprätthålla lager av olika energibärare. Även kommunernas ansvar vid bl.a. extraordinära händelser och kriser styrs av statlig reglering. Elleverantörernas ansvar gentemot elkunderna regleras i ellagen. Vid avbrott får kommunerna ett ansvar att se till att kommunmedborgarna kan hantera dessa även om ett tydligt eget ansvar faller även på konsumenterna. Staten har också en roll i att förhindra störningar i energiförsörjningen genom att beivra brottslig verksamhet. Lokala nätverk och enskilda individers insatser har också, bl.a. i samband med orkanen Gudrun, visat sig vara viktiga för att efter ett avbrott få livet att återgå till det normala.¹⁹

Flera aktörer kan fungera som både konsumenter och energiföretag. Exempelvis är skogsindustrierna stora energianvändare men producerar också betydande mängder el och biobränslen för vidare försäljning. Även jord- och skogsbruk är betydande energianvändare men är också viktiga potentiella leverantörer av bioenergi.

Staten har också en internationell roll genom de ömsesidiga solidaritetsöverenskommelser som finns inom EU och OECD och som bl.a. inbegriper lagringsåtaganden. Sveriges energiförsörjning är också beroende av en fungerande marknad där till exempel WTO spelar en viktig roll. Stabilitet i producentländer och trygga internationella transportflöden är också centrala för Sverige vilket eventuellt skulle kunna innebära behov av militära insatser. Därmed är Sverige beroende av initiativ inom ramen för både FN och NATO.

2.1.2 Säkerhetspolitiskt, ekonomiskt och socialt perspektiv

Som nämnts ovan ser man ofta två principiellt skilda perspektiv på energisäkerhet. Dels kan energisäkerhet ses huvudsakligen som en ekonomisk fråga, dels som huvudsakligen en säkerhetspolitisk fråga. Därtill kan man lägga ett socialt perspektiv där funktionella avbrott kan ge samhälleliga effekter utöver de direkt mätbara ekonomiska effekterna.

I det ekonomiska perspektivet ligger fokus på risken för störningar på ekonomin som kan uppkomma om inte önskad mängd energi säkert kan levereras till konsumenterna till ett rimligt pris. Orsaker till dessa brister kan vara monopolsituationer, ineffektiva prissättningsmekanismer eller för små investeringar i produktion och distribution.

Små investeringar kan innebära att kvaliteten är för dålig och bortfallsrisken är för stor eller att kapaciteten är för liten för att kunna hantera ökningar i

¹⁹ Energimyndigheten (2006a).

efterfrågan eller bortfall av produktionskapacitet. Det finns i detta sammanhang en avvägning mellan investeringsnivå och energisäkerhetsnivå.

Det säkerhetspolitiska perspektivet fokuserar i stället på kampen om energiresurser och energi som maktmedel med de implikationer det får på säkerhet och internationell politik. Studier med sådana perspektiv kan till exempel handla om Rysslands utnyttjande av energi som påtryckningsmedel mot sina grannländer,²⁰ konkurrensen om nya energiresurser till exempel i Arktis och världshaven²¹ eller energin som drivkraft för lokala regionala konflikter som de i Ogaden (sydöstra Etiopien) och Nigeria.²² En ytterligare aspekt kan röra den roll energiresurser kan ha som mål för terrorism²³ och kapningar.²⁴

Ett annan mer nationell utgångspunkt för att identifiera de säkerhetspolitiska aspekterna på energiförsörjningen användes av Johansson m.fl. (1983). De utgick från en definition av säkerhetspolitisk sårbarhet som innefattande sårbarhetsproblem som hotade centrala säkerhetspolitiska mål. Med detta avsågs att de uppostringar som Sverige drabbas av, antingen man faller undan för ett hot eller ej, är av betydande storlek. Detta sorterar bort problem som innebär smärre välfärdsluster. För att ett försörjningsproblem ska klassas som säkerhetspolitiskt erfordras således enligt en sådan definition både ett medvetet hot från någon aktör och att konsekvenserna kan bli tillräckligt stora.

Utöver dessa perspektiv skulle man kunna anlägga ett funktionsperspektiv eller ett socialt perspektiv där fokus ligger på risker för lokala avbrott som under en period kan få oacceptabla effekter i form av t.ex. mänskligt lidande. Ett elavbrott behöver inte ha någon större betydelse för en nations ekonomi och kan relativt enkelt kompenseras med ekonomiska insatser från staten. Lokalt kan effekterna däremot vara betydande och kan skada förtroende mellan konsumenter, företag och myndigheter med negativa följder.²⁵

2.1.3 Leveransavbrott eller knapphet på energi

Störningar mot energisäkerheten kan handla såväl om totala leveransavbrott som om en ökad knapphet på energi. Den senare händelsen kan på en välfungerande marknad hanteras genom stigande priser som i sin tur leder till att efterfrågan anpassas till den nya prisnivån. Avtalsformer som minskar prisets respons på

²⁰ Se t.ex. Leijonhielm m.fl. (2009) och Cohen (2009).

²¹ Se t.ex. Larsson (2008) och Klare (2009).

²² Se t.ex. Klare (2009).

²³ Se t.ex. Koknar (2009).

²⁴ Mellan 10 och 30 % av attacker från maritima pirater bedöms vara riktade mot energiområdet, främst i Indonesien och Malackasundet (Nincic, 2009).

²⁵ Skattningar av kostnaderna för avbrott har gjorts bl.a. för elavbrotten i Kista och stormen Gudrun. Den totala kostnaden för elavbrottet som uppkom efter stormen Gudrun skattades t.ex. till 4-5 miljarder kronor. (Energimyndigheten, 2006a), Det motsvarar några promille av Sveriges BNP.

knapphetstendenser riskerar att leda till en obalans mellan tillförsel och efterfrågan av energi. Sådana avtalsformer kan t.ex. vara fastprisavtal eller prisavtal som är kopplade till priset på konkurrerande energibärare. Ett exempel på en sådan prissättning är det vanliga alternativet att priset på naturgas är knutet till oljepriset. Ett alternativt sätt för att hantera knapphet på energi kan vara genom ransonering. Valet av strategi har framför allt en fördelningspolitisk betydelse.²⁶

Leveransavbrott kan uppkomma genom tekniska fel och naturhändelser och är särskilt uppmärksammat inom elsystemet där tekniska fel under olyckliga omständigheter kan sprida sig snabbt i systemet i form av blackouts. Naturhändelser som stormar kan också lokalt leda till leveransavbrott under längre perioder. Hur leveransavbrott ska förhindras och leveranssäkerheten vidmakthållas är en central del av energipolitiken i Sverige och andra länder. Om det finns ett rent fysiskt beroende av leveranser från ett visst land eller område kan även medvetna stopp i leveranser eller attacker mot rörledningar etc. leda till leveransavbrott. Konsekvenserna av ett avbrott kan bero av flera faktorer bl.a. vad som drabbas (t.ex. sjukhus, företag eller hushåll), den uppfattade tillförlitligheten i systemet (om tillförlitligheten uppfattas som stor är företag och individer mindre benägna att vidta förebyggande åtgärder), när avbrottet sker, hur långvarigt det är, om det är förvarnat etc.²⁷

I den traditionella energiberedskapen har fokus legat på potentiella problem att få tag på tillräckliga oljekvantiteter, till exempel som en följd av blockader eller kraftiga produktionssänkningar. Detta skulle kunna uppkomma som följd av avspärrningar i en kris- eller krigssituation eller genom åtgärder från producentländer, något som var fallet under 1970-talet, den senaste gången ransonering förekom i Sverige. En effekt av oljekrisen var skapandet av IEA och avtal om beredskapslager.

I mycket av energisäkerhetslitteraturen är det plötsliga prishöjningar som ses som det främsta hotet mot energisäkerheten snarare än fullständiga avbrott. I dessa studier ligger fokus på hur ekonomin (på nationell eller verksamhetsnivå) ska tåla dessa ansträngningar. Med denna fokus blir frågor om diversifiering och energieffektivisering av väldigt stor betydelse men det öppnar också upp för åtgärder utanför energiområdet till exempel i form av makroekonomiska åtgärder och försäkringsåtgärder. Förutom av energiberoendet kan den effekt en prischock sammantaget ger bero av i vilket allmänt läge ekonomin befinner sig och vilken ekonomisk politik som förs i samband med en prischock, se t.ex. Brown och Yücel (2002) och Hunnington (2004).

²⁶ Utredningen om översyn av ransoneringslagen och prisregleringslagen (2009a).

²⁷ Se De Nooij m.fl. (2007).

2.1.4 Ett kortsiktigt eller ett långsiktigt perspektiv

Energisäkerhetsproblematiken innehåller problem med olika tidsperspektiv och de verktyg som kan fungera för att minska risken för och effekten av störningar skiljer sig åt beroende på perspektiv.

Det kortsiktiga perspektivet hanterar tillfälliga avbrott och kan handla om tidsskalan från sekunder till timmar. Ett medellångt perspektiv kan handla om månader där längre avbrott och prisförändringar på grund av tillfälliga leveransproblem kan vara möjliga effekter. På längre sikt (1-10 år) handlar problemen om att balansera efterfrågan och tillförsel genom till exempel utbyggnad av infrastruktur och produktionsanläggningar, om miljörestriktioner på energisystemets utveckling och risker för bränslebrist. Ett ännu längre framtidsperspektiv där en total omställning av energisystemet är möjlig diskuteras vidare i avsnitt 5 i denna rapport.

Energisystemet är som andra infrastruktursystem mycket trögföränderliga. Investeringar i nya produktionsanläggningar, raffinaderier etc. kan ta många år från planeringsstadiet till det att anläggningarna står färdiga. Processtekniker och byggnader har lång livslängd och snabba förändringar är svåra att motivera enbart på grund av tillfälliga prisstörningar. Effektiviseringar som genomförs i samband med att man ändå ska genomföra nyinvesteringar eller renoveringar uppvisar däremot oftast betydligt bättre ekonomi. Val av bostadsort och arbetsplats, vilket har stor betydelse för transportbehov och drivmedelsanvändning, justeras heller inte lätt av tillfälliga prisstörningar. Beskrivet i ekonomiska termer är priselasticiteten mycket lägre på kort än på lång sikt. Dessa faktorer gör att responsen på en tillfällig störning kommer att vara helt annorlunda än på en långsiktig bristsituation eller prisförändring. De åtgärder som kan motiveras för att undvika effekten av dessa störningar kan också skilja sig åt.

Det finns en koppling mellan det medellånga och långsiktiga perspektivet. Den kraftiga prishöjningen på olja under 2008 kan förklaras av underinvesteringar i både produktions- och raffinaderikapacitet (liten produktionsmarginal) i förhållande till bl.a. ökningstrenden för energianvändningen i Kina och Indien. Samtidigt kan priserna påverkas av tillfälliga störningar som en följd av väderhändelser, tekniska fel och attacker på infrastruktur och oljefartyg.²⁸ Vilken del av prisförändringarna som beror av det ena eller andra kan vara svårt att fastställa.

²⁸ Se t.ex. Giroux och Hilpert (2009) som redovisar ett antal skattningar av priseffekter av attacker på energiinfrastrukturen.

2.1.5 Olika aktörsperspektiv

Beroende på vilken aktör som studeras kommer värderingen av olika energisäkerhetsaspekter att skilja sig åt. Detta är rimligt eftersom säkerhet inte är någon universellt mätbar storhet utan alltid måste vara ”någons säkerhet”. Säkerhetsbegreppet har alltså i sig en subjektiv karaktär, exempelvis har olika aktörer olika typer av beroenden. Vidare har olika aktörer olika rådighet, kapacitet och verktyg att påverka säkerheten. Vad som är att se som ett hot och vad som är en sårbarhet beror också på vilka systemavgränsningar som görs.

En energikonsument kan med det egna systemet som avgränsning identifiera ett hot i form av exempelvis bortfall av elleveranser. Orsaken till bortfallet är av mindre betydelse. Sårbarheten i systemet kan mätas som i vilken grad man kan hantera bortfallet, t.ex. förmågan hos en byggnad att motstå utkylning, tillgång på alternativa metoder för uppvärmning och belysning. Sårbarheter kan också finnas i systemet genom svårigheter att laga mat och få tillgång till information vid bortfall av el. Hotet kan också vara i form av kraftiga prishöjningar där sårbarheten bestäms såväl av energianvändningsnivåer som av de ekonomiska resurser konsumenten har tillgängliga.

Från ett energiföretags perspektiv kan hoten bestå av stormar som hotar distributionsledningarna eller att bränsleleveranser till en produktionsanläggning faller bort. Sårbarheten i systemet kan exempelvis mätas som i vilken grad eldistributionen hotas av fallande träd eller i vilken grad alternativa produktionsanläggningar kan tas i drift som ersättning för produktionsanläggningar som inte kan utnyttjas.

Från statens perspektiv är hotbilden kanske mer komplex då man har ett övergripande ansvar för samhällets funktion, liksom i viss mån människors liv och hälsa i vid bemärkelse. Där kan hoten handla om säkerhetspolitiska konsekvenser av att externa aktörer utnyttjar energin för olika ändamål, att medborgarnas säkerhet hotas av att tillgången på energi stryps eller att samhällsekonomin utsätts för chockeffekter av kraftigt stegrande priser. Staten besitter samtidigt såväl politiska som ekonomiska medel för att minska både hot och sårbarheter. Man har också möjligheter att genom lagstiftning tvinga andra aktörer att agera på ett sådant sätt att samhällets sårbarheter minskar.

2.2 Olika sätt att förhålla sig till hot och störningar mot energisäkerheten

Som utgångspunkt för en diskussion av olika förhållningssätt till energisäkerhet och beroenden tar vi olika möjliga hot och störningar mot en brett definierad energisäkerhet. De kan sammanfattas i följande punkter som redan diskuterats ovan:

- Leveransavbrott
- Prischocker
- Energi som maktmedel (som i sin tur kan leda till leveransavbrott, prischocker och miljöhot)
- (Långsiktigt höga prisnivåer)
- (Miljö- och hälsopåverkan)

I denna rapport har vi som ovan nämnts valt att inte fokusera på störningarna ”långsiktigt höga prisnivåer” och ”miljö- och hälsopåverkan” (inom parentes ovan). Detta eftersom det är tveksamt om dessa ska kopplas till energisäkerhetsområdet då aspekterna oftast hänförs till andra energipolitiska mål (konkurrenskraft och hållbarhet). Det bör dock noteras att flera åtgärder, till exempel i form av investeringar i ny produktionskapacitet, kommer att ha betydelse för att minska risken både för generellt höga prisnivåer och för prischocker.

Störningar kan uppkomma av flera konkreta skäl nämligen:

- Obalans mellan tillförselkapacitet och efterfrågan
- Tekniska fel/olyckor
- Väderhändelser
- Terrorattacker, krigshandlingar eller blockader

Störningarna kan vara orsakade såväl av mänskligt beteende som naturligt betingade. Störningarna ovan kan, trots att de är av olika karaktär, ha liknande grundorsaker. Till exempel kan såväl obalans mellan tillförselkapacitet och efterfrågan som tekniska fel uppkomma på grund av otillräckliga investeringar i det tekniska systemet. Väderhändelsers påverkan på eldistributionen kan i sin tur bero på i vilken grad man har investerat i exempelvis jordkablar. Slutligen kan betydelsen av en terrorattack mot ett raffinaderi eller blockad mot ett oljeproducerande land bero på hur stor reservkapacitet som finns.

Det finns många sätt att strukturera möjliga strategier för att minska hot, störningar och sårbarheter. Ett sätt som tar sin utgångspunkt i skydd av samhällsviktig infrastruktur är att som Fischer m.fl. (2005) dela upp de handlingsalternativ som finns i fem kategorier:

- Eliminering av sårbarheter/hot
- Reducering av sannolikheter att sårbarheter/hot realiseras
- Minska effekten av realiserade sårbarheter/hot
- Akut hantering av realiserade hot

- Återgång till normaltillstånd

De första tre punkterna är i huvudsak förebyggande medan de två senare är mer akut hanterande och återställande.

Ett annat sätt att strukturera olika förhållningssätt kan vara att ta sin utgångspunkt i beroenden och välja att skilja mellan sådana som:

- minskar beroendet av externa aktörer (t.ex. energieffektivisering, diversifiering, flexibilitet),
- accepterar och hanterar beroenden av andra aktörer (t.ex. förlitande på internationella marknader, internationella avtal och ägande samt investeringar i utlandet, militärt skydd av viktiga flöden och av fungerande marknader),
- skyddar mot avbrott och energiknapphet samt hanterar effekter av sådana störningar (t.ex. investeringar i tillförlitlighet, lagring, ransonering).

Olika länder och aktörer kan välja bland en uppsättning olika sätt att öka sin energisäkerhet och minska *risk*en och/eller *sårbarheten* för störningar.²⁹ Ett antal av dessa kommer att beskrivas i avsnitten 2.2.1 – 2.2.10. Urvalet har gjorts för att exemplifiera olika typer av förhållningssätt som sammantaget täcker in de flesta typer av störningar.

En del av strategierna fungerar bäst mot avbrott medan andra framför allt är adekvata i förhållande till plötsliga prisförändringar. Några strategier fungerar främst för att hantera risken för avbrott i *tillförsel av insatsvaror* (t.ex. råolja, gas) medan andra framför allt är inriktade på att hantera störningar vid *distribution* av bensin, värme el m.m. till slutlig användare. Slutligen kan en del strategier fungera för att hantera både avbrott och prisförändringar (t.ex. flexibilitet i slutanvändarledet). I allmänhet använder sig aktörer av flera av de olika strategierna parallellt.

En del strategier kan fungera på nationell nivå till exempel energieffektivisering eller diversifiering av den egna energitillförseln. Detsamma gäller åtgärder som ska stödja systemens funktionalitet, till exempel förstärkning av eldistributionssystem.

Andra strategier syftar i stället till att skapa en marginal i de globala tillförselsystemen. Denna marginal kan fungera som en buffert mot störningar. Metoderna kan till exempel innebära överkapacitet i oljeproduktion och distribution, internationella regelverk för lagerhållning och skydd av

²⁹ Vi definierar här risken på ett traditionellt sätt som produkten av sannolikheten för och omfattningen av en störning. Med sårbarhet menar vi den utsatthet *aktörer* och/eller *system* uppvisar mot motsvarande störning.

internationella handelsflöden mot terrorister och pirater. Här är det endast i begränsad grad som problemet kan ses strikt nationellt. Viljan från ett enskilt land att bidra till att bygga upp en redundans i det globala systemet kan vara begränsad då det kan leda till "gratisåkarbeteende" där länder som inte bidragit ändå kan dra nytta av effekterna av investeringarna. Att t.ex. ha en oanvänd oljeproduktionskapacitet leder till en kostnad för ägaren men nyttan, genom minskad risk för knapphet på marknaden, tillfaller samtliga aktörer.

Det bör också noteras att uppbyggandet av redundans i systemet kan stå i konflikt med mål om effektivitet och låga kostnader. Energimyndigheten noterar till exempel att det inte går att lösa allas behov med tanke på tekniska begränsningar och miljökrav.³⁰ Skydd mot störningar kommer alltid att ge upphov till extra kostnader som får vägas mot värdet av störningsfrihet.

2.2.1 Energieffektivisering

Energieffektivisering är en nyckelfaktor för att minska energisystemets miljöpåverkan. Den minskar samtidigt exponeringen mot och sårbarheten för kraftiga prisförändringar och underlättar på systemnivå att hantera kvantitetsbegränsningar. Detta gör att energieffektivisering kan vara en nyckelfaktor inom energisäkerhetsarbetet, vilket bland annat betonas i Kina³¹ och inom EU.

Däremot innebär effektiviseringar inte i allmänhet att man kan hantera tillfälliga avbrott i tillförseln bättre även om vissa effektiviseringar minskar *sårbarheten* för ett avbrott i energidistribution. Det gäller t.ex. för byggnader där byggnadsskal med små energiförluster har förmågan att motstå utkylning under en längre period än en byggnad med större värmeförluster.³² Detsamma gäller fall när energi kan lagras och där effektiviseringen har gjort att lagrad energimängd räcker längre än vad som skulle ha varit fallet utan effektivisering.

En förutsättning för det senare är naturligtvis att lagernivåerna inte har krympts i samband med effektiviseringen. Av ekonomiska skäl är det dock sannolikt att man anpassar lagringen som en följd av minskad energianvändning. På samma sätt finns det en risk att elproduktionskapaciteten anpassas till en minskad efterfrågan vilket innebär att reservkapaciteten på sikt inte självklart blir större i ett energieffektivt system.

³⁰ Energimyndigheten (2008a).

³¹ Howell (2009).

³² Se t.ex. Energimyndigheten (2007b).

2.2.2 Diversifiering och flexibilitet

En diversifierad energitillförsel lyfts ofta fram som en strategi för ökad energisäkerhet. Flera av de index som används för att mäta energisäkerhet är kopplade till diversifiering mellan olika energislag och leverantörer.³³ Det är rimligt att en mer diversifierad energimix bör ge minskad sårbarhet i den totala ekonomin för plötsligt ökade priser på enskilda energibärare.³⁴

En aspekt som kan vara minst lika viktig som diversitet är flexibilitet, d.v.s. möjligheterna att agera vid avbrott eller plötsliga prishöjningar. Denna flexibilitet kan finnas både hos slutanvändaren, till exempel i form av möjlighet att byta energibärare i ett flexifuelfordon, en kombipanna, och på producentsidan i fjärrvärme- eller elsystemen. Den kan också finnas genom att man kan variera primärenergikällan för ett visst bränsle t.ex. mellan konventionell petroleumdiesel och syntetisk diesel (FT-diesel) från kol och biomassa. Slutligen skulle flexibiliteten kunna innebära ett oberoende av energi i sig, till exempel genom att man valt att bosätta sig så att man kan välja att cykla till arbetet i stället för att köra bil.

Nivån av flexibilitet kan också påverkas av bindningen till specifika leverantörer vilket i sin tur kan bero på kontraktsförhållanden eller i vilken grad flera leverantörer har tillträde till infrastruktursystem som el- och gasledningar.

I vissa system kan det finnas en koppling mellan diversitet och flexibilitet. Exempelvis har ett fjärrvärmesystem som har flera olika produktionsanläggningar och energislag större möjligheter att vara flexibelt och reagera på prisförändringar än ett system som enbart utnyttjar ett energislag, t.ex. om naturgas används som enda bränsle för byggnadsuppvärmning eller processändamål. Det är snarare flexibilitet än diversifiering som ökar säkerheten vid avbrott i leveranserna.

2.2.3 Inhemsk energi

Ett sätt att minska beroendet av importerad energi är att utöka utvinningen av inhemsk energi. Att minska beroendet av fossila bränslen med inhemsk energi kan ske på flera sätt:

- Investera i utvinning av egna fossila resurser inom erkända nationella gränser.
- Hävda överhöghet över områden som traditionellt inte tillhört det egna nationella området. Exempel på detta finns från Kina där man 1992 utökade

³³ Se t.ex. Grubb m.fl. (2006) och Kruyt m.fl. (2009).

³⁴ Det är dock inte ovanligt att konkurrerande energibärare följer varandra prismässigt.

definitionen av vad som är det egna territorialvattnet³⁵ och från intressekonflikterna kring Arktis.

- Substituera fossila bränslen med andra inhemska bränslen (givet att landet i fråga inte själv producerar just dessa fossila bränslen). Ett exempel är substitution av olja och kol med biobränsle och torv. I Sverige var det initialt ett viktigt skäl att stödja dessa bränslen även om motiveringen för bioenergi idag snarare kommer av miljöskäl. I andra länder har oljeskiffer och tjärsand som råvara för olja varit av intresse.
- Substituera fossila bränslen med el från till exempel inhemsk vattenkraft och kärnkraft. Denna strategi har också varit viktig i Sverige efter oljekrisen då olja för uppvärmning och inom industrin till stor del ersattes med el.

I många fall kan den inhemska produktionen stå i konflikt med lokala miljöintressen. Så innebär till exempel utnyttjandet av tjärsand och oljeskiffer stora intrång i miljön genom brytning i dagbrott. Vindkraft uppfattas av en del som kraftiga intrång i naturmiljön vilket kan bromsa expansionen. Och även om man anser att alternativen är att föredra kan byggperioden vara lång och komplicerade regelverk för tillståndsgivning leda till långsamma processer. Tillsammans ger det en lång tidsrymd mellan det att planeringen initieras och färdig produktion.³⁶

Förutom förenklad planering kan det krävas olika former av ekonomiska incitament för att öka den inhemska produktionen. Det är inte självklart att styrmedel som stöder inhemsk produktion är förenliga med olika frihandelsregler och för Sveriges del med EU:s statsstödsregler. Däremot kan, enligt EU:s statsstödsregler, vissa stöd accepteras av miljöskäl vilket kan möjliggöra stöd till miljömässigt bra inhemsk produktion.

Värt att notera är att en ökad inhemsk expansion av intermittent elproduktion³⁷ som vindkraft och solel visserligen minskar beroendet av externa energileveranser men kan introducera nya sårbarheter och behov av ny reservkapacitet.

2.2.4 Marknaden ordnar energisäkerheten

En utgångspunkt är att helt enkelt utgå från att marknaden klarar av att skapa en tillräcklig energisäkerhet exempelvis genom att skapa stabila och låga priser på t.ex. olja. Detta är en utgångspunkt som intas av USA och många andra länder

³⁵ Kiesow (2004).

³⁶ Exempelvis tog bygget av det finska kärnkraftsverket i Lovisa cirka 10 år. Som kontrast tog bygget av Rya kraftvärmeverk endast drygt två år. Då hade emellertid planeringsprocessen pågått under många år. I Sverige har den tid som åtgått för tillståndsgivning för vindkraftverk kunnat uppgå till uppemot 7-8 år.

³⁷ Med intermittent elproduktion menas varierande, icke reglerbar produktion.

inklusive Sverige. Genom prismekanismen förväntas marknaden se till att produktion och efterfrågan balanseras och att ökande knapphet på kort och lång sikt speglas i priset. Viktigt för en väl fungerande internationell marknad är bl.a.

- att det finns transparent information om resurstillgångar och tillgängliga produktionsresurser,
- att leverantörsländerna är stabila så att inte leveranserna störs av andra skäl än de ekonomiska, samt
- att enskilda aktörer inte är så dominerande att de kan utöva marknadsmakt³⁸.

Flera av ovanstående villkor kan störas när dominerande aktörer hemlighåller eller redovisar felaktiga uppgifter, har omfattande interna konflikter som t.ex. i Nigeria, Sudan och Etiopien eller har en dominerande ställning på marknaden (t.ex. OPEC-kartellen³⁹). En specifik aspekt på oljemarknaden är att resurserna till stor del kontrolleras av statliga bolag.⁴⁰

Energimyndigheten (2007c) pekar på att störningar hos osäkra leverantörer, med en marknadslösning, spiller över på hela marknaden och det inte hjälper om ett lands import huvudsakligen kommer från andra säkra leverantörer. Till exempel får en störning i Mellanöstern genomslag på de priser som Sverige betalar även om importen från regionen är minimal.

Utgångspunkten för att marknaden ska kunna förhindra att bristsituationer uppkommer är att investeringar i tillräcklig produktions- och distributionskapacitet kommer att ske om efterfrågan ökar eller tillgänglig produktionskapacitet minskar för snabbt. Som ovan nämnts är trögheten i energisystemen stor. På oljesidan kan tidsspannet från det att man börjar söka efter olja till dess att den kan börja levereras till marknaden vara 8-10 år.⁴¹ I industrialiserade länder är det mycket svårt att idag utvidga eller uppgradera raffinaderier på grund av miljöregleringar och lokal opposition.⁴² Reservkapaciteten för både oljeutvinning och raffinering har minskat under de senaste decennierna.⁴³

IEA (2008a) pekar på ett antal hinder för att tillräckliga investeringar i produktionskapacitet inom oljeområdet ska komma till stånd:

³⁸ Marknadsmakt kan definieras som förmågan att höja priset över den nivå som gäller på en marknad med perfekt konkurrens.

³⁹ I OPEC ingår Algeriet, Angola, Ecuador, Iran, Irak, Kuwait, Libyen, Nigeria, Qatar, Saudiarabien, Förenade Arabemiraten, Venezuela.

⁴⁰ Enligt US Energy Information Administration (2009) svarade statligt kontrollerade företag år 2007 för 52 % av oljeproduktionen och innehade 86 % av oljereserverna.

⁴¹ Luft och Korin (2009).

⁴² Kesicki (2010).

⁴³ Se t.ex. Umbach (2010) och Kesicki (2010).

- Policys hos resursrika länder. Flera länder beslutar att utvinna oljan från sina resurser långsammare. Höga oljepriser kan till och med leda till mindre investeringar eftersom intäkterna vid höga priser blir *tillräckliga* även vid mindre kvantiteter.
- Lönsamma investeringsmöjligheter för privata bolag saknas, till exempel genom höga skatter eller royaltyn.
- Politiska begränsningar. Krig, inbördes konflikter, risk för sanktioner m.m. minskar intresset att investera i många länder. Denna post innehåller både faktorer som rör säkerheten vid utvinningen av resursen och risken att någon, t.ex. ett enskilt land, en grupp av länder eller världssamfundet, använder energin som påtryckningsmedel.
- Brist på personal och utrustning. Brist på dessa resurser anses vara en viktig orsak till stigande utvinningskostnader under senare år.

Kopplat till perspektivet att förlita sig på välfungerande internationella marknader kan vara strategier att vidga marknaden genom att koppla ihop energisystem som traditionellt varit nationella och regionala som till exempel elsystemet. Som ett alternativ till utbyggnad av inhemsk (eller lokal) produktionskapacitet kan man säkra tillförsel av el genom utbyggd transmissionskapacitet från områden med stor elproduktionskapacitet till områden med stor användning. Det svenska nätet är sammankopplat med Danmark, Tyskland, Polen, Finland och Norge. Vålutvecklade planer finns för ytterligare sammankoppling, bl.a. med Litauen genom kabeln Nordbalt. Sammankopplingen innebär att respektive land kan ha mindre mängd reservkraft än vad som skulle ha varit fallet utan utlandskopplingen. Bland annat kan vattenkraften som varierar kraftigt år från år balanseras av dansk kolkraft.

Liknande distributionsaspekter som för el kan uppkomma för naturgas där fullt utnyttjande av kapaciteten kan leda till knapphet varför ny kapacitet kan bli nödvändig. Skapandet av ny överföringskapacitet kan dessutom möjliggöra minskat beroende av en enskild gasleverantör. Den satsning på den så kallade södra gaskorridoren som görs bl.a. från EU:s sida är ett sätt att utvidga gasmarknaden och minska beroendet av enskilda aktörer.⁴⁴ Detsamma gäller ökade satsningar på LNG.

Tillträde till befintliga nät för flera aktörer ökar också konkurrensen på marknaden och minskar beroendet av enskilda leverantörer. Noël (2008) lyfter fram skapandet av fungerande inhemska marknader för gas som central för att stärka energisäkerheten för EU. Ökad konkurrens på både el- och gasmarknad har varit centralt i EU:s gemensamma energipolitik även om viljan att implementera beslutade direktiv har varierat mellan medlemsstaterna.

⁴⁴ EG kommissionen (2008).

2.2.5 Långsiktiga avtal och investeringar i utlandet

Ett annat sätt på vilket en nation eller grupp av länder kan säkra tillgång till energi är genom strategiska partnerskap i form av långsiktiga avtal och egna investeringar i produktions- och distributionsanläggningar. Ett exempel på en sådan strategi kan man se hos Kina som börjat spela en aktiv roll i Afrika och Latinamerika. Man investerar också i rörledningar till de centralasiatiska länderna och till nya leveranspunkter som Burma.⁴⁵ Enligt uppgifter vill Kina köpa en sjättedel av de nigerianska oljereserverna.⁴⁶

Denna strategi för ökad energisäkerhet kan tyckas mest naturlig för länder där den nationella energitillförseln huvudsakligen domineras av statligt ägda bolag. Länder (och författare) som tar en utgångspunkt i fria energimarknader (som t.ex. Sverige) argumenterar emot denna typ av strategi och menar att energisäkerheten minskar. Värt att notera är att på olje- och gasproduktionssidan dominerar statliga företag eller företag som domineras av statliga aktörer helt och hållet, och i länder som Saudiarabien släpps inte utländska företag in annat än som underkontraktörer.⁴⁷ I bl.a. Ryssland och Venezuela finns en trend i riktning mot ökat statligt ägande eller statligt inflytande även i icke-statliga bolag.⁴⁸ Strategiska partnerskap kan dock även vara att skapa ömsesidiga energiberoenden för att säkerställa produktion och leveranser.⁴⁹

2.2.6 Militära insatser och politiska påtryckningar

Militära insatser kan vara aktuella för att säkra produktion och distribution av energi men också för att säkra marknadens funktion i vid bemärkelse. Att kunna avvärja hot mot de olika delarna av energikedjan är som antytts en nyckel till att t.ex. en marknadslösning ska kunna fungera.

I detta sammanhang kan det vara värt att notera att den åtskillnad mellan marknad och politik – och därmed indirekt möjligheten och viljan att initiera militära insatser – som ofta tas för given i mycket av den västliga energidebatten inte är självklar i alla delar av världen. I många länder går ekonomisk makt hand i hand med politisk makt, och kan därmed också vara nära kopplad till politikens förlängda arm i form av militär och polisiär maktutövning.

Exempelvis har Kinas växande energibehov, som nämnts i föregående avsnitt, lett till att man köpt upp energifyndigheter i olika delar av Centralasien, Afrika och Sydamerika. På flera av dessa platser har kinesiska säkerhetsstyrkor baserats

⁴⁵ Kiesow (2004); Howell (2009).

⁴⁶ Kina satsar på olja i Nigeria. Svenska Dagbladet, 30 september 2009.

⁴⁷ IEA (2008a).

⁴⁸ Se t.ex. Larsson (2007).

⁴⁹ Se t.ex. Dirmoser (2007).

och örlogsfartyg kan i framtiden komma att konvojera energitransporter i större omfattning än idag.

Ett annat exempel är direkta samarbeten mellan försvarsmakter och energibolag. I Kaspiska havet och i Barents hav har ett omfattande samarbete mellan energibolag och den ryska försvarsmakten vuxit fram. Man utnyttjar bl.a. varandras transport- och kommunikationsinfrastruktur. Motsvarande samspel finns också mellan amerikansk militär, amerikanska säkerhetsföretag och företag med energiintressen i berörda delar av Mellanöstern.⁵⁰

Utifrån ett mer västligt orienterat perspektiv kan militära insatser användas för att säkra energimarknaden med syfte att upprätthålla en stabil energiförsörjning. Det kan handla om militär närvaro för att skydda transportflöden och energiinfrastruktur mot pirater och terrorister. I flera områden som är centrala för distribution som Hormuzsundet, Adenviken, Malackasundet etc. sker störningar i distributionen genom attacker av pirater. Många länder skickar därför militära styrkor för att skydda distributionen. Det kan dock vara värt att notera att trots att militära enheter från olika länder samverkar så kan de ha delvis olika syften. Exempelvis har Kina styrkor i både Adenviken och Malackasundet och åtminstone i det sistnämnda fallet handlar det sannolikt i första hand om att trygga den egna tillförseln snarare än att säkra den globala energimarknaden i vid bemärkelse.

Det nationella militära energisäkerhetsperspektivet kan som sagt vara dels ett uttryck för en befintlig nära koppling mellan ekonomisk, politisk och militär makt, dels en strävan att bidra till en stabil marknad. Aktörens kapacitet har givetvis också betydelse för vad man kan tänkas företa sig. För en aktör med liten militär förmåga finns knappast något annat val än att förlita sig på fungerande marknader och göra sitt bästa för att upprätthålla dessa medan stormakter också har möjlighet att välja unilaterala åtgärder för att säkra energiförsörjningen.

Men även för små aktörer kan försvarsmakten spela en roll för energiförsörjningen inom landets gränser samt i närområdet, t.ex. genom att skydda infrastruktur av stor betydelse. Det kan också handla om att med egna styrkor försöka balansera någon annan nations militära närvaro, som i sin tur har motiverats av energisäkerhetsskäl. I detta sammanhang kan det för svensk del vara värt att notera att export av rysk olja via fartyg genom Östersjön förväntas öka och att gasledningen Nord Stream förväntas tas i full drift 2012. Vidare kan på medellång sikt energirelaterade aktiviteter öka i Arktisregionen, vilket också skulle innebära mer transporter på Västerhavet.⁵¹

⁵⁰ Jonsson m.fl. (2009).

⁵¹ Jonsson m.fl. (2009).

Huruvida energifrågan har varit drivande för militära insatser i Afghanistan, Irak m.m. har diskuterats flitigt. De som argumenterar för att energin har haft betydelse hänvisar till den s.k. Carterdoktrinen där försök att ta kontroll över Persiska viken sågs som ett hot mot oljans fria rörlighet och därmed ansågs vara ett hot mot USA:s vitala intressen. Detta kunde motivera användning av militärt våld.⁵² De som invänder mot till exempel oljans roll i Irakkriget pekar bl.a. på att det hade varit mycket enklare och billigare att säkra en trygg energitillförsel genom att ta bort sanktionerna mot Saddam Husseins regim. De skador som en militär insats ger på infrastrukturen och svårigheterna att skydda densamma talar också mot att militära insatser skulle vara kostnadseffektiva strategier.⁵³

Mycket av de strider som man tydligt kan koppla till förekomsten av energiråvaror hänger inte samman med beroenden mellan konsumenter och producenter. I stället är de kopplade till de ekonomiska värden som hör ihop med kontrollen av energikällorna och de svaga statsbildningar som finns i anknytning till dessa källor. Stora oljeintäkter tenderar att öka korruption, auktoritärt styrelseskick, ojämn fördelning, ekonomisk stagnation och socialt missnöje.⁵⁴

Vissa råvarurika länder (t.ex. Ryssland) använder sig av energin som politiskt medel för att uppnå olika säkerhetspolitiska mål. Men denna påtryckningsmöjlighet finns även i andra riktningen där olika former av embargo mot energiexportörer kan fungera som påtryckningsmedel för att uppnå politiska mål.

En typ av militärt stöd som vi inte räknar in i denna typ av militära insatser är det som den svenska Försvarsmakten kan lämna vid t.ex. elavbrott. Denna del hör snarast hemma under avsnitt 2.2.10 Hantering av avbrott.

2.2.7 Investering i teknisk tillförlitlighet, säkerhet och kapacitet

Ett sätt att minska risken för och sårbarheten av ett avbrott är att förbättra de tekniska systemen. Detta gäller alla delar av energikedjan från utvinning, raffinaderier och elproduktionsanläggningar till distribution.

Inom distributionsområdet kan en strategi att förbättra det lokala ledningsnätet vara av stor betydelse eftersom olika ledningstyper (oisolerade luftledningar, isolerade luftledningar, jordkablar) skiljer sig åt avseende avbrottsrisk.⁵⁵ Andelen jordkabel i lokalnäten ökar i takt med att elnätföretagen vädersäkrar elnäten.⁵⁶ Trädsäkring av ledningsgator kan också minska risken för avbrott. Skapande av

⁵² Se t.ex. Klare (2009).

⁵³ Se t.ex. Fettweis (2009).

⁵⁴ Luft och Korin (2009).

⁵⁵ Se t.ex. Energimyndigheten (2007c).

⁵⁶ Energimyndigheten (2008a).

tekniska förutsättningar för att elsystemet ska kunna utnyttja ödrift⁵⁷ kan också minska konsekvenserna av störningar i elsystemet.

För att minska miljöpåverkan av oljeolyckor är investeringar i säkrare oljefartyg av stor betydelse. Dubbelskroviga fartyg är ett exempel på teknisk lösning som kan minska risken för allvarlig miljöpåverkan från oljetransporter.

Särskilt inom elsystemet är tillräcklig produktionskapacitet för att hantera hög efterfrågan och bortfall av enskilda anläggningar viktig. Investeringar i tillräcklig kapacitet är därför av central betydelse för det tekniska systemets funktionalitet. Även distributionssystemet behöver dimensioneras för att kunna hantera obalanser mellan olika områden vad gäller produktion och användning. Dessa behov kan komma att förändras över tiden genom ökad betydelse av nya elproduktionsformer som till exempel vindkraft. Lokal reservkraft som kan användas för att hantera störningar är viktiga för att upprätthålla samhällsfunktioner och skydda hälsa och miljö.

2.2.8 Lagring

Lagring av energi är ett naturligt sätt att hantera korta eller medellånga tillförselproblem. Lagring av importerade produkter utgjorde före 1990-talet en mycket viktig del av beredskapsåtgärderna på bränsle- och drivmedelsområdet.⁵⁸ Det finns både internationella avtal och EU-direktiv som ålägger IEA:s respektive EU:s medlemsländer att lagra motsvarande 90 dagars nettoimport (IEA)⁵⁹ respektive 90 dagars konsumtion av vissa utpekade kvantiteter (EU).⁶⁰ I vissa länder sker central lagring i statlig försorg medan flera andra länder ålägger aktörerna på oljemarknaden att lagra motsvarande mängder.⁶¹

Beredskapslagren av kärnbränsle utvecklades 1999 mot bakgrund av marknadsläget för anrikat uran och Euratoms försörjningssystem.⁶² I samband med orkanerna i Mexikanska golfen år 2005 uppmanade IEA en rad länder att ta sina beredskapslager i bruk. Denna åtgärd begränsade de prisökningar som annars kunde förväntas från bortfallet av främst raffinerade produkter. Även i Sverige frisläpptes för första gången delar av beredskapslagret av bensin till marknaden.⁶³

⁵⁷ Ett driftsätt då elsystemet drivs i ett eller flera separerade elsystem.

⁵⁸ Regeringen (2002).

⁵⁹ IEA (1974).

⁶⁰ EU (2006). Ett nytt direktiv som specificerar lagringsskyldigheten har under hösten 2009 beslutats av rådet och ska träda i kraft 2012. I det definieras att lagret ska motsvara antingen 90 dagars nettoimport eller 61 % av inhemsk konsumtion beroende på vilket av dessa som är störst.

⁶¹ Energimyndigheten (2000).

⁶² Regeringen (2002).

⁶³ För en mer detaljerad beskrivning se Energimyndigheten (2008b).

För el är förutsättningarna för mer långsiktig lagring sämre med höga kostnader för till exempel batterier. Däremot kan de energiresurser som kan användas för elproduktion lagras. Det gäller olika bränslen men ännu mer betydelsefullt för elsystemets funktion är lagring av vatten i dammar vilka regelmässigt används för att balansera efterfrågan och tillförsel på el. Pumpkraftverk är ytterligare ett sätt att hantera effektproblematiken. Slutligen kan el omvandlas till vätgas som sedan kan användas i bränsleceller för elproduktion. Problemet med i synnerhet den senare metoden är att lagringen är förenad med stora energiförluster.

2.2.9 Ransonering och annan fördelning av energiresurser

Vid kvantitetsbegränsningar kan ransonering fungera som alternativ styrning till prismekanismen. Skälet till detta kan vara fördelningspolitiska eller att responsen på prisinstrumentet inte är tillräcklig.

Ransonering har använts för ett stort antal varor i samband med leveransbortfall, inte minst under krigssituationer. I samband med oljekrisen 1973/74 var bensinransonering i drift i Sverige under tre veckor i början av 1974. Möjligheter till ransonering av varor regleras i Sverige i Ransoneringslagen (1978:268).

I den nyligen redovisade ransoneringsutredningen⁶⁴ argumenterar man att försörjningskriser huvudsakligen är att se som fördelningspolitiska kriser och att fördelningsproblematiken helst bör hanteras med obundna medel som skatter och bidrag framför marknadsingrepp som ransonering, prisreglering och förfoganden för att hantera fördelningsproblematiken. Man identifierar ett flertal problem med ransonering och prisreglering i att de minskar incitamentet för både producenter och konsumenter att reagera på knapphetstendenser.

Utredningen pekar dock ut elsystemet som ett område där starka negativa externa effekter, när elnätet hotas av överbelastning, kan motivera beskattning och ransonering. Vid snabba förlopp bedöms ransonering vara mest ändamålsenligt.⁶⁵

Energimyndigheten (2004a) pekar på behovet att kunna prioritera mellan olika elkunder för att kunna hantera belastningar på elnätet. Det kan t.ex. gälla när Svenska kraftnät vid effektbrist beordrar nätföretagen att koppla från last. Ett annat tillfälle kan vara när man med begränsad effekt önskar tillkoppla delar av nätet efter långvarigt elavbrott. Energimyndigheten har i projektet Styrel arbetat fram ett förslag på hur regelverket kan ändras för att möjliggöra att leverans till för samhället viktiga verksamheter kan prioriteras.⁶⁶ I Energimyndighetens förslag får länsstyrelsen en viktig roll.

⁶⁴ Utredningen om översyn av ransoneringslagen och prisregleringslagen (2009a).

⁶⁵ Utredningen om översyn av ransoneringslagen och prisregleringslagen (2009b), s 80.

⁶⁶ Energimyndigheten (2007d).

De Nooij et al. (2009) visar att valet av metod för prioritering/ransonerings av el mellan olika kunder har betydelse för kostnaden av ett bortfall. Enligt författarna kan man genom optimal styrning minska kostnaderna med 62-93 % jämfört med slumpmässig prioritering beroende på när på dygnet avbrottet sker. Denna prioritering utgår från att man vid ett ransoneringsbehov främst ska minska leveransen av den el som bidrar minst till välfärden. För detta görs värderingar av kostnaden för avbrott för olika typer av produktion och konsumtion.⁶⁷

2.2.10 Hantering av avbrott

Ett ytterligare handlingsalternativ som alltid kommer att behöva finnas tillgängligt är att kunna hantera ett avbrott i energiförsörjningen (fullständig försörjningsstrygghet är som ovan sagts inte ekonomiskt rimlig). Lokala avbrott kan hanteras genom att utnyttja befintliga reservkraftverk, inrätta värmestugor, placera ut vatten- och teleresurser m.m. I samband med denna typ av händelser utnyttjas Försvarsmaktens resurser ofta. Under stormen Gudrun var till exempel närmare 3000 officerare, värnpliktiga och hemvärnsmän aktiva. Mycket av ansvaret för att hantera ett avbrott faller dessutom på den enskilda medborgaren.

En viktig näraliggande aspekt vid avbrott är att så snabbt som möjligt återställa systemet till funktionsduglighet. För detta kan krävas tillgång på exempelvis reparationsutrustning och utbildade reparatörer. Dessa resurser kan finnas lokalt men också säkras genom överenskommelser mellan olika företag och länder. I samband med stormen Gudrun flögs till exempel linjereparatörer och montörer flögs in från såväl andra delar av landet som andra länder.⁶⁸

2.2.11 En preliminär sammanfattning av förhållningssätten

De olika förhållningssätten skiljer sig genom i vilken grad de syftar till att reducera risken för negativa händelser respektive i vilken grad de syftar till att reducera sårbarheten. I Tabell 1 görs ett försök att strukturera de olika förhållningssätten utifrån i vilken grad de minskar risker eller sårbarheter för de fem olika hoten och störningarna ovan. Det bör noteras att i vilken grad man kan påverka risker och sårbarheter beror på land, typ av energislag och från vilken aktörs perspektiv man studerar frågan.

De olika förhållningssätten kan också förväntas fungera olika bra på olika nivåer. Medan till exempel en tilltro till internationella marknader för att säkerställa en trygg oljetillförsel fordrar att tillräckligt många andra länder har samma inställning kan ansvaret för hantering av leveransavbrott i större grad falla på

⁶⁷ Se även de Nooij m.fl. (2007).

⁶⁸ Energimyndigheten (2005a).

lokala och regionala aktörer inklusive individer och företag oberoende av vad som sker på den internationella arenan, se Tabell 2.

Tabell 1. En skiss över hur olika förhållningssätt till energisäkerheter kan minska risken (R) (sannolikheten och konsekvensen) och sårbarheten (S) för en viss typ av negativa effekter.

	Avbrott	Prischock	Energi som maktmedel	Långsiktigt höga priser	Miljö- och hälsa
Effektivisering		S	S	S	R
Diversifiering		S	S		
Flexibilitet	S	S	S		
Inhemsk energi	R		S	R	R?
Internationella marknader		R	S	R	
Långsiktiga avtal, investeringar		R		R	
Militära insatser mm	R	R	R		
Investering i tillförlitlighet, teknisk säkerhet, reservkapacitet	R	R			R
Lagring	S	S			
Ransonering	S	S			
Hantering avbrott	S				

Tabell 2. En tentativ skiss över var ansvaret kan fördelas för att trygg energiförsörjning ska kunna säkras i samhället.

	Internationell	Nationell	Regional, Lokal	Individ, företag
Effektivisering	X	X	X	X
Diversifiering		X	X	X
Flexibilitet				X
Inhemsk produktion		X		
Internationella marknader	X			
Långsiktiga avtal, investeringar		X		X
Militära insatser mm	X	X		
Investering i tillförlitlighet, teknisk säkerhet, reservkapacitet		X	X	X
Lagring	X	X	X	X
Ransonering	X	X	X	
Hantering avbrott			X	X

2.3 Olika sätt att kvantifiera energisäkerhet

De metoder som har använts för att kvantifiera energisäkerhet är baserade dels på olika former av index som huvudsakligen på olika sätt speglar beroenden, dels på olika försök att skatta kostnader av eventuella avbrott eller plötsliga prisfluktuationer, militära kostnader för att säkra tillförseln m.m.

2.3.1 Index för energisäkerhet

Det finns många olika typer av index som används för att karaktärisera ett lands generella energisäkerhet. Fokus ligger oftast på energitillförsel där energisäkerhet oftast definieras på nationell nivå, antingen aggregerat eller på bränslenivå. Fokus ligger ofta på mått som speglar systemens energidiversitet. En brist i existerande studier är att de i liten grad utgår från användarsektorer där beroendet av enskilda energislag kan variera avsevärt.

Exempel på enkla index är⁶⁹:

- Resursskattningar
- Kvoter mellan reserver och produktion (R/P-kvoter)
- Diversitetsindex (t.ex. andel av bränsle i energitillförseln, andel av olika leverantörer i import)
- Importberoende
- Politisk stabilitet hos leverantörer
- Energipriser
- Andel koldioxidneutrala bränslen
- Energiintensitet (per BNP eller per capita)

Det finns mer komplicerade index som kombinerar flera av ovan nämnda faktorer. Till exempel har Jansen m.fl. (2004) skapat index som kombinerar diversitet avseende använda energislag och leverantörsländer med en politisk stabilitetsfaktor för dessa leverantörsländer samt en faktor som tar hänsyn till resursuttömning i form av ett uttömningsindex.

I IEA (2007a) använde man sig av två index för energisäkerhet. Ett är kopplat till risken för fysisk brist på marknader där priserna är reglerade. Detta index mäter andelen av ett lands totala energianvändning som försörjs av rörbaserad gasimport med oljeindexerade priskontrakt. Orsaken till att detta används som index på energisäkerhet är dels att rördistributionen försvårar byte av leverantör, dels att indexeringen förhindrar att priset anpassar sig uppåt vid en bristsituation vilket kan leda till leveransproblem. Det andra indexet är kopplat till prisrisken av en marknadskoncentration. I det indexet tas hänsyn till marknadskoncentrationen för de olika delmarknaderna (vilken kan hindra effektiv prisbildning m.m.), politisk stabilitet hos de olika leverantörsländerna (vilket kan påverka leveranssäkerheten) och den andel som de olika energislagen svarar för i energitillförseln (vilket påverkar sårbarheten). I en analys av Löschel m.fl. (2010) är det tydligt att ett inkluderande av politiska risker i ett energisäkerhetsindex påverkar bedömningen av hur energisäkerheten utvecklas över tiden jämfört med om de inte inkluderas.

Indexen för energisäkerhet har bland annat använts för att jämföra situationen mellan olika länder. Till exempel har Le Coq och Paltseva (2009) jämfört de olika EU-ländernas energisäkerhet och deras bidrag till EU:s totala energisäkerhet. Detta har gjorts dels med hjälp av ett index som speglar hur osäker energitillförseln är i de enskilda länderna, dels ett index som speglar det

⁶⁹ Krut m.fl. (2009).

enskilda landets bidrag till EU:s utsatthet för energirisker. I andra studier har man tittat på hur energisäkerheten har utvecklats över tiden. I Löschel m.fl. (2010) analyserar man hur energisäkerheten har utvecklats historiskt i ett urval länder och hur den framtida utvecklingen kan komma att påverka energisäkerhetssituationen.

I flera studier jämförs också med hjälp av index hur energisäkerheten utvecklas i olika scenarier som ofta men inte alltid speglar olika policyval. Grubb m.fl. (2006) studerar t.ex. hur diversiteten i Storbritanniens elsystem utvecklas under ett antal scenarier som sträcker sig till 2050. IEA (2007a) studerar hur energisäkerheten för ett urval länder påverkas av olika policys i el- och transportsektorerna. Krøyt m.fl. (2009) jämför utvecklingen av ett stort antal energisäkerhetsindikatorer i ett scenario med kraftfulla åtgärder för att minska klimatpåverkan med utvecklingen i ett referensscenario från OECD.⁷⁰ Man noterar att beroende av vilken indikator man väljer skiljer sig utfallet åt och att man därför inte kan förlita sig på en enda typ av indikator. Constantini m.fl. (2007) studerar med hjälp av flera olika indikatorer hur energisäkerheten förväntas utvecklas utifrån ett antal offentliga scenarier. Turton och Barreto (2006) använder sig av kvoten resurs/konsumtion för att mäta energisäkerhetsaspekten av olika policyscenarier. Jansen m.fl. (2004) har använt sina index för ett jämföra ett antal framtidsscenarier med avseende på energisäkerhet.

På delsystemnivå har SINTEF⁷¹ sammanställt möjliga index för elsystemets försörjningstrygghet.

- Energimix
- Energi- och effektbalans⁷²
- Antalet avbrott
- Avbrottslängd
- Icke-levererad energi⁷³
- Avbrottskostnader
- Kostnader för mycket långa avbrott (mer än 12 timmar)
- Felfrekvens

⁷⁰ Referensscenario utgår från att inga större förändringar i policy sker.

⁷¹ Kjølle (2009).

⁷² Möjlig producerad mängd elenergi i relation till efterfrågan respektive möjlig eleffekt relaterat till efterfrågan. Den första faktorn påverkas i mångt och mycket av hur mycket vatten som tillförs vattenkraftsdammarna.

⁷³ Den mängd energi som inte har levererats till konsument på grund av elavbrott.

- Antal linjereparatörer
- Antalet reservenheter
- Vegetationsskötsel (frekvens m.m.)

Flera liknande förslag på indikatorer för elsystemet har lyfts fram i en rapport som konsultföretaget Profu har gjort för Energimyndighetens räkning.⁷⁴ Där väljer man att lyfta fram femton indikatorer för elsektorn:

- Elproduktionens fördelning på olika energibärare och kraftslag
- Eleffektbalans
- Installerad effekt per produktionsslag och per huvudbränsle
- Förändring av installerad eleffekt
- Elöverföringskapacitet gentemot andra länder
- Självförsörjningsgrad
- Den nordiska vattenkraftens elproduktionsförutsättningar
- Elpriset på Nordpools spotmarknad⁷⁵
- Elpriset på Nordpools terminsmarknad⁷⁶
- Marknadssignaler beträffande byggande av ny elproduktion
- Avbrott i eldistributionen
- Lokalnätsstruktur (fördelning på olika ledningstyper)
- Rörliga elavtal för ökad försörjningstrygghet
- Linjereparatörer
- Antal reservkraftaggregat och total effekt

Flera av Profus indikatorer liknar dem som SINTEF lyft fram men inkluderar även förändringsinriktade indikatorer som t.ex. att lämpliga marknadssignaler som gynnar energisäkerhet är på plats.⁷⁷ De innehåller även tekniska aspekter

⁷⁴ Energimyndigheten. (2007b).

⁷⁵ Ger enligt Profu tillsammans med andra indikatorer en uppfattning om hur ansträngd den *kortsiktiga* elförsörjningen är.

⁷⁶ Ger enligt Profu tillsammans med andra indikatorer en uppfattning om hur ansträngd den *långsiktiga* elförsörjningen är.

⁷⁷ T.ex. att prisnivåerna ligger på tillräcklig nivå för att ge incitament för nödvändiga investeringar i ny produktion och att avtalsformerna är sådana att knapphet i systemet får genomslag i form av prishöjningar.

som visar på den framtida risken för avbrott som t.ex. lokalnätets struktur i form av teknisk standard (oisolerade och isolerade luftledningar, jordkabel etc.).⁷⁸

2.3.2 Ekonomiska kvantifieringar av energisäkerhetsaspekter

Det finns ett antal studier som har försökt kvantifiera olika energisäkerhetsaspekter ekonomiskt och ett urval av dessa redovisas i det följande. De ekonomiska kvantifieringarna kan syfta till att svara på åtminstone fyra olika typer av frågor som delvis är överlappande:

- Vad är kostnaderna för störningar i energitillförseln?
- Hur mycket är man beredd att betala för att minska störningarna i energitillförseln?
- Vad är värdet av en genomförd policy för ökad energisäkerhet?
- Vad är kostnaden för att minska risken för störningar i energitillförseln?

Kostnader för störningar i energitillförsel

Studier av ekonomiska effekter av oljeprishöjningar har gjorts bland annat av Hunt m.fl. (2007) och Brown och Yücel (2002).⁷⁹ Hunt m.fl. gör bl.a. en metaanalys av olika studier som gjorts inom området. Analysen ger enligt författarna stöd för en tydlig koppling mellan oljeprishöjningar och minskningar i BNP. Samma slutsats drar Brown och Yücel (2002). Relationen har dock försvagats under slutet av 1990-talet. I Hunt m.fl. (2007) görs också en ansats att skatta kostnaden för energisäkerhet som en kostnad per producerad mängd el. Skattningarna indikerar att den externa kostnaden⁸⁰ för låg energisäkerhetsnivå är låg jämfört med den externa kostnaden för miljöpåverkan.

Jun m.fl. (2009) jämför kostnaden för energisäkerhet för ett urval energislag (kol, olja, flytande naturgas och kärnkraft) för Koreas elmarknad. Man mäter kostnaden både av tillförselavbrott⁸¹ och av volatilitet (priserörighet). En slutsats är att effekten av prissvängningar dominerar över kostnaden för avbrott⁸² i den totala "energisäkerhetskostnaden". Man finner också att kärnkraft är det, ur ett energisäkerhetsperspektiv, mest konkurrenskraftiga energislaget av de studerade alternativen.

⁷⁸ Oisolerade luftledningar har klart större störningsfrekvens per km än isolerade luftledningar och jordkablar, se Energimyndigheten (2007b). Oisolerade ledningar är mer känsliga för trädpåfall än belagda luftledningar. Se t.ex. Energimyndigheten. (2004b).

⁷⁹ Brown och Yücel (2002).

⁸⁰ Externa kostnader är sådana kostnader som ligger utanför (externt) i förhållande till marknaden.

⁸¹ Denna mäts som en funktion av sannolikheten för avbrott, hur stor del av BNP som genereras av energislaget och i vilken grad reserver kan minska förlusten.

⁸² Denna kostnad skattas till mindre än 0,4 cent/kWh för det mest "sårbara" energislaget.

Greene (2010) gör ett försök att se huruvida USA är oberoende genom att skatta landets kostnad för oljeberoende. Han definierar oljeberoende som den situation när kostnaden för oljeberoendet understiger 1 % av BNP. De kostnadsposter som han inbegriper är i) välfärdsöverföringar till leverantörsländerna, ii) minskning av potentialen att producera på grund av prishöjningar och iii) förluster beroende på tillfälliga hopp i prisnivåer som ger obalans i ekonomin. Greene visar i sin analys att graden av energiberoende har varierat över tiden och dessutom skiljer sig mellan olika framtidsscenarier. Han visar att en policy som minskar oljeintensiteten, ökar ekonomins förmåga att substituera olja med hjälp av energieffektivisering och alternativa energislag samt ökar den inhemska produktionen av olja kan göra USA oljeberoende enligt ovanstående definition.

DeNooij m.fl. (2007) använder sig av värdet på förlorad produktion och förlorad fritid som ett mått på kostnaderna av ett elavbrott. Skattningarna visar på stora skillnader i kostnader mellan olika sektorer, regioner och perioder. Enligt författarna kan skattningarna användas dels som grund för att skatta vilka investeringar för att minska avbrott som är samhällsekonomiskt effektiva, dels som grund för beslut om vilka konsumenter som ska kopplas bort från nätet vid elbrist. Den senare aspekten behandlas sedan i DeNooij m.fl., (2009).

Betalningsvilja för att minska störningar

Ett sätt att beräkna värdet av energisäkerhet kan vara genom betalningsvillighetsstudier. Damigos m.fl. (2009) gör en skattning av hushållens vilja att betala för att myndigheterna säkerställer tillförsäkerhet för naturgas till elproduktion i Grekland. Skattningarna visar att man är beredd att öka priset på el med i genomsnitt 3-10 % för att den grekiska staten ska säkra naturgasleveranser till elproduktionssystemet. Skattade belopp jämförs sedan med kostnaderna för ett pipelineprojekt och ett gaslagringsprojekt som kan vara aktuella av energisäkerhetsskäl.

Carlsson och Martinsson (2004) skattade svenska hushålls betalningsvilja för att undvika planerade och oplanerade elavbrott. Som väntat ökar betalningsviljan ju längre avbrott det är som kan undvikas och i fall avbrotten är oplanerade. Man hade också en högre betalningsvilja för att undvika avbrott där tidsutdräkten var osäker. Författarna identifierade också en betydande skillnad inom den studerade gruppen beroende på ålder, geografisk lokalisering, typ av boende och kön.

Skattning av det ekonomiska värdet av en energisäkerhetspolicy

Hedenus m.fl. (2010) har skattat värdet av några policys inom EU som ökar differentieringen och effektiviteten i energisystemet, hur dessa kan minska den ekonomiska sårbarheten för en oljeprishock och i vilken grad denna aspekt kan motivera dessa policys. De alternativ som studerades var ökad användning av importerad etanol i stället för bensin, ökad användning av inhemsk etanol, introduktion av mer energieffektiva fordon i form av hybridfordon samt ökad

användning av biomassa i hushållen. Hänsyn togs till att priserna på t.ex. etanol inte är oberoende av bensinpriset utan i viss mån följer detta. Den slutsats författarna drog var att de direkta kostnaderna av en oljeprischock minskade som en följd av de olika policyinitiativen men inte tillräckligt mycket för att motivera de merkostnader som uppkom för systemen i sig (ökade kostnader under mer ”normala” prisförhållanden). Slutsatserna är dock känsliga för vilka kostnader man ansatt t.ex. för energieffektiviseringen och i vilken mån man även värderar de direkta klimatvinster av att öka användningen av bioenergi. Om man till exempel ansatte en kostnad på koldioxid motsvarande 20 €/ton CO₂-ekvivalenter skulle det bli kostnadseffektivt att ersätta olja för byggnadsuppvärmning med pellets.

Kostnad för att minska risken för störningar

Det finns ett flertal studier, huvudsakligen amerikanska, som försöker skatta de direkta militära utgifterna för att säkerställa oljeleveranser. För drivmedel till USA:s transportsektor varierar skattningarna från nästan 0 till uppemot \$1/gallon. DeLucchi och Murphy (2008) går igenom flera av dessa skattningar och gör en aktuell bedömning⁸³ som landar på någonstans mellan \$0,03-0,15/gallon (\$0,01-0,04/l). Värt att notera är att en del av de militära kostnaderna allokeras till andra energirelaterade intressen som att skydda oljeleveranser till andra sektorer i USA, att skydda amerikanska oljeproducenters intressen samt att skydda världsekonomin från störningar av tillförseln av olja. I stället för att värdera kostnaden för att skydda sig mot ett hot redovisar Giroux och Hilpert (2009) effekterna på energipriserna av de attacker som sker mot energiinfrastruktur.⁸⁴

Ett annat angreppssätt valde FOI⁸⁵ i en studie där man med hjälp av en expertgrupp analyserade frågan om vad som är acceptabla elavbrott. I stället för att bedöma kostnaderna för störningarna har man i stället utgått från oacceptabla störningstider för samhällsviktig verksamhet och sedan försökt skatta kostnaderna för att undvika att dessa oacceptabla störningstider uppkommer. Vad oacceptabla störningstider innebär har bedömts av en expertgrupp. Man analyserar sedan fyra strategier mot dessa oacceptabla störningar:

- Ökad reservkraft för användare.
- Prioritering av användare med tekniska styråtgärder.
- Ökad robusthet i elsystemet.

⁸³ Beräknat som hur mycket lägre de militära utgifterna skulle vara om fordonen i USA inte använde olja.

⁸⁴ Artikelns är dock inte transparent vad gäller metoden för att skatta och utskilja effekterna på priset av de studerade attackerna.

⁸⁵ Frost m.fl. 2004.

- Snabbare återställande av elsystemet.

Med denna metod erhålls ingen skattning av optimala investeringsnivåer där kostnader mäts mot nyttan utan man utgår här ifrån erfarenhetsmässiga bedömningar av vad som är oacceptabla effekter och strategierna ska fungera som grund för övergripande avvägningar gällande säkerhets- och beredskapsåtgärder inom elförsörjningen.

3 Generella energisäkerhetsaspekter för olika energislag

Sammanfattning

- Tillsammans svarar olja, naturgas och kol för ca 80 % av den globala energitillförseln.
- De fossila bränslena är relativt koncentrerade till ett begränsat antal länder. Andelen av reserverna som finns i de fem viktigaste råvaruländerna uppgår för olja och gas till cirka 57 respektive 62 % och för kol till 78 %. Andelen av konsumtionen som äger rum i dessa länder uppgår till mindre än 10 % för olja cirka 20 % för gas medan motsvarande siffra är 70 % för kol.
- USA, Kina och EU svarar för 50 % av den totala oljekonsumtionen men svarar endast för 15 % av produktionen och innehar endast 4 % av oljereserverna.
- Förnybar energi svarar idag för cirka 13 % av den globala energitillförseln.
- Hittills har den förnybara energin huvudsakligen använts på lokala och regionala marknader. Undantag finns bland annat vad gäller etanol som drivmedel, där flöden t.ex. från Brasilien till Europa är av vikt.
- Kärnenergi svarar idag för cirka 6 % av den globala energitillförseln och cirka 15 % av elproduktionen. Bränslet svarar för en väldigt liten del av de totala elproduktionskostnaderna. De största uranproducerande länderna är idag Australien och Kanada med ungefär en fjärdedel av den globala produktionen vardera.
- Kärnkraften är till sin natur koncentrerad till ett antal produktionsställen och har flera givna säkerhetsimplikationer. Konsekvenserna av olyckor, terrorism eller sabotage kan påverka samhällets energiförsörjning i breda säkerhetstermer samt hota människors liv och hälsa.
- Den civila kärnkraftens nära koppling till möjlig utveckling av kärnvapen medför ytterligare en säkerhetsrisk.
- El som energibärare möjliggör en diversifiering av tillförseln. Faktumet att produktion och användning vid varje tidpunkt måste balanseras skapar dock särskilda utmaningar för försörjningstryggheten.

I detta avsnitt görs en kort redogörelse för generella karaktärstika hos olika energislag, energimarknader och distributionssystem. Det kan röra frågor som resurskoncentration, marknadsförhållanden, transport- och distributionsförhållanden, lagringsmöjligheter, hot, risker och sårbarheter m.m. Fokus ligger på generella aspekter – mer länderspecifika delar behandlas i avsnitt 4.

3.1 Fossila bränslen

Fossila bränslen står i allmänhet i fokus när energisäkerhetsfrågor diskuteras.⁸⁶ En viktig orsak till detta är bränslenas dominerande roll på de globala energimarknaderna. Tillsammans svarar olja, naturgas och kol för ca 80 % av den globala energitillförseln.⁸⁷ En stor fördel med de fossila bränslena jämfört med andra energislag är att resurserna är koncentrerade och energitäta vilket ger relativt sett låga utvinningskostnader.

Samtidigt som det finns likheter mellan de fossila bränslena finns stora skillnader. Medan olje- och naturgasreserverna är koncentrerade till ett fåtal geografiska områden är kolreserverna mer spridda mellan olika delar av världen och de finns till stor del i befolkningsmässigt och ytmässigt stora länder. För samtliga fossila bränslen dominerar de fem viktigaste råvaruländerna. Denna andel uppgår för olja och gas till cirka 57 respektive 62 % och för kol till 78 %, se Tabell 3-Tabell 5. Andelen av konsumtionen som äger rum i dessa länder uppgår till mindre än 10 % för olja, cirka 20 % för gas medan motsvarande siffra är 70 % för kol. De största oljekonsumenterna USA, Kina och EU svarar för 50 % av den totala konsumtionen men svarar endast för 15 % av produktionen och innehar endast 4 % av oljereserverna.⁸⁸

⁸⁶ Se t.ex. Luft och Korin (2009).

⁸⁷ IEA (2009a).

⁸⁸ BP (2009).

Tabell 3. Reserver (proved reserves) och produktion av olja i de tio länderna med störst reserver/produktion samt totala globala reserver/produktion (Källa: BP, 2009).

Reserver			Produktion 2008 (inklusive icke konventionella oljor)	
	1000 miljoner fat	Andel %		Tusen fat/dag
Saudiarabien	264	21,0	Saudiarabien	10486
Iran	138	10,9	Ryssland	9886
Irak	115	9,1	USA	6736
Kuwait	101	8,1	Iran	4325
Venezuela	99	7,9	Kina	3795
Förenade arabemiraten	98	7,8	Kanada	3258
Ryssland	79	6,3	Mexico	3157
Libyen	44	3,5	Förenade arabemiraten	2980
Kazakstan	40	3,2	Kuwait	2784
Nigeria	36	2,9	Venezuela	2566
Övriga	244	19,3	Övriga	31847
Totalt	1258	100		81820

Tabell 4. Reserver (proved reserves) och produktion av gas i de tio länderna med störst reserver/produktion samt totala globala reserver/produktion (Källa: BP, 2009).

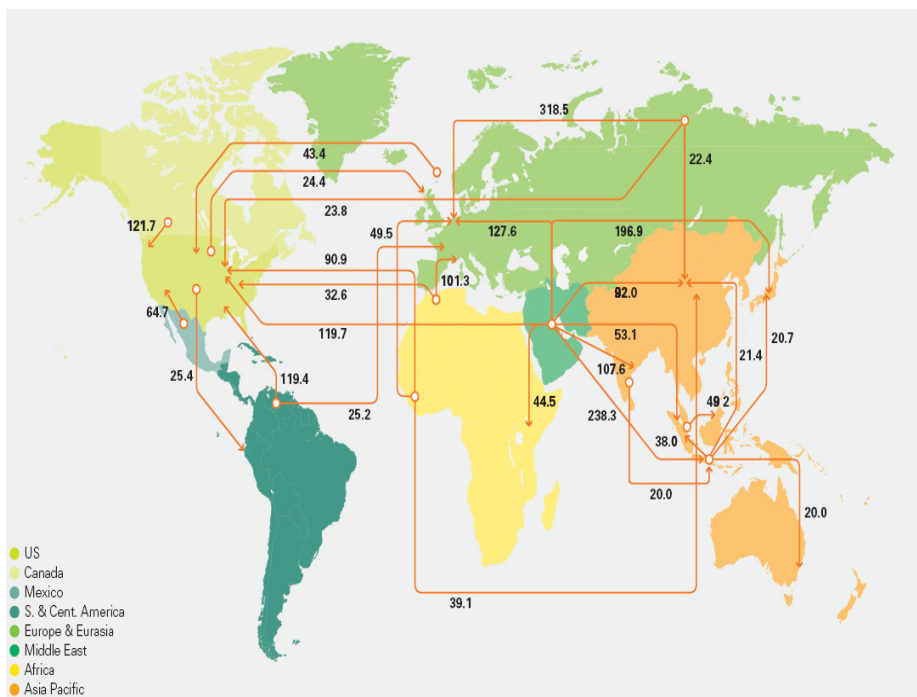
Reserver			Produktion 2008	
	Total Triljoner m ³	Andel %		Miljarder m ³
Ryssland	43,3	23,4	Ryssland	602
Iran	29,6	16,0	USA	582
Qatar	25,5	13,8	Kanada	175
Turkmenistan	7,9	4,3	Iran	116
Saudiarabien	7,6	4,1	Norge	99
USA	6,7	3,6	Algeriet	86
Förenade arabemiraten	6,4	3,5	Saudiarabien	78
Nigeria	5,2	2,8	Qatar	77
Venezuela	4,8	2,6	Kina	76
Algeriet	4,5	2,4	Indonesien	70
Övriga	43,5	23,5	Övriga	1104
Totalt	185	100		3065

Tabell 5. Reserver (proved reserves) och produktion av kol i de tio länderna med störst reserver/produktion samt totala globala reserver/produktion (Källa: BP, 2009).

Reserver			Produktion 2008	
	Miljarder ton	Andel %		Mtoe
USA	238	28,9	Kina	1414
Ryssland	157	19,0	USA	597
Kina	115	13,9	Australien	220
Australien	76	9,2	Indien	194
Indien	59	7,1	Ryssland	153
Ukraina	34	4,1	Sydafrika	141
Kazakstan	31	3,8	Indonesien	141
Sydafrika	30	3,7	Polen	60
Polen	8	0,9	Kazakstan	59
Brasilien	7	0,9	Colombia (Tyskland)	48
Övriga	755	8,6	Övriga	298
Totalt	826	100		3325

De största enskilda handelsflödena av olja mellan olika regioner och länder går i dagsläget mellan (i fallande ordning, mer än 100 miljoner ton, se Figur 4):

- Ryssland → EU
- Mellanöstern → Sydostasien
- Mellanöstern → Japan
- Mellanöstern → EU
- Kanada → USA
- Mellanöstern → USA
- Sydamerika → USA
- Nordafrika → EU



Figur 4. Olja: handelsflöden 2008, miljoner ton. Källa: BP, 2009.

Motsvarande handelsflöden för naturgas ser i dagsläget ut som följer (i fallande ordning, mer än 40 miljarder m³, se Figur 5):

- Ryssland → EU (pipeline)
- Kanada → USA (pipeline)
- Norge/Nordsjön → EU (pipeline)
- Nordafrika → EU (pipeline + LNG)
- Sydostasien → Japan (LNG)
- Mellanöstern → Nordostasien (LNG)

utvinnas och omvandlas till flytande och gasformiga bränslen.⁸⁹ Exempel på sådana resurser är till exempel tjärsand, som finns i stora kvantiteter i Kanada, och oljeskiffer. Kanadas tjärsandsreserver bedöms motsvara drygt 10 % av de konventionella reserverna.⁹⁰ De stora kolresurserna kan också omvandlas till flytande bränslen men till avsevärda merkostnader och negativ miljöpåverkan. Syntetisk diesel från kol ger t.ex. ungefär dubbla utsläpp av koldioxid jämfört med petroleumbaserad diesel.

Det är viktigt att skilja på begreppen reserver, som redovisas ovan, och resurser. Reserver är resurser som är utvinningsbara vid dagens prisnivå och teknik medan det finns resurser som kan bli utvinningsbara om t.ex. priserna stiger och med förbättrad teknik. Inom ramen för begreppet reserver särskiljs också mellan kända och fastställda (proven) och sannolika (probable). Därutöver finns begreppet möjliga reserver där inget säkert underlag för reservens innehåll finns. De totala fossila resurserna bedöms vara avsevärt större än reserverna.⁹¹

Att olja ansetts vara en särskilt strategisk resurs beror på dess användbarhet i olika sammanhang. Den kan användas för värme- och elproduktion men är framför allt genom sin energitäthet lättast att hantera inom transportsektorn. Medan oljan på många håll har ersatts vid produktion av el och värme dominerar petroleumprodukter i transportsektorn.

Naturgas har stora fördelar jämfört med övriga fossila alternativ genom de jämförelsevis låga koldioxidutsläppen per energienhet och dess höga effektivitet vid omvandling till framför allt el. Den fördel som bränslet har förbränningstekniskt motverkas dock genom att den är svårare att transportera. De internationella handelsflödena domineras av distribution via pipeline (2/3) medan ca 1/3 av flödena sker i form av flytande naturgas (LNG) med hjälp av tankar.⁹² Av den totala naturgaskonsumtionen är dock endast 7 % i form av LNG.⁹³

Kol är ett fast bränsle som förbränningstekniskt är svårare att hantera än övriga fossila bränslen och därför främst bör användas i storskaliga anläggningar. Kol är också det av de fossila bränslena som ger högst koldioxidutsläpp per energienhet.

Energitransporter svarar som tidigare nämnts för ungefär 50 % av sjötransportarbetet.⁹⁴ Strategiska områden för oljetransporterna är bl.a. Hormuzundet, Adenviken och Malackasundet och i dessa områden finns stora

⁸⁹ För en diskussion kring olika definitioner av resurser och reserver, se t.ex. Kjärstad och Jonsson (2009).

⁹⁰ BP (2009).

⁹¹ Se t.ex. World Energy Assessment (2000).

⁹² BP (2009).

⁹³ IEA (2008a).

⁹⁴ Dess andel av transporternas värde är lägre.

militära resurser koncentrerade. Ett stort antal energitransporter⁹⁵ har utsatts för pirattackor inte minst i Malackasundet och runt Indonesien. Hoten mot flödena leder till ökad militär närvaro, ökade försäkringstariffer och mer kostsamma ruttval. Många länder ser sig manade att använda militära resurser för att skydda transporter och i Malackasundet agerar exempelvis Kina, Indien, USA och en del andra stater.⁹⁶ Konsekvenserna av utsläpp av olja på naturmiljön gör att de totala negativa effekterna av ett förstört oljefartyg är avsevärt mycket större än de direkta ekonomiska kostnaderna av förlorad olja och fartyg.

I oljekedjan är det inte endast transporter som kan utsättas för störningar utan även raffinaderier, oljefält och på lägre nivå oljedepåer. Orsaker till bortfall kan vara till exempel antagonistiska angrepp (t.ex. Irak), bojkotter eller väderhändelser. Vid flera tillfällen har till exempel oljeproduktionsanläggningar fallit bort genom orkaner t.ex. Katrina och Rita 2005.⁹⁷

Rent ekonomiska faktorer som bristande investeringar i oljeproduktion och raffinaderikapacitet kan också leda till obalans på oljemarknaden och därmed till prisstegringar. Idag handlas oljan främst på korta kontrakt på den så kallade spotmarknaden vilket gör att prishöjningar snabbt får genomslag.⁹⁸ Samtidigt innebär dessa kontrakt att känsligheten för bortfall av enskilda flöden blir mindre eftersom man då snabbt kan byta leverantör om flödena stoppas.

Naturgasleveranser via rörledningar kan störas genom attacker mot ledningarna men också genom medveten avstängning av en leverantör. Ett typexempel är Rysslands avstängning av gas genom Ukraina som en följd av oenighet om betalningen för de fossila resurserna. Gaskonsumenterna är i många fall sårbara på kort sikt genom att man saknar alternativa leveransvägar. Medan oljetransporter kan välja alternativa rutter (visserligen till ökade kostnader) finns ofta inte den möjligheten för gasen. En viktig strategi har därför varit att bygga kompletterande distributionssystem för att eliminera ett ensidigt beroende av en leverantör. Utvecklingen av LNG innebär också en utveckling mot en mer oljelik marknad även för naturgas. En baksida med LNG kan vara att systemen kan vara potentiella måltavlor för terroristattacker.⁹⁹

För kol är de globala flödena relativt sett mycket mindre, konsekvenserna av haverier mindre och värdet av enskilda laster avsevärt lägre än för olja. Den strategiska roll flödena innebär är därmed mycket mindre. Till skillnad från för olja saknas börs för spothandel med kol. Traditionellt har man arbetat med långa

⁹⁵ Attacker mot energitransporterande fartyg varierade under perioden 2001 och 2007 mellan 12 och 27 procent av det totala antalet attacker (Nincic, 2009).

⁹⁶ Se t.ex. Pronińska. 2007.

⁹⁷ Energimyndigheten (2008b).

⁹⁸ SPI (2004).

⁹⁹ Hurst (2009).

affärsrelationer, t.ex. i form av tioårsavtal med årliga prisförhandlingar, men avtalslängden har kortats på senare år.¹⁰⁰

3.2 Förnybar energi

Förnybar energi svarar idag för cirka 13 % av den globala energitillförseln.¹⁰¹ Det är framför allt vattenkraft och bioenergi som ger betydande bidrag till den globala energiförsörjningen. Vindkraft, solenergi, vågkraft och geotermi är exempel på andra förnybara energislag som har potential att ge ett stort bidrag till den globala energitillförseln. Bioenergin kan baseras på flera olika typer av råvaror som biprodukter från jord- och skogsbruk, avfall, stamved och odlade energigrödor. Bioenergin kan sedan utnyttjas både oförädlad och förädlad till pellets, flytande bränslen (alkoholer, syntetisk diesel m.m.) och gaser (metan, vätgas etc.). Beroende på förädlingsgrad kan biobränslena användas som ersättning för eller komplement till fossila bränslen.

Bränslevallet har stor betydelse för hur och i vilken grad biobränslena kan bidra till ökad energisäkerhet. Till exempel kan uppgraderad biogas fungera tillsammans med naturgas och syntetisk diesel tillsammans med konventionell diesel utan större ingrepp i fordon. Däremot kan fasta biobränslen inte utan investeringar ersätta flytande eller gasformiga bränslen.

Det karaktäristiska för den förnybara energin är (med undantag av vattenkraften) att den är lågkoncentrerad¹⁰² men den kan å andra sidan utnyttjas med endast låga utsläpp av växthusgaser som följd.¹⁰³ De förnybara resurserna är spridda över hela jorden även om förutsättningarna för de olika energislagen varierar som en följd av exempelvis solinstrålning, vattentillgång och vindförhållanden. Olika länders förutsättningar att basera sin energitillförsel på inhemsk förnybar energi påverkas också av befolkningstätheten.

Hittills har den förnybara energin, främst av distributionsskäl, huvudsakligen använts på lokala och regionala marknader. Undantag finns bland annat vad gäller etanol som drivmedel där flöden t.ex. från Brasilien till Europa är av vikt.

En karaktäristisk faktor för bl.a. vattenkraft, vindkraft och solkraft är att produktionskostnaderna huvudsakligen bestäms av kapitalkostnaderna medan drifts- och underhållskostnaderna är relativt små. Produktionskostnaderna är därmed relativt oberoende av globala energipriser. Däremot kan kapitalkostnaderna påverkas av till exempel ökade priser på vindturbiner, som en följd av underkapacitet i industrin, och ändrade räntenivåer.

¹⁰⁰ Svenska kolinstitutet (2010).

¹⁰¹ IEA (2008a).

¹⁰² D.v.s. man kan på en viss geografisk plats endast generera låga flöden (MJ/ha, år).

¹⁰³ Detta beror dock på detaljerna i det förnybara energisystemet, t.ex. i vilken grad kol (C) frigörs vid biomassautvinningen och i vilken grad fossila bränslen används som input.

För bioenergisystem uppstår det däremot betydande rörliga kostnader i form av bränslekostnader. Även om den mesta av den förnybara energin baseras på lokala och regionala marknader är utvecklingen inom bioenergiområdet inte oberoende av vad som händer inom området fossila bränslen. Ökade priser på fossila bränslen kan förväntas spilla över på de förnybara bränslena på åtminstone följande två sätt.

- Fossila bränslen används som insatsvara för produktion av biobränslen
- Priserna på förnybar energi anpassar sig till priserna på fossila bränslen och kan förväntas stiga med priset på t.ex. olja

På grund av sin relativt sett småskaliga karaktär (med undantag av vattenkraften) är effekten av ett bortfall av enskilda anläggningar av liten samhällsrelig betydelse även om en icke fungerande biobränslepanna kan vara nog så besvärande i enskilda fjärrvärmenät eller byggnader.

Ett problem som gäller för flera av de förnybara energislagen såsom sol-, våg och vindenergi är att den uppkommer ojämnt över tiden vilket gör att den inte alltid överensstämmer med efterfrågan. Strategier som kan användas för att hantera detta problem är att integrera dem med andra energislag, t.ex. i elsystemet, eller att lagra energin med hjälp av batterier eller i form av vätgas. Även flödet av vatten är ojämnt över åren men detta kan i många fall hanteras genom att vattnet lagras i dammar för att möjliggöra en utvinning av energin som väl motsvarar efterfrågan. Biomassan, slutligen, liknar mer de fossila bränslena genom att den kan lagras och användas vid behov. Lagringsförhållanden och volymer skiljer sig dock från de fossila bränslena genom lägre energitäthet, fuktkänslighet etc.

Även om bioenergianvändningen i länder som t.ex. Sverige och Finland baserar sig på modern teknik är en stor andel av den globala bioenergianvändningen baserad på traditionella ineffektiva tekniker som kan ge en svår belastning på ekosystemen. Det ineffektiva utnyttjandet av biomassa för t.ex. matlagning innebär också ett hinder för den ekonomiska utvecklingen genom att stora resurser måste läggas på insamling av bränslen etc., vilket hindrar mer produktiv användning av tiden.¹⁰⁴ Hälsoeffekterna är också stora genom höga utsläpp av bl.a. partiklar och kolväten. Andra riskfaktorer kopplade till den förnybara energin är bl.a. risken för olyckor kopplade till vattenkraftens dammar.

Under de senaste åren har de potentiella effekterna av en ökad bioenergianvändning på livsmedelsproduktion och matpriser uppmärksamats, se vidare avsnitt 5. Kopplingen mellan dessa faktorer beror på i vilken grad biomasseproduktionen konkurrerar om samma resurser som

¹⁰⁴ IEA (2008a).

livsmedelsproduktionen och hur såväl produktiviteten för olika grödor och konsumtionsmönstren för livsmedel utvecklas över tiden.¹⁰⁵

3.3 Kärnenergi

Kärnenergi svarar idag för cirka 6 % av den globala energitillförseln och cirka 15 % av elproduktionen. Denna andel är avsevärt högre i OECD än utanför OECD. För framtiden bedöms dock expansionen av kärnkraft ske främst i länder utanför OECD medan produktionen inom OECD bara ökar marginellt. Den stora expansionen förväntas i stället i Asien där det finns stora planer på utökad kärnkraftskapacitet, se även avsnitt 5.¹⁰⁶

De största uranproducerande länderna är idag Australien och Kanada med ungefär en fjärdedel av den globala produktionen vardera.¹⁰⁷ Andra stora uranproducerande länder är Niger, Kazakstan och Namibia. Uran produceras också i Uzbekistan, Ryssland och Sydafrika. De fem länder som har störst utvinningsbara resurser är Australien, Kazakstan, Ryssland, Sydafrika och Kanada.¹⁰⁸ Huvuddelen av uranet köps via långa kontrakt men ungefär 20 % av köpen sker via spotmarknaden. För närvarande tas en stor del av uranet från skrotade kärnvapen och lager.¹⁰⁹

I jämförelse med många andra energitillförseltekniker är kärnkraftverk mycket kapitaltunga och bränslekostnaderna svarar endast för en begränsad del av totalkostnaderna. Till exempel har bränslekostnaderna för reaktorer i Finland skattats till ca 2,5 öre/kWh att jämföra med totalkostnader om i storleksordningen 30-40 öre/kWh.¹¹⁰ Det gör att produktionskostnaderna för kärnkraft endast i begränsad grad är beroende av priset på uran. På grund av den relativt låga bränslekostnaden är det också ekonomiskt möjligt att lagra bränslen för långa tidsperioder.¹¹¹ De stora kärnkraftssatsningarna har skett inom ramen för reglerade marknader, statliga garantier och subventioner. De initialt stora investeringarna gör utbyggnad av kärnkraft svårare på en avreglerad marknad.

Kärnkraften är till sin natur koncentrerad till ett antal produktionsställen och har flera givna säkerhetsimplikationer. Konsekvenserna av olyckor, terrorism eller

¹⁰⁵ Skattningar av den globala bioenergipotentialet varierar mellan 30 och 1130 EJ/år beroende på vilka antaganden man gör om produktivitet, befolkningsnivå, diet etc. (Hoogwijk m.fl., 2003). 1 EJ=280 TWh.

¹⁰⁶ IEA (2008) beräknar till exempel att kärnkraftskapaciteten i Kina, Indien, Japan och Korea ska fördubblas till 2030. I absoluta tal är ökningen liten jämfört med den bedömda ökningen av kolproduktionen.

¹⁰⁷ Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet (2009).

¹⁰⁸ World Nuclear Association (2010a).

¹⁰⁹ World Nuclear Association (2010a).

¹¹⁰ Hansson m.fl. (2007).

¹¹¹ World Energy Assessment (2000).

sabotage kan påverka samhällets energiförsörjning i breda säkerhetstermer samt hota människors liv och hälsa. Den civila kärnkraftens nära koppling till utvecklingen av kärnvapen medför ytterligare en nivå av säkerhetsrisk.

De potentiellt stora konsekvenserna av en eventuell kärnkraftsolycka gör att säkerhetskraven är särskilt stora för kärnkraftsanläggningarna. Detta leder till krav på extra investeringar inom området och att myndigheterna har stora möjligheter att stänga anläggningarna vid uppfattade säkerhetsproblem. I Sverige regleras detta i lagen om kärnteknisk verksamhet (1984:3). En olycka eller ett upptäckt systemfel i en kärnkraftsreaktor kan medföra att samtliga reaktorer av samma typ tvingas stänga under en längre period i avvaktan på klarläggande av orsak och genomförande av eventuella åtgärder.¹¹²

Kopplingen mellan kärnenergi och kärnvapen har under kärnkraftens historia fungerat både som en drivkraft och som ett hot. Utvecklingen av kärnenergiprogram var under mitten av 1900-talet i många länder (även Sverige) kopplad till en önskan att ha kompetens för att producera kärnvapen. Såväl Irans som Nordkoreas ambitioner inom kärnkraftsområdet har också bemötts med misstänksamhet av omvärlden då man fruktar att satsningarna till stor del har militära syften. Kompetens och teknik för anrikning som anskaffas för civila ändamål kan, efter modifiering, även producera höganrikat uran användbart i kärnladdningar. Plutonium som produceras i vissa kärnkraftsanläggningar är också användbart för produktion av kärnvapen.¹¹³

Även om kärnkraftens produktionsvolym inte kan förväntas bli dominerande i ett globalt perspektiv har kärnkraftsspridningen i sig säkerhetsrelevans. I detta sammanhang är sannolikt antalet länder med kärnkraft och antalet kärnanläggningar mer relevant än antalet producerade TWh. Utifrån ett säkerhetsperspektiv inställer sig också frågan *vilka* nationer det är som skaffar sig kärnkraft – och inte minst vilken politik de för. En nyckelfaktor i detta sammanhang är om dessa länder importerar sitt kärnbränsle eller om de tillverkar eget bränsle i anrikningsanläggningar, som skulle kunna ställas om till produktion av kärnmaterial för vapenframställning.

3.4 Elsystemet

Vilka energisäkerhetsfrågor som är särskilt viktiga beror inte enbart på vilket energislag som används utan även av energibärare och därtill kopplade möjligheter att distribuera och lagra energi.

El som energibärare möjliggör en diversifiering av tillförseln genom att olika energislag som vattenkraft, kärnkraft, fossila bränslen, biobränslen, vindkraft

¹¹² Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet. (2009).

¹¹³ World Energy Assessment (2000).

m.m. kan fungera tillsammans i ett system och där produktionsmixen, om tillräcklig produktionskapacitet finns, kan anpassas till förändringar i världsmarknadspriser etc. För konsumenten har valet av energislag ingen betydelse för funktionaliteten. Från ett användarperspektiv har el stora fördelar genom sin användbarhet för de flesta ändamål, sin höga energieffektivitet och i princip obefintliga lokala miljöpåverkan.

Samtidigt finns det inget annat energisystem som uppvisar sådana tydliga beroenden mellan olika aktörer eftersom dessa är kopplade till ett gemensamt nät där produktion och användning vid varje tidpunkt måste balanseras. El måste med andra ord produceras i samma stund som den konsumeras.

Man delar ofta upp elproduktionen i baskraft, som levererar el jämnt över året, reglerkraft som enkelt kan anpassa sig efter el-efterfrågan samt reservkraft som kan sättas igång vid extrema behov och störningar i elnät eller produktionsanläggningar.

Som baslastproduktion används produktion med höga investeringskostnader men låga rörliga kostnader som t.ex. kolkraft, kärnkraft och vattenkraft. Produktionen av el från kraftvärmeanläggningar används också som baskraft men den är för sin produktion beroende av att det finns efterfrågan på värme i fjärrvärmesystemen.

Vindkraftens produktion styrs i sin tur av aktuella vindförhållanden och varierar därför över tiden. Vattenkraften fungerar förutom som baskraft även som en viktig källa till reglerkraft. Tillgång på vattenkraft (eller snarare på vatten lagrad i vattenkraftsdammar) är en strategisk resurs i ett elkraftsystem eftersom det är lätt att variera produktionen efter variationen i energianvändning och i produktion i andra anläggningar, t.ex. i vindkraftsanläggningar.

4 Energiberoenden i Sverige och andra EU-länder

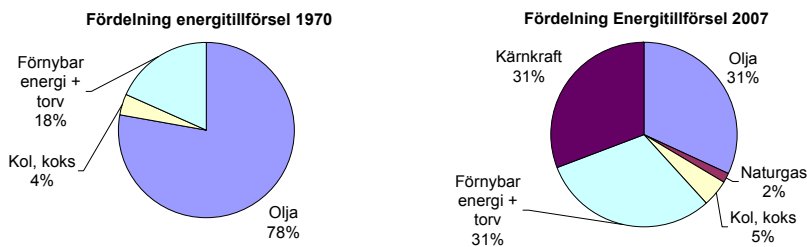
Sammanfattning

- Det svenska energisystemet uppvisar jämfört med många länder ett relativt begränsat beroende av fossil energi.
- Den specifika energitillförseln, räknat som kWh/kr, har minskat betydligt vilket skulle kunna vara en indikation på att ekonomin skulle vara mindre känslig för plötsliga energiprisfluktuationer.
- Av de fossila bränslena dominerar olja främst i transportsektorn. Kol är en viktig insatsvara i stålindustrin. Jämfört med de flesta övriga europeiska länder är naturgasanvändningen liten.
- Den svenska elproduktionen domineras av vattenkraft och kärnkraft. Genom att Sverige är sammanbundet med sina grannländer importeras och exporteras stora kvantiteter el mellan länderna beroende på hur efterfrågan varierar, produktionskapacitetens tillgänglighet, produktionskostnader m.m.
- Den svenska industrin har sedan början av 1970-talet till stor del gjort sig oberoende av olja. I stället har framför allt elanvändningen ökat kraftigt liksom utnyttjandet av biomassa i form av industriella biprodukter.
- De olika industribranscherna skiljer sig kraftigt åt vad gäller energiintensitet. Dessa skillnader kan innebära att prioriteringarna kan skilja sig betydligt mellan branscherna. För verkstadsindustrin är prisnivåerna av relativt sett mindre betydelse men tillgång på en säker energiförsörjning som möjliggör verksamhet av stor betydelse. För de mer energiintensiva branscherna kan även prisnivån vara av avgörande betydelse.
- Transportsektorn är nästan helt beroende av petroleumbaserade bränslen.
- Tyskland och Storbritannien skiljer sig från Sverige genom deras relativt sett större beroende av fossila bränslen, inte minst gas. Medan Tysklands gas till stor del kommer från Ryssland kommer fortfarande Storbritanniens gas huvudsakligen från inhemska källor.
- I såväl Sverige, Tyskland, Storbritannien som EU i stort är energisäkerhetsfrågorna en viktig fråga för energipolitiken tillsammans med miljöfrågor och konkurrenskraft. Klimatpolitiken har under senare år fungerat som en pådrivare för omställningen av energisystemet.
- Även om kommissionen drivit på för en gemensam energipolitik har medlemsländernas olika intressen motverkat denna strävan. Dessa intressen kan delvis förklaras med t.ex. grad av naturgasberoende och syn på energimarknadernas avreglering.

I detta avsnitt beskrivs översiktligt dagens energiberoenden i Sverige, Tyskland och Storbritannien samt ländernas förhållningssätt till energisäkerhetsproblematiken. Jämfört med övriga länder beskrivs förhållandena i Sverige i större detalj. Vi har valt att studera Tyskland och Storbritannien eftersom båda är EU-länder med stort inflytande. Eftersom länderna är medlemmar i EU beskrivs också utvecklingen inom energisäkerhetsområdet inom unionen. Slutligen görs en kortfattad sammanfattning av skillnader och likheter mellan länderna och hur dessa kan påverka deras förhållande till EU:s energisäkerhetspolitik.

4.1 Sverige

4.1.1 Sveriges energitillförsel



Figur 6. Sveriges energitillförsel fördelad på olika energislag 1970 och, 2007. Källa: Energimyndigheten (2008c).

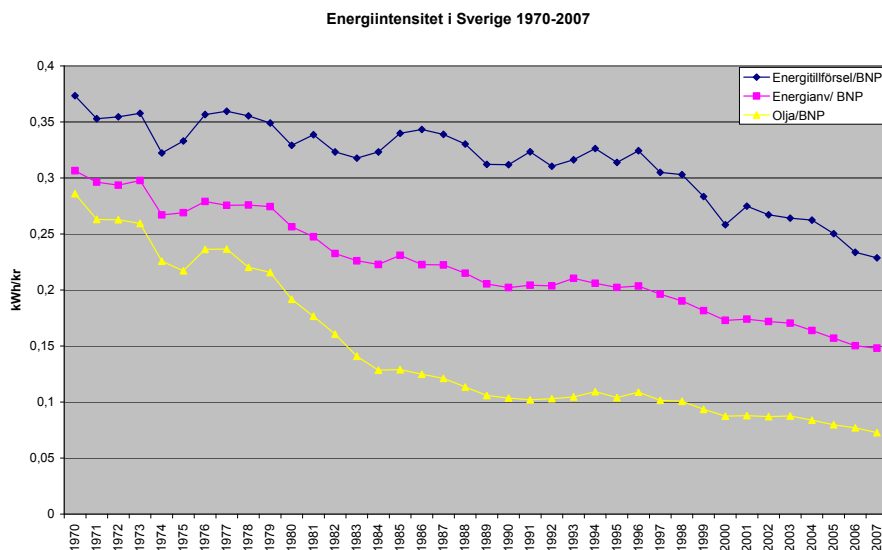
Det svenska energisystemet uppvisar jämfört med många länder ett relativt begränsat beroende av fossil energi. Medan fossilbränslen svarar för drygt 80 % av den globala energitillförseln¹¹⁴ är motsvarande andel i Sverige knappt 40 %, se Figur 6. Andelen har sjunkit kraftigt sedan 1970 genom en expansion av främst vattenkraft, kärnkraft och bioenergi. År 1970 svarade oljan på egen hand för nästan 80 % av energitillförseln. Ett undantag från trenden med minskat oljeberoende återfinns i transportsektorn där beroendet av fossil energi är ungefär lika stort som tidigare.

Den totala energitillförseln har ökat med 37 % under perioden 1970 och 2007 medan den slutliga energianvändningen har ökat med mindre än 10 % under samma period. Skillnaden i dessa siffror beror huvudsakligen på de stora energiförluster som uppkommer i kärnkraftverken och som med officiell redovisningsmetod svarar för ca 20 % av den redovisade energitillförseln. En konvertering från olja till el från kärnkraftverk leder till hög effektivitet i

¹¹⁴ IEA (2009a).

slutanvändningen men samtidigt höga energiförluster i omvandlingsledet.¹¹⁵ Förlusterna i kärnkraften ger dessutom ett intryck av ett större beroende av kärnkraften än vad det egentligen är. Även om vattenkraft och kärnkraft svarar för ungefär lika stor del av elproduktionen anges energitillförseln från kärnkraft vara ungefär 3 gånger så stor som för vattenkraften.

Den specifika energitillförseln räknat som kWh/kr har minskat betydligt sedan 1970, se Figur 7. Detta skulle kunna vara en indikation på att ekonomin har blivit allt mindre känslig¹¹⁶ för plötsliga energiprisfluktuationer. Oljeintensiteten har minskat ännu mer eller med drygt 2/3.



Figur 7. Svenska energiintensiteter 1970-2007. BNP är omräknade till fasta priser på 2000 års nivå. Källa Energimyndigheten (2008c) samt SCB:s nationalräkenskaper.

Den svenska importen av råolja kom 2008 huvudsakligen från Ryssland (34 %), Danmark (23 %) och Norge (27 %).¹¹⁷ Andra importländer som svarade för vardera mer än en procent av tillförseln var Venezuela (6 %), Storbritannien (2,5 %), Angola (2 %), Nigeria (1,5 %) och Algeriet (1 %). Produktionen i de svenska

¹¹⁵ Vilken vikt man ska lägga vid dessa förluster kan diskuteras. De visar å ena sidan på potentiell energi som skulle kunna utnyttjas för till exempel uppvärmningsändamål men å andra sidan på risker för ökade utsläpp om kärnkraftverken skulle ersättas med fossil kondenskraft.

¹¹⁶ För att kunna bedöma vilken exakt betydelse som energiprisändringar skulle ha på ekonomin skulle det krävas mer sofistikerad ekonomisk modellering. Det skulle kunna vara en framtida forskningsuppgift där inte enbart dagens utan även möjliga framtida energisystem skulle kunna analyseras.

¹¹⁷ Energimyndigheten (2009 a).

raffinaderierna överstiger med god marginal den svenska efterfrågan och exporten är därför stor.¹¹⁸ Den svenska importen av ”mineraloljor och produkter därav” uppgick år 2007 till 99 miljarder kronor eller cirka 10 % av den totala varuimporten. Exporten av motsvarande produktkategorier uppgick samtidigt till 58 miljarder kronor. Nettoimporten på 40 miljarder kronor motsvarade cirka 1,3 % av BNP.¹¹⁹

Den svenska raffinaderikapaciteten domineras av tre raffinaderier på västkusten (Göteborg/Lysekil). Dessa är beroende av regelbundna leveranser av råolja. Till exempel behöver raffinaderiet i Lysekil ta emot en tanker var tredje dag för att kunna producera normalt. Raffinaderierna är också elberoende. Allvarliga olyckor är sällsynta men kan medföra långvariga avbrott. Det bör noteras att avbrott av leveranser till raffinaderiet visserligen drabbar detta men att leveranserna till slutkonsument kan hanteras genom att oljedepåerna kan försörjas med produkter från närområdet eller Rotterdam.¹²⁰

Kol svarar som ovan påvisats endast för en begränsad del av energin och huvudsakligen inom industrin. I Sverige är proportionerna 70 % till industrin och 30 % till energjändamål vilket är omvänt mot övriga världen.¹²¹ Viktigaste leverantörer av kol är USA, Polen och Australien.¹²²

Naturgas svarar för endast två procent av energiförsörjningen och används endast i Syd- och Västsverige. Importen sker från Danmark via en enda ledning som i sin tur är förbunden med övriga Europa.¹²³ Planer har funnits på att bygga ut ledningarna till Mellansverige och en ansökan om tillstånd att bygga gasledning till Norge har lämnats in. För närvarande är det norska projektet vilande.¹²⁴ De danska gasresurserna är begränsade och möjligheterna att exportera olja och gas bedöms komma att avta.¹²⁵ Det danska nätet är kopplat till det tyska men det är idag inte möjligt att transportera gas från Tyskland¹²⁶ på grund av bristande rör- och kompressorkapacitet. Planer för investeringar i sådan kapacitet finns dock redan idag.¹²⁷ Enligt Energimyndigheten¹²⁸ är det idag främst tekniska risker som hotar naturgasleveranserna. Men även organisatoriska och operativa misstag

¹¹⁸ SPI (2008). För vissa bränslen som till exempel flygbränslen understiger dock produktionen efterfrågan.

¹¹⁹ Källa: SCBs databaser. www.scb.se.

¹²⁰ Per Olsson, Preem. Presentation vid seminariet ”Sjöfartsskydd och sårbarhet i flöden av energi och varor”, Göteborg 2009-12-02.

¹²¹ Svenska kolinstitutet. (2008).

¹²² Information från början av 2000-talet redovisad i Afgors (2002).

¹²³ Energimyndigheten. (2008a)

¹²⁴ Energimarknadsinspektionen. 2009a.

¹²⁵ Höök m.fl. (2009).

¹²⁶ Och därmed indirekt med Ryssland.

¹²⁷ Energimarknadsinspektionen (2009a).

¹²⁸ Energimyndigheten. (2008a)

kan orsaka leveransstopp. I Sverige finns ett gaslager som motsvarar cirka tre dagars användning.¹²⁹

Leveranserna av uran till Sveriges reaktorer domineras av natururan från Kanada, Australien och Namibia.¹³⁰ Anrikningstjänsterna till det svenska reaktorbränslet köps på världsmarknaden i första hand från Frankrike, Holland och Storbritannien.¹³¹ Därutöver köps anrikat uran från Ryssland och Kazakstan. Huvuddelen av det slutliga bränslet tillverkas i Västerås av Westinghouse.¹³²

Den svenska biobränslemarknaden är huvudsakligen nationell även om det sker import av biobränslen, bl.a. etanol och träpellets. Undersökningar som gjorts indikerar att biobränsleimporten uppgår till mellan 5 och 9 TWh/år.¹³³ Dessa importkvantiteter beror dock inte på bristande fysiska tillgångar utan på att produktionskostnaderna är lägre än för t.ex. avverkningsrester i Sverige respektive att Sverige har bättre förutsättningar än andra länder att elda sämre returfliskvaliteter. Den dominerande andelen (90 %) av använd etanol importeras också, främst från Brasilien där produktionsförutsättningarna är avsevärt bättre än i Sverige. Vattenkraft och vindkraft är också nationella förnybara resurser men genom integrationen av de nordeuropeiska elnäten fungerar de i samspel med övriga länder.

4.1.2 Elsystemet

Den svenska elproduktionen domineras av vattenkraft och kärnkraft som tillsammans producerar nästan 90 % av elen, se Figur 8. Produktionen i vattenkraftsanläggningarna varierar kraftigt mellan åren och var under perioden 1998-2008 som lägst 53 TWh och som högst 78 TWh. Även kärnkraftsproduktionen har varierat kraftigt mellan åren.¹³⁴ Vindkraften har under senare år växt snabbt och svarade år 2008 för ungefär 2 TWh (38 % högre än året innan).¹³⁵

Övrig elproduktion härrör från kraftvärmeanläggningar i industrin och fjärrvärmesystemen samt under vissa år kondenskraft. Det dominerande bränslet i dessa är biobränslen, se Figur 8. I kondenskraftverken, som ingår i den upphandlade effektreserven¹³⁶ (på totalt knappt 2000 MW), produceras endast el när elbalansen är dålig. Oljeeldade gasturbiner har en viktig roll för effektbalansen i systemen men de förbrukar mycket små mängder olja. I övrigt är

¹²⁹ Energimyndigheten. (2008a)

¹³⁰ Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet (2009).

¹³¹ Svensk energi. <http://www.svenskenergi.se/sv/Om-el/Karnkraft/Uran/> 2009-11-27.

¹³² Krisberedskapsmyndigheten (2007).

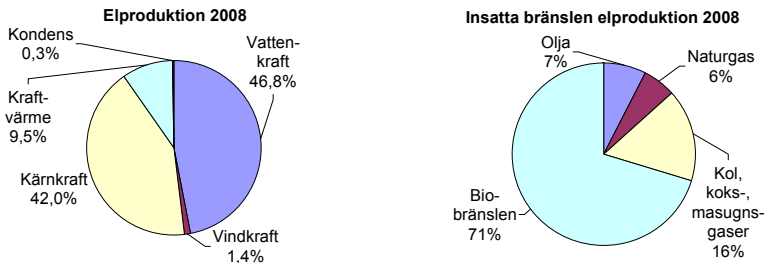
¹³³ Energimyndigheten (2009a).

¹³⁴ Den var t.ex. 55 TWh år 2000 men hela 75 TWh år 2004.

¹³⁵ Energimyndigheten (2009a).

¹³⁶ Ungefär en tredjedel av effektreserven är i form av förbrukningsreduktion.

mängden fossilbaserad el som produceras i landet huvudsakligen begränsad till ett par större naturgasbaserade kraftvärmeverk på västkusten¹³⁷, ett kolkraftverk i Stockholm samt förbränning av industrigaser kopplade till stålindustrin.



Figur 8. Svensk elproduktion samt insatta bränslen för elproduktion 2008. I beteckningen kraftvärme ingår anläggningar för samproduktion av el och värme inom industrin och i fjärrvärmesystemen. Källa: Energimyndigheten (2009a).

Effektmässigt är vattenkraften klart större än kärnkraften, se Tabell 6. Övrig värmekraft har en installerad effekt i samma storleksordning som kärnkraften. Utnyttjandet av vattenkraftseffekten begränsas utöver av hydrologiska faktorer av den fysiska el-överföringen från Norrland samt att viss effekt måste reserveras för att reglera frekvensen på elnätet.¹³⁸ Den bränslebaserade produktionen är å andra sidan kopplad till behovet av värmeproduktion (kraftvärme) och delar av kapaciteten är dessutom ren reservkraft. Kärnkraftverken går däremot med full effekt när de inte är avstängda för revision eller av andra skäl. En olycka, ett olyckstillbud eller ett upptäckt systemfel i en kärnkraftsreaktor kan samtidigt medföra att samtliga kärnkraftsreaktorer av samma typ tvingas stänga för en längre period i avvaktan på klarläggande av orsak och genomförande av eventuella åtgärder.¹³⁹

Den stora skillnaden i den svenska elproduktionen idag jämfört med för 20 år sedan är den ökade andelen bioenergi och vindkraft och naturgasbaserad kraftvärme. Ökningen av bioenergi och vindkraft har huvudsakligen berott på elcertifikatsystemet som varit i drift sedan år 2003. Styrmedlet ska enligt regelverket leda till en utbyggnad med 17 TWh/år mellan 2003 och 2016 (att jämföra med den totala elproduktionen 2007 på 144 TWh/år) och en proposition har lagts med innebörden att elcertifikatsystemet ska expandera ytterligare och motsvara en ökning med 25 TWh/år mellan 2002 och 2020.¹⁴⁰ Elproduktionen

¹³⁷ Bl.a. Ryaverket i Göteborg sedan 2006 och Öresundsverket i Malmö som i december 2009 togs i full drift.

¹³⁸ Svensk Energi (2009).

¹³⁹ Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet (2009), s 173.

¹⁴⁰ Regeringen (2010).

bedöms i Energimyndighetens prognoser öka snabbare än elanvändningen vilket gör Sverige till en betydande exportör av el runt 2020.

Tabell 6. Installerad effekt i landets kraftstationer 2008-12-31. Källa: Svensk Energi (2009).

	MW
Vattenkraft	16 195
Vindkraft	1 021
Kärnkraft	8 938
Övrig värmekraft ^a , varav	8 027
-Kraftvärme, industri	1 194
-Kraftvärme, fjärrvärme	2 955
-Kondens	2 271
-Gasturbiner m.m.	1 607
Summa:	34 181

a. Av värmekraften är ca 5 000 MW fossilbaserad.

Genom att elnätet i Sverige är sammanbundet med elnäten i grannländerna importeras och exporteras stora kvantiteter el mellan länderna beroende på efterfrågan, produktionskapacitetens tillgänglighet, produktionskostnader m.m. År 2008 var importen 15,6 TWh och exporten 17,6 TWh. Importen kommer huvudsakligen från Norge medan exporten huvudsakligen går till Danmark och Tyskland.¹⁴¹ Energibalansen påverkas mycket av vädret där framför allt nederbörden bestämmer vilken omfattning vattenkraftsproduktionen i Sverige (och i Norge) kan ha under året. Men även efterfrågan påverkas av vädret där den stora mängden elvärme i det svenska systemet innebär att kall väderlek ger ett stort effektbehov. Det är under kalla vinterdagar som belastningen på elsystemet är som störst. Som en följd av den integrerade elmarknaden sätts priset på el under större delen av året efter priset på kolkondens.¹⁴² Det påverkas därför av utvecklingen på kolmarknaden och EU-gemensamma styrmedel såsom systemet med handel med utsläppsrätter. Möjligheterna att ha ett nationellt perspektiv på elsystemet begränsas bland annat av EU:s direktiv men även av den politiska linje som förts under de senaste två decennierna.

Den svenska elmarknaden avreglerades genom en ny ellag år 1996. Avregleringen innebar att samtliga företag kunde handla med el på en öppen marknad. Kunder med timmätning av förbrukningen kunde välja elleverantör. Denna möjlighet utvidgades år 1999 till att gälla alla konsumenter.¹⁴³ Avregleringen ledde till juridisk åtskillnad mellan nätverksamhet och produktion och försäljning. Till en början fanns det dock inga restriktioner vad gäller

¹⁴¹ Källa: Svensk Energi (2009).

¹⁴² Energimyndigheten.(2005b).

¹⁴³ Damsgaard och Green (2005).

lednings- och ägandestruktur vilket innebar att monopoldelen och den konkurrensutsatta delen kunde ha samma personal inklusive verkställande direktör.¹⁴⁴ Från och med 2005 får styrelseledamot, VD och firmatecknare i företag med minst 100 000 kunder som bedriver nätverksamhet inte vara firmatecknare i ett företag som bedriver produktion av eller handel med el. Det finns dock inget hinder i svensk lagstiftning för ett elnätsföretag att ingå i en koncern som bedriver produktion av eller handel med el.¹⁴⁵

Trots den avreglerade elmarknaden och trots ambitionen att ansvaret för reservkraft skulle tas av elleverantörerna, har staten genom Svenska kraftnät fått gå in och upphandla kraftreserven. I denna inkluderas både produktionsanläggningar och möjligheter att koppla bort last. Energimarknadsinspektionen ser brister i en centralt upphandlad effektreserv och man ser framför sig att en ökad förbrukningsflexibilitet på sikt kan göra det möjligt att avveckla att den centralt upphandlade reserven. Detta beräknas dock ta ett flertal år och genom en stegvis nedtrappning från år 2011/2012 fram till 2019/2020. Effektreserven har kostat i genomsnitt knappt 150 miljoner kronor per år mellan 2003 och 2008/2009.¹⁴⁶

Åkerlund m.fl. (2006) har skattat de årliga kostnaderna för långa (>3 min) elavbrott i Sverige till 1800 miljoner kronor.¹⁴⁷ Avbrott är vanligast i de lokala och regionala näten. Vanligaste orsak är väderhändelser som åska men även tekniska fel och fysisk åverkan är frekventa.¹⁴⁸ Exempel på mer omfattande bortfall är de som följde av stormen Gudrun, avbrotten i Kista samt det storskaliga bortfallet av el i hela södra Sverige hösten 2003. Stamnät och regionnät är normalt ”maskade” vilket innebär att det finns möjligheter att överföra el andra vägar vid fel på enstaka ledning.¹⁴⁹

Det finns idag reglerat att nätägaren blir ersättningsskyldig vid avbrott längre än 12 timmar och från och med år 2011 får inte elavbrotten överstiga 24 timmar.¹⁵⁰ Ersättningsbelopp regleras i ellagen. Värt att notera är dock att energianvändarna ansvarar för att klara konsekvenserna av de avbrott i energileveranserna som de kan drabbas av.¹⁵¹

¹⁴⁴ Damsgaard och Green (2005).

¹⁴⁵ Energimarknadsinspektionen (2009a).

¹⁴⁶ Energimarknadsinspektionen (2008). Detta motsvarar ungefär 0,1 öre/kWh att jämföra med det genomsnittliga spotpriset under 2008 som uppgick till 49 öre/kWh (Energimyndigheten, 2009a).

¹⁴⁷ Avbrott längre än tre minuter.

¹⁴⁸ Energimyndigheten (2009a).

¹⁴⁹ Energimyndigheten (2008a).

¹⁵⁰ Ellagen.

¹⁵¹ Energimyndigheten (2008a).

4.1.3 Fjärrvärme

Fjärrvärmerna har vuxit kraftigt under de senaste decennierna. Leveranser till bostäder och lokaler dominerar men även industrin är en stor konsument av fjärrvärme. Fjärrvärmerna har åtminstone tre stora fördelar jämfört med individuell uppvärmning:

- man kan tillgodogöra sig spillvärme från industri och avfallsförbränning,
- den möjliggör produktion av el i kraftvärmeanläggningar med hög systemeffektivitet som resultat,
- den underlättar god rening av rökgaser.

Kring 1990, d.v.s. innan koldioxidskatten introducerades 1991, svarade fossila bränslen för en tredjedel av energitillförseln. Idag dominerar i stället biobränslen, avfallsbränslen m.m. helt, se Figur 9, och de fossila bränslena svarar endast för en mindre del. Sett som sektor har diversifieringen snarast minskat men samtidigt dominerar fjärrvärmesystemens energileveranser av inhemska bränslen vilket gör att beroendet av importflöden är begränsade.

Ur ett försörjningstrygghetsperspektiv är det dock av mindre intresse att studera fjärrvärmesektorn som en grupp utan det är i stället diversifieringen i de enskilda näten som är av större intresse. Sett på nätnivå är diversifieringen avsevärt mindre särskilt i mindre nät. I många fall finns en oljepanna tillgänglig för spetslastproduktion och som eventuellt kan svara som reservkälla.

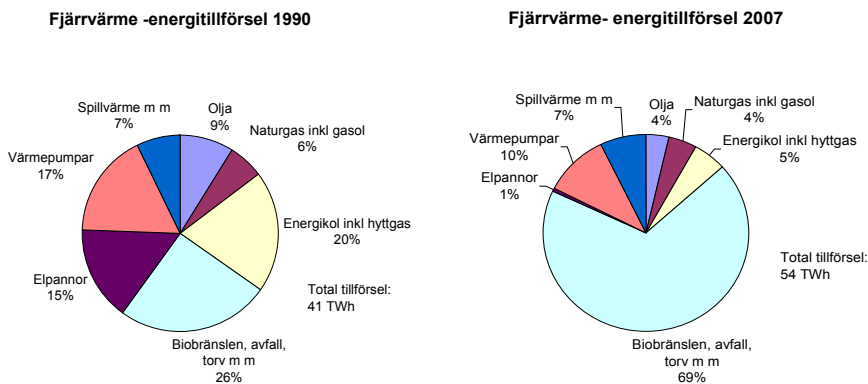
I Energimyndigheten (2007c) analyseras flexibiliteten i fjärrvärmesystemen utifrån hur mycket produktionskapacitet som kan ersätta bortfall av ett produktionssätt. Som indikator väljer man produktionskapaciteten relaterat till det totala effektbehovet. Man gör bedömningen att det finns relativt god marginal i produktionskapaciteten. Man noterar precis som vi gör ovan att man egentligen behöver studera förutsättningarna system för system, vilket inte varit möjligt i deras studie.¹⁵²

Vissa fjärrvärmebolag baserar en stor del av sin produktion på spillvärmeleveranser från näraliggande industrier. Minskad produktion eller nedläggning av dessa skulle potentiellt få stor betydelse för energiförsörjningen i dessa nät.

Fjärrvärmessystemen är beroende av fungerande elleveranser både för produktion, distribution och hos slutliga användare. I produktionsledet behövs el för bränsleinmatning, pumpar, fläktar m.m. och i distributionsledet för bl.a. tryckhöjningspumpar och elstyrda ventiler. Det stora elberoendet finns dock i

¹⁵² Man noterar att kunskapen om installerad oljepannekapacitet är osäker. En stor effekt finns dock i oljepannor som körs relativt sällan. Av total installerad effekt 27-39 GW är 10 GW sådana fastbränsle- och avfallspannor som relativt snabbt kan ställas om till andra fasta bränslen.

fjärrvärmekundernas anläggningar. Där krävs att vattnet i kundens anläggningar pumpas runt med elektrisk pump. Lagringsproblematiken har ökat för fjärrvärmesystem genom övergång till bibränslen och avfall som är relativt skrymmande att lagra. Biobränslen kan också förlora i kvalitet vid långvarig lagring.¹⁵³



Figur 9. Energitillförsel till fjärrvärmenäten 1990 respektive 2007. Källa: Energimyndigheten (2008c).

4.1.4 Metangas

Fortfarande domineras metangasleveranserna av naturgas (8-11 TWh) men produktionen av biogas ökar kontinuerligt och uppgick 2008 till 1,4 TWh/år.¹⁵⁴ Kapaciteten i befintliga naturgasnät är idag 20 TWh/år. Industrin står idag för den största delen av den svenska naturgasanvändningen, 54 procent år 2008, medan värmeverken samma år stod för 29 procent av förbrukningen. Resterande del förbrukades av övrig näringsverksamhet (13 %) och hushåll (4 %).¹⁵⁵

Försörjningstryggheten för naturgas har historiskt sett varit hög men situationen med endast en anslutningspunkt gör enligt Energimarknadsinspektionen (2009b) att den svenska naturgasmarknaden får anses vara sårbar både på kort och på lång sikt. Möjliga strategier för att minska den sårbarheten kan enligt Energimarknadsinspektionen innehålla:

- ytterligare tillförselpunkter till det svenska naturgasnätet,
- fler tillförselpunkter för biogas kombinerat med större kvantiteter (idag förs 12 % av den producerade biogasen in på naturgasnätet), samt

¹⁵³ Energimyndigheten (2007e).

¹⁵⁴ Energimarknadsinspektionen (2009b).

¹⁵⁵ Energimarknadsinspektionen (2009b).

- anläggningar för LNG som backup.

År 2007 genomfördes det sista steget av marknadsöppningen av naturgasmarknaden vilket innebär att samtliga naturgaskunder kan välja naturgashandlare. Trots marknadsöppningen 2007 är dock konkurrensen på den svenska naturgasmarknaden begränsad. Inga nya gashandlare har tillkommit sedan marknadsöppningen och fortfarande finns bara en tillförselledning till den svenska marknaden.¹⁵⁶

4.1.5 Drivmedel

Petroleumprodukter säljs idag via ett antal distributionsföretag där de sex stora bolag dominerar. Antalet bensinmackar uppgick år 2009 till drygt 3200 men krymper kontinuerligt.¹⁵⁷ Leveranserna till bensinstationer och andra konsumenter sker från ett antal depåer.¹⁵⁸ Depåerna fungerar både som lager och som lastningspunkt för vidare leverans till konsumenter. Leveranserna till depåer kan relativt snabbt justeras till alternativa försörjningsvägar vid störningar hos raffinaderierna. Flera av depåerna har möjlighet att koppla in något av de tillgängliga reservkraftverken.¹⁵⁹ Tankbilar kan också i vissa fall fyllas genom självtryck. Till skillnad från system baserade på ledningar och rör kan det finnas en större flexibilitet att hitta alternativa distributionsvägar om hinder finns för den normala vägtransporten. Bensinstationer kan inte leverera drivmedel under tiden de saknar el. Krisberedskapsmyndigheten (2007) har bedömt att konsumentledet, som representeras av bensinstationer, är den del av kedjan som är mest sårbar om elen faller bort.

4.1.6 Industrins energiberoende

Den svenska industrin har sedan början av 1970-talet till stor del gjort sig oberoende av olja. I stället har framför allt elanvändningen ökat kraftigt liksom utnyttjandet av biomassa i form av industriella biprodukter. Det senare har varit nära kopplat till utvecklingen inom skogsindustrin som både är en stor energianvändare och bränsleproducent. Inom vissa branscher har strategin att minska oljeberoendet och en rik tillgång på el lett till en förändrad industristruktur. Ett exempel är skogsindustrins ökade inriktning mot mekanisk massa i stället för kemisk.¹⁶⁰ Stålindustrin är i sin tur unik såtillvida att man där finner ett stort kolberoende eftersom kolet spelar en central roll i själva

¹⁵⁶ Energimarknadsinspektionen (2009a).

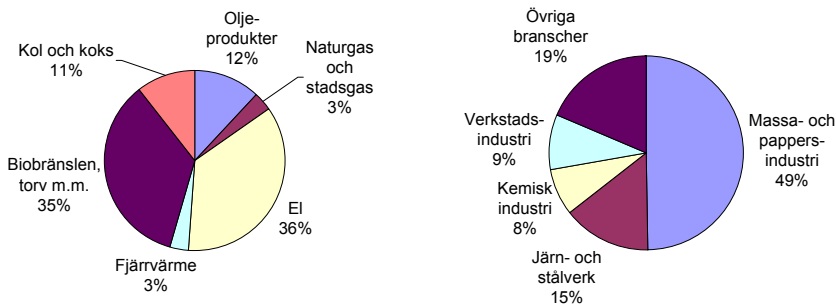
¹⁵⁷ Sedan år 2000 hade antalet försäljningsställen minskat med cirka 20 %. Källa: SPI.

¹⁵⁸ Enligt Krisberedskapsmyndigheten (2007) finns det 36 drivmedelsdepåer.

¹⁵⁹ Krisberedskapsmyndigheten (2007).

¹⁶⁰ Mekanisk massa är beroende av billig el men har fördelen att utnyttja en större del av träråvaran i massaproduktionen. Det motsatta gäller för kemisk massa. De olika massatyperna skiljer sig också åt med avseende på kvalitet.

processen. Industrins totala energianvändning fördelad på energislag och bransch redovisas i Figur 10. Värt att notera att tre branscher svarar för nästan 3/4 av energianvändningen men endast i för i storleksordningen 1/4 av förädlingsvärdet.¹⁶¹



Figur 10. Industrins energianvändning fördelad på energislag respektive branscher år 2007. Källa: Energimyndigheten (2008 c).

De olika industribranscherna skiljer sig kraftigt åt när det gäller energiintensitet. Medan den mest energiintensiva branschen, massa- och pappersindustrin har en specifik energiåtgång på ca 1,9 kWh/kr är den för den största branschen, verkstadsindustrin, endast 0,04 kWh/kr, se Figur 11. Värt att notera är dock att en stor del av energin som används inom massa- och pappersindustrin är biprodukter (främst lutar) som idag har få andra användningsområden¹⁶² medan till exempel järn- och stålindustrin är i princip helt beroende av fossila bränslen. Om man exkluderar massa- och pappersindustrins användning av biobränslen i intensitetsredovisningen sjunker den till knappt 0,7 kWh/kr.

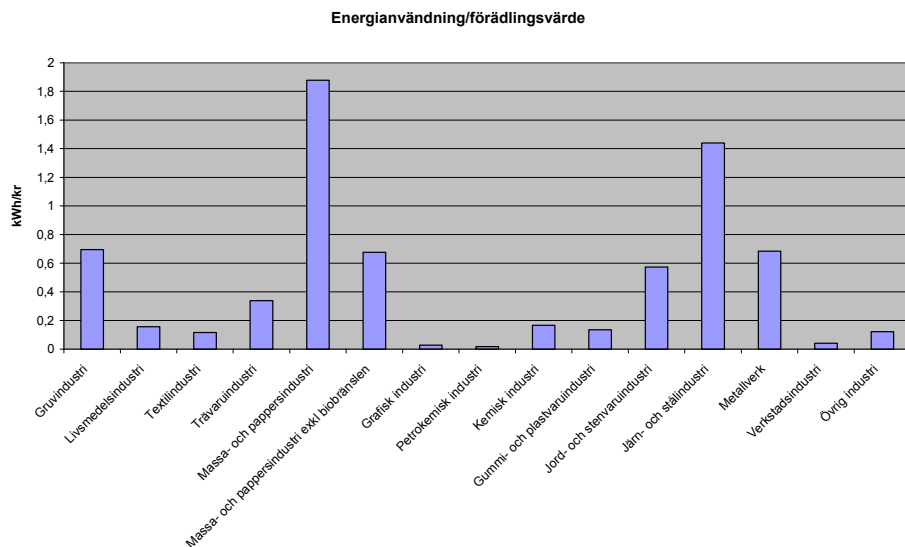
Energikostnadens andel av de rörliga kostnaderna har sjunkit sedan början av 1980-talet och är idag i genomsnitt ca 2,5 %. För verkstadsindustrin är den mindre än 1 %, medan den i massa- och pappersindustrin är över 8 %. Inom vissa delbranscher som den för mekanisk massa kan kostnaden vara avsevärt högre. Dessa skillnader kan innebära att prioriteringarna kan skilja sig betydligt mellan branscherna. För verkstadsindustrin är prisnivåerna av relativt sett mindre betydelse men tillgång på en säker energiförsörjning som möjliggör verksamhet av stor betydelse. För de mer energiintensiva branscherna kan även prisnivån vara av avgörande betydelse.

Transporter av produkter och insatsvaror är av stor betydelse för industrin och svarar för en inte försumbar del av de totala kostnaderna. Ett avbrott av drivmedelsleveranserna eller ökade energipriser kan påverka industrins

¹⁶¹ Energimyndigheten (2007f).

¹⁶² Alternativ användning av lutarna, till exempel som råvara för drivmedelsproduktion, diskuteras dock.

konkurrenskraft. Framför allt gäller det skogsindustrin där transportkostnaderna uppgår till uppemot 15-25 % av produktionskostnaderna och en kraftig ökning av drivmedelspriserna därför kan få stor betydelse. Där skulle en fördubbling av drivmedelspriserna kunna leda till en ökning av de totala produktkostnaderna med 3-5 %.¹⁶³



Figur 11. Energiintensiteten mätt som energianvändning/förädlingsvärde inom olika industribranscher Baserat på data från 2004. Källa: Energimyndigheten (2007f).

Idag är industrin känslig för ökade elpriser snarare än till exempel ökade oljepriser. Detta faktum har också varit tydligt i debatten där oron för ökade elpriser i fallet att kärnkraften skulle läggas ner eller som en följd av styrmedel som systemet med utsläppsrätter har uttryckts från industrins företrädare.

I västra och södra delen av Sverige försörjs en stor del av industrin med naturgas där det finns ett beroende av den enda gasledningen från Danmark.

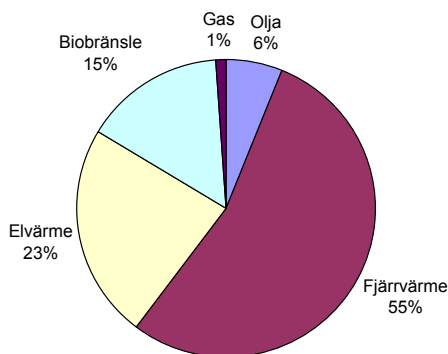
Av stor betydelse för företagens känslighet för avbrott och prischocker är i vilken grad det finns redundans i systemet i form av extrapannor m.m. Vi har inte i vårt arbete hittat någon övergripande kartläggning kring hur det ser ut ute hos företagen eller vilka strategier man har för att hantera energisäkerhetsaspekter.

¹⁶³ Johansson (2009).

4.1.7 Bostäder och service m.m.

Energiförsörjningen till bostads- och servicesektorn har under de senaste decennierna genomgått en stor förändring. Det gäller främst på uppvärmningssidan där oljeanvändningen snabbt krymper. Från att 2001 ha svarat för 17 TWh/år (19 %) av uppvärmningen svarade oljan 2007 för endast 4,7 TWh/år (6 %). I stället har värmepumpar och biobränslen ökat kraftigt. I flerbostadshus och lokaler dominerar fjärrvärmen helt och hållet medan uppvärmningssystemen är mer varierade för småhus. I småhus svarar elvärmen trots ökande priser för en betydande del av uppvärmningen. Till stor del beror det på att det i hus med direktel (idag enda uppvärmningssystem i 17 % av småhusen)¹⁶⁴ är svårt att konvertera till andra uppvärmningssystem som är baserade på vattenburna system. Denna betydelse av el för uppvärmning är ovanlig ur ett internationellt perspektiv och beror av den rika tillgången på el under 1980-talet. Totalt i sektorn dominerar fjärrvärme för uppvärmning och varmvatten följt av elvärme och biobränsle, se Figur 12.

Energianvändning uppvärmning och varmvatten 2007



Figur 12. Energianvändning för uppvärmning och varmvatten i bostäder och lokaler 2007. Källa: Energimyndigheten (2009b).

¹⁶⁴ SCB (2009).

Inom bostadssektorn finns fortfarande ett stort antal byggnader med flera system för uppvärmning. Kombipannor finns idag i cirka 30 % av Sveriges småhus vilket möjliggör respons på plötsliga prisförändringar etc.¹⁶⁵ Andelen småhus med braskaminer och öppen spis uppgick år 2005 till 42 %.¹⁶⁶ Innehav av sådana lösningar kan öka chanserna att klara långa elavbrott.

En annan indikator på hur väl man kan klara långa bortfall av uppvärmningssystem kan vara hur snabbt utkylningen av en byggnad går.¹⁶⁷ För småhus kyls de flesta husen ut på mindre än ett dygn. Motsvarande hastighet är däremot avsevärt lägre för flerbostadshus. För ca 2/3 av dessa är utkylningstiden över 3 dygn och endast ca 5 % har en utkylningstid på under ett dygn.¹⁶⁸

Fastighets- och hushållsel spelar också en viktig roll i bostäder och lokaler även om de normalt sett svarar för en mindre del av energianvändningen. Matlagning, matförvaring, ventilation, hissar, belysning, elektronikprodukter är bara några exempel på områden elanvändningen går till. Matförvaring och belysning dominerar fortsatt hushållselen (20 respektive 25 %)¹⁶⁹ men inom dessa områden (särskilt matförvaringen) har kraftiga energieffektiviseringar skett vilket minskat dessas andelar. Hemelektronik har vuxit i andel och svarar idag för lika stor del av hushållselen som ”kyl och frys”.

Till sektorn hänförs i allmänhet också de areella näringarna¹⁷⁰, byggsektorn och diverse annan service¹⁷¹ som tillsammans svarar för knappt 15 % av sektorns energianvändning. Exempelvis jordbruket är för sin maskinpark i princip helt beroende av fossila bränslen medan energin för uppvärmningsändamål till stor del är baserad på biobränslen (knappt 40 %) och elenergi (drygt 40 %).¹⁷² En uppfattad stor priskänslighet har gjort att sektorn liksom industrisektorn varit föremål för skattenedsättningar. En kraftig oljeprishöjning beroende på förändrade marknadsförhållanden kan samtidigt förväntas drabba konkurrenterna i andra delar av Europa på likartat sätt som den svenska branschen. En fungerande elförsörjning är särskilt viktig för djurhållningen. I princip kräver Djurskyddslagen att man har tillgång till reservkraft, men erfarenheterna från Gudrun visar att många djurägare inte uppfyller dessa krav.¹⁷³

¹⁶⁵ Energimyndigheten (2009b).

¹⁶⁶ Energimyndigheten (2007b).

¹⁶⁷ Utkylning definieras som hur snabbt en byggnads inomhustemperatur faller till +5 grader vid -20 grader utomhus.

¹⁶⁸ Energimyndigheten (2007b).

¹⁶⁹ Svensk energi (2009).

¹⁷⁰ Jordbruk, skogsbruk, trädgårdsnäringar och fiske.

¹⁷¹ Gatu- och vägbelysning, Avlopps- och reningsverk samt el- och vattenverk.

¹⁷² SCB (2008).

¹⁷³ Energimyndigheten (2006a).

4.1.8 Transportsektorns energiberoende

Transportsektorn är den sektor i Sverige som tydligast är beroende av oljeprodukter. Idag dominerar dessa väg-, flyg- och sjötransporterna. Den enda del av transportsektorn som inte domineras av oljeprodukter är den spårbundna trafiken där el svarar för den största delen av energitillförseln.

Under de senaste åren har användningen av alternativa drivmedel ökat betydligt, som en följd av införandet av kraftfulla styrmedel främst i form av skattenedsättningar. Ökningen har skett såväl i form av låginblandning av etanol i bensen, som E85, biogas och förestrade vegetabiliska oljor (FAME). Låginblandningen har varit i form av 5 % -ig inblandning men det finns tekniska möjligheter att öka denna andel till 10 %. Trots ökningen svarade de alternativa drivmedlen endast för 5 % av vägtransporternas energianvändning 2008.¹⁷⁴

En teknisk lösning som ökar flexibiliteten i systemet är en ökad andel flexifuelfordon. Konsumenten kan med sådana fordon välja det alternativ som för stunden är mest ekonomiskt attraktivt, något som varit tydligt under 2009 då andelen etanol sjönk väldigt kraftigt som en följd av ökade priser på etanol. Fortfarande är dock andelen flexifuelfordon i den totala bilflottan liten.¹⁷⁵

Den relativa känsligheten för tillfälliga oljeprisökningar kan förväntas vara relativt sett mindre i de sektorer där en stor del av bränslepriset styrs av skatter. Idag är 53 % av bensinpriset exklusive moms respektive 43 % av dieselpriiset energi- och koldioxidskatter.¹⁷⁶ I flyg- och sjöfartssektorn saknas motsvarande energi- och koldioxidskatter vilket kan innebära att den relativa effekten av en bränsleprishöjning där kan förväntas vara större. För sjöfartssektorn är energikostnaden samtidigt av betydligt mindre betydelse än för flygsektorn.

4.1.9 Det svenska förhållningssättet till energisäkerhet

Även om energisäkerhet har varit del av energipolitiken under en lång period har den inte varit den som har haft högst prioritet under de senaste decennierna. Den del av energisäkerhetsbegreppet som kan beskrivas som försörjningstrygghet är dock ett av de tre ben som energipolitiken består av. De tre benen är:¹⁷⁷

- Ekologisk hållbarhet
- Konkurrenskraft
- Försörjningstrygghet

¹⁷⁴ Energimyndigheten (2009c).

¹⁷⁵ Vid årsskiftet 2008/2009 var den mindre än 5 % av de lätta fordonen.

<http://www.miljofordon.se/fordon/antal-fordon--mangd-bransle.aspx> Besökt 2010-03-11.

¹⁷⁶ Energimyndigheten (2008c).

¹⁷⁷ Regeringen (2009c).

En central del för att uppnå dessa mål har varit skapandet av effektiva marknader. I 2009 års energiproposition sägs att Sverige ska föra en marknadsbaserad och solidarisk internationell energipolitik samt verka för en fortsatt integrering av den europeiska energimarknaden. En allmän inställning är att ansvaret för trygg energiförsörjning ligger hos berörda energiföretag.¹⁷⁸

I 2009 års energiproposition lyfts förnybar energi och energieffektivisering fram som en central del av politiken som ska öka energisäkerheten. För elproduktionen betonar man att ett tredje ben, förnybar energi, ska komplettera kärnkraften och vattenkraften för att öka försörjningstryggheten och minska sårbarheten. Även torvens betydelse för den inhemska försörjningstryggheten betonas.¹⁷⁹ Naturgas anses viktigt under en övergångsperiod.

Högspänningsnätets överföringsförmåga inom Sverige liksom gentemot grannländerna utgör enligt regeringen grunden för en väl fungerande svensk och nordisk elmarknad med hög försörjningstrygghet.

Sverige har enligt regeringen verkat för att EU:s energimarknadslagstiftning ska vidareutvecklas, bl.a. genom effektiv åtskillnad mellan å ena sidan transmissionsverksamhet, å andra sidan produktionsverksamhet och handel med el. Sverige har varit starkt pådrivande i arbetet med att sätta upp ett mål på gemenskapsnivå för förnybar energi.

I debatten om försörjningstrygghet inom EU har Sverige, enligt regeringen, dessutom verkat för ett brett synsätt, där åtgärder för att minska EU-ländernas beroende av externa leverantörer av energiråvaror ska ges större fokus, såsom energieffektiviseringsåtgärder och diversifiering med tonvikt på inhemska och förnybara energikällor.

Den svenska regeringen har befarat att diskussionen om försörjningstrygghet inom EU skulle kunna få som konsekvens att fokus i EU:s energipolitik alltför mycket förskjuts från bekämpning av klimatförändringarna som det primära målet till att mest handla om infrastrukturdragningar och gemenskapsfinansiering av dessa. Regeringen vill inte begränsa diskussionen om försörjningstrygghet till att endast omfatta nya infrastrukturdragningar och kris-/solidaritetsmekanismer att ta till vid störningar i den externa energiförsörjningen. Man menar att man också måste diskutera roten till det onda, d.v.s. det stora externa beroendet.¹⁸⁰

Energifrågan nämns även i den senaste försvarspolitiska propositionen, i synnerhet den del av den säkerhetspolitiska omvärldsbeskrivningen som

¹⁷⁸ Angående naturgas se t.ex. Kommenterad dagordning för rådsmötet TTE (7 december 2009).

¹⁷⁹ Detta kan ge vissa problem kopplat till klimatpolitiken eftersom utsläppen av växthusgaser från torv är relativt höga och motsvarar dem från fossila bränslen. Exakt hur stora de är beror bl.a. på hur marken brukas efter att torven har utvunnits.

¹⁸⁰ Regeringskansliet (2008).

behandlar Ryssland.¹⁸¹ Regeringen håller också i allt väsentligt med Försvarsberedningen att de nordiska länderna tillsammans kan möta nya strategiska hot och utmaningar, säkra *energi*- (vår kursivering) och handelsflöden samt hantera incidenter som kan påverka våra intressen eller våra territorier.

4.2 Tyskland

4.2.1 Karaktäristika hos energisystemet

Tyskland är en av världens största ekonomier och var år 2009 världens näst största exportnation.¹⁸² Som exportintensivt land är Tyskland, liksom Sverige, beroende av tung och energikrävande industri. Total primärenergiförbrukning 2007 var 331 miljoner ton oljeekvivalenter (Mtoe), att jämföra med Sveriges drygt 50 Mtoe.¹⁸³

Energimixen domineras av fossila bränslen och kärnkraft. Olja svarar för en dryg tredjedel, kol och naturgas står för en fjärdedel var och kärnkraften för 12 %. Även om andelen förnybar energi i primärenergimixen är relativt låg, cirka 6 % 2006, är Tyskland ledande inom vindkraft och biodiesel. Andelen förnybara energikällor i Tysklands energimix regleras i en lag om förnybar energi (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG). Målet är att 12,5 % av elen ska produceras från förnybara källor år 2010 (vilket i princip uppnåddes redan 2006) och 25-30 % år 2020. Det finns sedan 1999 en inmatningslag som innebär att alla som producerar el med vindkraftverk eller solceller får en fast ersättning som ligger över marknadspriset.

Landet har ökat energieffektiviteten med nästan en femtedel sedan 1991 och har den lägsta energiintensiteten av de stora ekonomierna i Europa. Mer än 60 % av energin importeras, vilket är något mer än EU-genomsnittet på 54 %. Av de importerade energiresurserna stod olja och gas för 87 %, återstående del utgjordes främst av stenkol.¹⁸⁴

De tyska marknaderna för el och gas avreglerades i slutet av 1990-talet. Trots ett stort antal aktörer står en handfull för majoriteten av handeln. Konkurrensen begränsas av flaskhalsar i näten och av långsiktiga kontrakt som minskar möjligheterna för nya aktörer att etablera sig. Tyskland hör till de länder som fått starkast kritik av EU för sin motvillighet att anpassa sin lagstiftning så att utländska energiföretag kan få fri tillgång till den tyska marknaden. År 2005

¹⁸¹ Regeringen (2009a), s 24ff.

¹⁸² CIA (2010).

¹⁸³ IEA Energy Statistics. 1 toe=11, 63 MWh.

¹⁸⁴ Eurostat (2009).

omsattes EU:s el- och gasdirektiv¹⁸⁵ i den nationella lagstiftningen och en tillsynsmyndighet, Bundesnetzagentur (BNA), bildades.

Energianvändningens fördelning på sektorer¹⁸⁶

Av den slutliga energianvändningen står hushållen för den största delen, drygt 30 %, följt av transporter med knappt 30 %. Av energianvändningen för transporter står vägtransporter för merparten, i storleksordningen 25 % av den totala användningen. 25 % motsvarar också industrisektorns andel av energianvändningen.

Industrin använder el och naturgas i stor utsträckning och i viss mån kol. Medan industrin använder mindre än 10 % oljeprodukter för att täcka sitt energibehov, dominerar oljeprodukter i transportsektorn. Förnybara bränslen svarar för drygt 5 % av transporternas energibehov. Hushållens energianvändning domineras av naturgas, med olja och el på andra respektive tredje plats.

Elproduktion

Kol (stenkol och brunkol) och kärnkraft svarar för den största andelen av elproduktionen, 42 respektive 26 % år 2006. De senaste decennierna har kolet minskat i betydelse, från att ha svarat för 57 % 1991, till förmån för naturgas, vindkraft och biomassa.¹⁸⁷ År 2007 fattade regeringen ett beslut att till 2018 fasa ut subventionerna för stenkolsproduktion, som dragits med lönsamhetsproblem.¹⁸⁸ Detta innebär troligen att stenkolsbrytningen upphör, såvida inte priset på kol stiger markant som följd av en ökad efterfrågan och ökad konkurrens om energiresurser.

År 2000 slöts ett avtal om avveckling av kärnkraften, vilket omvandlades till lag år 2002. Enligt denna ska kärnkraftverken stängas ner allt eftersom, med ett totalt stopp beräknat till tidigt 2020-tal.¹⁸⁹ Den nuvarande koalitionsregeringen mellan kristdemokraterna (CDU/CSU) och liberalerna (FDP) har dock uttryckt att man kommer att skjuta upp avvecklingen.¹⁹⁰ Dock ska förbudet att bygga nya kärnkraftverk kvarstå. Kärnkraften anses av tyska regeringen kunna bidra på fler sätt i energipolitiken; för att uppnå ambitiösa klimatmål, för förbättrad energisäkerhet i form av en mer diversifierad energimix och inhemsk energiproduktion samt för att kunna bibehålla kompetens inom området och

¹⁸⁵ EU (2003a).

¹⁸⁶ Eurostat (2009).

¹⁸⁷ Eurostat (2009).

¹⁸⁸ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Kohlepolitik
<http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/kohlepolitik.html>

¹⁸⁹ Livslängden är inte fastställd i tiden, reaktorerna ska i stället stängas ner då de producerat en viss mängd energi.

¹⁹⁰ En sammanfattning av den nya inriktningen på energipolitiken återfinns i Reuters (2009a).

kunna exportera kärnkraftsteknologi i ett läge där flera länder satsar på kärnkraft. Det betonas ändå att kärnkraften ska vara en överbryggande energikälla och att en del av vinsten för energibolagen bör investeras i förnybar energi. Man är samtidigt medveten om att kärnkraftsverken kräver upprustning för att uppnå erforderlig säkerhetsnivå.

Regeringen har uttalat stöd för byggandet av nya energieffektiva kolkraftverk med teknik för avskiljning och deponering av koldioxid (Carbon capture and storage, CCS)¹⁹¹ och det finns planer på en mängd nya kolkraftverk.¹⁹² År 2008 invigde Vattenfall det första brunkolkraftverket som tillämpar CCS i Lausitz. Det rör sig om en pilotanläggning som inte genererar el, utan har syftet att visa på användbarheten hos tekniken.¹⁹³

Tyskland är världsledande när det gäller landbaserad vindkraft, vilken år 2009 svarade för 6,4 % av elanvändningen. Den installerade kapaciteten var 26 000 MW och endast USA har en större installerad kapacitet. Kapaciteten för havsbaserad vindkraft är jämförelsevis liten, 72 MW, vilket är den åttonde största i Europa (efter bland annat Storbritannien och Sverige).¹⁹⁴ Av kapaciteten installerades 60 MW under 2009 genom Alpha Ventus i Nordsjön.

En stor del av de europeiska havsbaserade vindkraftverken som är under konstruktion är däremot tyska, motsvarande 30 % av kapaciteten. Av de vindkraftsparker som fått tillstånd att byggas är hälften av den planerade kapaciteten tysk, motsvarande 8600 MW.¹⁹⁵

Fjärrvärme

Användning av fjärrvärme i Tyskland varierar mellan olika delar av landet. I genomsnitt har 13 % av bostäderna tillgång till fjärrvärme men det varierar från ca 9 % i västra Tyskland till 30 % i östra Tyskland.¹⁹⁶ Det största fjärrvärmenätet finns i Berlin. 80 % av värmeproduktionen sker i form av kraftvärme där naturgas och kol dominerar. Även biomassan ökar. Det finns även anläggningar som utnyttjar biogas från det egna lantbruket.¹⁹⁷

Drivmedel

Som ovan nämnts domineras energianvändningen inom transportsektorn av oljeprodukter. Dock ligger Tyskland långt framme vad gäller förnybara drivmedel, särskilt biodiesel. I en färdplan sätter Jordbruks- och

¹⁹¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010).

¹⁹² En förteckning över nya kolkraftverk finns på Reuters (2009b).

¹⁹³ Energivärlden (2009).

¹⁹⁴ Euroobserver (2010).

¹⁹⁵ EWEA (2010).

¹⁹⁶ AGFW (2008).

¹⁹⁷ Aktuellt från Fjärrsyn (2008).

Miljödepartementen målet att syntetiska biobränslen ska utgöra 10 % av bränslena i transportsektorn år 2010 och 20 % år 2020.¹⁹⁸ Det är dubbelt så mycket som EU:s mål om 10 % förnybara drivmedel 2020. Avseende inblandning av biobränslen i fossila bränslen sattes målet till 6,25 % år 2009 och 6,75 % år 2010, men justerades senare till 5,25 % år 2009 och 6,25 % år 2010 då det visat sig att alltför många bilar inte skulle kunna köra på dessa blandningar.¹⁹⁹ Man kommer att göra en översyn av inblandningskvoterna 2011 och speciellt beakta uthållighetsfrågor, då det väckts farhågor att policyn kan bidra till ökade livsmedelspriser i tredje världen.²⁰⁰ I den nya energipolitiken vill man främja bioenergi från avfall, snarare än från primära råvaror.

4.2.2 Det tyska förhållningssättet till energisäkerhet

Ramverket för den tyska energipolicyn är given genom EU:s gemensamma energi- och klimatpaket, med öppna energimarknader och begränsningar i klimatpåverkan i centrum. Tysklands geografiska läge innebär att man är ett viktigt transitland för flera energiformer, vilket i sin tur innebär att de beslut som fattas kring energiinfrastruktur påverkar stora delar av Europa. Gaskonflikten 2005-2006 mellan Ryssland och Ukraina satte försörjningssäkerheten i fokus för den politiska debatten i Tyskland. Våren 2006 hölls ett möte mellan olika statliga departement och organ och tyska energiföretag. Det resulterade i tre arbetsgrupper (internationella frågor, nationella frågor och forskning samt effektivitet) och en process för att utveckla ett långsiktigt energikoncept ”energiegipfe”.²⁰¹ Ett nytt energikoncept är att vänta hösten 2010.²⁰²

Utifrån resultaten i arbetsgrupperna ovan och den pågående processen har den tyska regeringen valt att prioritera energieffektivitet och diversifiering av energiimporten (i form av bland annat nya gasledningar och en terminal för LNG) för att förbättra energisäkerheten.²⁰³ Genom lagstiftning har man valt att underlätta användning av biogas i det befintliga naturgasnätet och på sätt kunnat minska beroendet av naturgas något.²⁰⁴ Den nya regeringen har uttalat stöd för stora infrastrukturprojekt som gasledningen Nabucco och projektet DESERTEC, som syftar till att producera solex i Nordafrika, se avsnitt 5.4.1. Syftet med infrastruktursatsningarna är att öka diversiteten med avseende på leverantörländer och transportrutter.

¹⁹⁸ BMU och BMELV (2007.)

¹⁹⁹ Guardian (2008).

²⁰⁰ Reuters (2008a).

²⁰¹ www.bmu.de.

²⁰² Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010).

²⁰³ Umbach (2008).

²⁰⁴ Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG).

Regeringen anser att avvecklingen av kärnkraften kan komma att ske på bekostnad av energisäkerheten. Förutom att ett alternativ för energiproduktion försvinner räknas kärnkraften dessutom som en till stor del inhemsk resurs, som minskar beroendet av import av energi. Om Tyskland i framtiden behöver importera mer fossila bränslen är det troligt att man i än större utsträckning måste förlita sig på import från Ryssland. Om vindkraften byggs ut ytterligare för att ersätta kärnkraften krävs reservkraftskapacitet för att fungera som buffert för den ojämna produktionen av vindkraft. Denna kapacitet kommer troligen att baseras på kol eller naturgas, som kan behöva importeras.²⁰⁵

Även beslutet att dra in subventionerna för stenkolsbrytning kan begränsa energimixen, trots att inte brunkolsproduktionen drabbas, och förskjuta försörjningen mot ökat importberoende. I "Jahreswirtschaftsbericht 2009" skriver regeringen att Tyskland behöver en bred energimix, vilket inkluderar inhemskt producerat kol.²⁰⁶ I en artikel förs resonemang om att en minskad tysk energiproduktion från kol till förmån för importerad gas, inte bara kan vara negativt för tysk energisäkerhet, utan även riskerar att vara verkningslöst avseende utsläppsminskningar. Detta om producentländer som Ryssland prioriterar export av gas och istället tillgodoser sina egna energibehov med kolkraft.²⁰⁷

Tyskland och Ryssland är viktiga handelspartners och rysk gas svarar för ca 40 % av den tyska förbrukningen. Länderna har sedan länge ingått strategiska partnerskap på ett antal områden, varav energi är ett. Tyska företag är involverade i byggandet av gasledningen Nord Stream, som via Östersjön ska förbinda Ryssland och Tyskland. Samarbetet mellan länderna utvidgades ytterligare 2009 då man bildade energibyrån Rudea, för att verka för en ökad energieffektivitet och användning av förnybar energi i Ryssland. Verksamheten kommer enligt tysk modell bland annat att innefatta rådgivning till företag, kampanjer riktade mot privatpersoner och analyser av innovativa tekniker. Partnerskapet kan ses som en insats för att öka den tyska försörjningstryggheten, då minskad rysk konsumtion skulle frigöra energiresurser för export till Tyskland och övriga Europa.²⁰⁸

IEA ger i 2007 års utvärdering av nationers energipolitik Tyskland stor vikt som energiaktör i Europa och därmed i världen. Det beror på dess strategiska läge, men även på storleken, både befolkningsmässigt och ekonomiskt. Man anser att Tyskland varit trogen de grundpelare man själv ställt upp för en sund energipolitik, d.v.s. att verka för energisäkerhet, ekonomisk effektivitet och miljömässig hållbarhet. Avseende försörjningssäkerhet har man hållit större

²⁰⁵ Euroobserver (2010).

²⁰⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009).

²⁰⁷ Umbach, (2008).

²⁰⁸ Rudea (2010).

strategiska oljelager än den av IEA och EU kravställda mängden. När det gäller försörjningssäkerhet för gas har Tyskland bland annat agerat för ett förstärkt partnerskap med den största leverantören, ryska Gazprom. Användningen av förnybar energi har ökat snabbt och biobränslen minskar beroendet av importerad olja, vilket i sin tur bidrar till ökad energisäkerhet.²⁰⁹

4.3 Storbritannien

4.3.1 Karaktäristika hos energisystemet

Den brittiska primärenergiförbrukningen var år 2007 211 Mtoe. Olja och gas stod för närmare 40 % var, kol för ca 17 %, kärnkraft för 6 % och förnybara energikällor för knappt 2 %.²¹⁰

Storbritannien har reserver av olja och naturgas i Nordsjön och är den största producenten av dessa energiresurser i EU. Produktionen var som störst i slutet av 1900-talet, men Storbritannien håller nu på att bli en nettoimportör av energi. För att kompensera för detta försöker man öka den inhemska produktionen genom effektivitetsökningar och utvinning från nya källor. Andra åtgärder är att etablera nödvändig importinfrastruktur, såsom terminaler för flytande naturgas (LNG) och transnationella rörledningar, samt investeringar i förnybar energi.²¹¹

Inom brittisk energipolitik har det varit en grundprincip att konkurrensutsätta energimarknaderna för att möjliggöra kostnadseffektiv och ändamålsenlig produktion, distribution och tillhandahållande av energi. Investeringsbeslut fattas enligt denna utgångspunkt bäst av den privata sektorn, men en oberoende instans (Ofgem, Office of Gas and Electricity Markets) har tillsatts för att se till att marknaden fungerar ordenligt och i enlighet med andra mål (sociala och miljömässiga, som framför allt klimatmål). De brittiska energimarknaderna öppnades upp redan under 1980-talet, för att underlätta konkurrens avseende gas och el samt för att säkerställa energitillgång för hushåll och företag.²¹²

Energianvändningens fördelning på sektorer²¹³

Under 2006 svarade transporter för den största delen av energianvändningen, 37 %, varav vägtransporterna stod för merparten (70 %). Hushållen svarade för 28 %, följt av industrin på 22 %. Servicesektorn förbrukade minst, knappa 13 %.

²⁰⁹ IEA (2007b).

²¹⁰ Department of Energy and Climate Change. (2007).

²¹¹ U.S. Energy Information Administration (2010).

²¹² EG kommissionen (2007a).

²¹³ Eurostat (2009).

80 % av förbrukningen av petroleumprodukter gick till transporter och då främst vägtransporter, 10 % användes inom industrin. Hushållen förbrukade 60 % av naturgasen, återstående del fördelades relativt jämnt mellan industrin och servicesektorn. Elen fördelades jämnt mellan industrin, servicesektorn och hushållen.

Elproduktion

Trots inhemska reserver har kolet till stor del ersatts med naturgas för elproduktion. Mellan åren 1991 och 2006 nästan halverades andelen kol, från 64 % till 38 %. Under samma tid ökade gasen från en mycket liten andel till 35 %. Andelen el från kärnkraft har legat relativt stilla, mellan 15 och 20 %. De kommande decennierna kommer kapacitet motsvarande ca 22 GW att stängas ner, både fossila kraftverk och kärnkraftverk. Orsaken är dels att de är föråldrade, dels att de inte uppfyller EU:s utsläppskrav.²¹⁴ Man behöver både ersätta kapacitet som försvinner i och med nedläggningar och öka kapaciteten för att svara upp mot sannolika ökningar i efterfrågan på elektricitet i framtiden, då elanvändningen för uppvärmning och transport tros öka.²¹⁵

I den nyframtagna nationella strategin för energi och klimat, UK Low Carbon Transition Plan²¹⁶ sätts målet att 40 % av elektriciteten 2020 ska komma från källor med låga koldioxidutsläpp. Tre fjärdedelar av denna kvantitet (30 % av totala produktionen jämfört med dagens 5,5 %) ska vara från förnybar energi.

Man avser att finansiera pilotkolkraftverk med CCS-teknik. I början av 2009 gavs tillstånd för byggande av tre nya moderna gaskraftverk. I planerings- och tillståndsprocessen har man säkerställt att det finns möjlighet att i efterhand installera en CCS-anläggning.²¹⁷

Så sent som i 2003 års vitbok om energi²¹⁸ var kärnkraftens framtida roll oklar, men den har på senare år befunnits vara betydelsefull för det utsläppssnåla brittiska samhället. Det finns inga begränsningar i det antal nya kärnkraftverk som kan byggas. I nuläget har tio platser bedömts som lämpliga för en utbyggnad.²¹⁹

Storbritannien har en stor del av Europas vindresurser både till land och till havs. År 2009 låg Storbritannien på femte plats i Europa vad gäller total installerad kapacitet, med drygt 4000 MW.²²⁰ Däremot är man världsledande när det gäller havsbaserad (offshore) vindkraft och hade i slutet av 2009 en installerad

²¹⁴ Department of Energy and Climate Change (2009a)

²¹⁵ HM Government (2008).

²¹⁶ HM Government (2009a).

²¹⁷ Department of Energy and Climate Change (2009b).

²¹⁸ Department of Trade and Industry (2003).

²¹⁹ Department of Energy and Climate Change (2009c).

²²⁰ Efter Tyskland (knappt 26 000 MW), Spanien (19 000 MW), Italien och Frankrike.

kapacitet på 690 MW. Av de 17 europeiska havsbaserade vindkraftsparker som är under konstruktion utgör brittisk kapacitet nästan hälften (44 %). Av de ytterligare 52 parker som fått tillstånd är 13 % av den planerade kapaciteten brittisk.²²¹ I början av 2010 lanserades den tredje omgången (Round 3) av programmet för havsbaserad vindkraft. Man beräknar att man genom detta ska kunna leverera en fjärdedel av det brittiska elbehovet år 2020.²²²

I mars 2010 kungjordes också en satsning på våg- och tidvattenkraft i och med att tio exploatörer får leasa havsområden utanför den brittiska kusten för utveckling av tekniken.²²³

Sedan tidigare finns ett system med elcertifikat (Renewables Obligation Certificates, ROC) för produktion av förnybar el. Från och med april 2010 införs ett system med inmatningstariffer för hushåll och lokala myndigheter som producerar sin egen förnybara el.²²⁴ En liknande mekanism kommer att införas för investeringar i uppvärmning med förnybar energi 2011. Genom denna kan hushåll minska sin energikostnad och samtidigt bidra till att uppnå de nationella målen för förnybar energi. DECC (Department of Energy and Climate Change) beräknar att 2 % av elbehovet kommer att kunna uppfyllas på detta sätt år 2020.

Värme

Det finns relativt få fjärrvärmenät i Storbritannien, uppvärmning sker till största delen med hjälp av gas och i mindre utsträckning el och olja. Däremot måste lokala myndigheter beakta möjligheterna till decentraliserad energi vid samhällsplanering. Bland annat ska möjligheterna att utnyttja fjärrvärmenät, baserade på förnybar energi från avfall, överskottsvärme eller biomassa, beaktas.²²⁵

Idag är uppvärmning med förnybara energikällor i det närmaste obefintlig, men en nivå på 12 % bedöms möjlig år 2020. Här spelar biomassa, biogas, solenergi och värmepumpar viktiga roller.

Drivmedel

Som tidigare nämnts domineras transportsektorns energianvändning av fossila bränslen. Genom the Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO) åläggs

²²¹ EWEA (2010).

²²² Crown Estate (2010a).

²²³ Crown Estate (2010b).

²²⁴ The Feed-in Tariffs (Specified Maximum Capacity and Functions) Order 2010.

²²⁵ Regeringen tar fram Planning Policy Statements (PPS) som beskriver regelverk och ger riktlinjer till lokala myndigheter och andra vid planering och utveckling. Konsultationer kring ett framtagande av Planning Policy Statement: Planning for a Low Carbon Future in a Changing Climate pågår fram till juni 2010, <http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/1499780.pdf>

leverantörer av drivmedel att säkerställa att en viss volymsandel av den samlade försäljningen är biodrivmedel. För 2009/2010 var procentsatsen 3,25, vilken ökas till 3,5 för 2010/2011. Energileverantörer tilldelas certifikat (Renewable Transport Fuel Certificates, RTFC) för den mängd biodrivmedel som levereras. Det bakomliggande syftet med RTFO har varit att säkerställa att EU:s biodrivmedelsdirektiv från 2003²²⁶ efterlevs.

I strategin för förnybara bränslen, Renewable Energy Strategy (RES)²²⁷ beräknas en tiondel av transportenergin kunna framställas ur förnybara källor, mot dagens 2,6 % av förbrukningen för vägtransporter.

4.3.2 Det brittiska förhållningssättet till energisäkerhet

I 2008 års nationella säkerhetsstrategi, Security in an interdependent world,²²⁸ behandlas energisäkerhet översiktligt. Man betonar där betydelsen av säker och pålitlig energitillgång, vilket inkluderar minskad sårbarhet för säkerhetsproblem i områden rika på energiresurser. Man ser det också som viktigt att energipolitiken inte ska bidra till ökade spänningar p.g.a. kampen om energiresurser.

I slutet av 2008 bildades Department of Energy and Climate Change (DECC) för att föra samman energipolitiken med klimatpolitiken. De övergripanden målen är att säkerställa att energitillförseln är säker, rimligt prissatt och effektiv samt att frambringa en övergång till ett Storbritannien med låga koldioxidutsläpp.

Ett flertal dokument kring energisystemets förändring har tagits fram under senare tid. Den tidigare nämnda strategin från år 2009, "UK Low Carbon Transition Plan",²²⁹ togs fram för att åstadkomma kraftigt minskade utsläpp av växthusgaser. Målet var att minska utsläppen till 2020 med 18 % jämfört med 2008 års nivåer. Parallellt med denna släpptes även en strategi om förnybar energi, "Renewable Energy Strategy", för att tydliggöra hur det lagstadgade målet med 15 % av energin från förnybara källor år 2020 ska nås, en industristrategi, "Low Carbon Industrial Strategy", och även en strategi för hur koldioxidutsläppen från transportsektorn ska minska, "Low Carbon Transport – A Greener Future". Under våren 2010 har utöver detta utannonserats ett strategidokument, "2050 Pathways", som kommer att innehålla möjliga handlingsvägar för att möta de långsiktiga utsläpps- och energisäkerhetsmålen.²³⁰ År 2008 publicerades även en vitbok om kärnkraft.²³¹

²²⁶ EU (2003b).

²²⁷ HM Government (2009b).

²²⁸ Cabinet Office (2008).

²²⁹ HM Government (2009a).

²³⁰ HM Government (2010).

²³¹ HM Government (2008).

Det huvudsakliga målet som beskrivs i ovan nämnda dokument är att begränsa klimatförändringarna. Med minskat behov av framför allt importerad energi och ökad inhemsk och diversifierad produktion av olika förnybara energislag, gynnas även energisäkerheten.

Departementet beskriver samtidigt på sin hemsida att det är viktigt att säkerställa att energiförsörjningen håller rätt kvalitet, är pålitlig och kan tillgodose framtida behov. Man menar att säker energitillgång kräver att det finns långsiktiga policys. Dessa policys ska stimulera öppna energimarknader där aktörerna har tillgång till adekvat information, diversifierad energiförsörjning och en internationell energidialog.²³²

UK Low Carbon Transition Plan beskriver något mer ingående hur regeringen ser att säker energiförsörjning ska uppnås. Öppna energimarknader ska främjas genom samarbete med andra länder och internationella organisationer. Storbritannien verkar bland annat för att förbättra EU:s interna gasmarknad och få den att fungera mer effektivt. Det krävs även engagemang, s.k. strategiska partnerskap, med nyckelländer, såsom Ryssland avseende framför allt gas.²³³

Diversifiering av primärenergikällorna och deras transportvägar samt säkra leveranskedjor är andra delar i strategin. Avseende gas behöver kapaciteten att importera och lagra gas förbättras. För detta ska vara möjligt krävs bland annat att lämpliga investeringar i ny infrastruktur stimuleras. Tydliga regler ska också utarbetas för att säkerställa att energi produceras och används på ett effektivt sätt.²³⁴

Ett av målen med den brittiska energipolitiken, och en ibland förbisedd aspekt av försörjningstryggheten, är tillgång till energi även för de mest utsatta grupperna i samhället ("protecting the most vulnerable"). Begreppet "fuel poverty" används för att beskriva de hushåll där mer än 10 % av inkomsterna spenderas på hushållsel och uppvärmning. Att minska andelen hushåll som är utsatta ges hög prioritet.²³⁵

I strategin för förnybar energi beskrivs ytterligare de roller som man ser att olika typer av aktörer måste ta. Det är i stor utsträckning marknaden som ska tillgodose energibehoven. Staten antar en strategisk roll för att försäkra att ett långsiktigt ramverk finns för ett gynnsamt investeringsklimat. För att åstadkomma de snabba förändringar som krävs, behöver staten även i vissa fall erbjuda finansiellt stöd, som elcertifikat och inmatningstariffer för förnybar energi och vid satsningar på nya energitekniker.

²³² Department of Energy and Climate Change, Security and resilience of our energy supply, www.decc.gov

²³³ HM Government (2009a).

²³⁴ HM Government (2009a).

²³⁵ HM Government (2009a).

Staten ska också arbeta med relevanta aktörer för att säkerställa att de snabba förändringar i infrastruktur som krävs kommer till stånd. Det handlar bland annat om att underlätta planerings- och tillståndprocesser. Man håller exempelvis på att ta fram ett ramverk för hur beslut fattas avseende planering av energianläggningar och -infrastruktur. Det finns i nuläget ett utkast till ett övergripande dokument för nationellt signifikant energiinfrastruktur²³⁶ och ett antal energiinfrastrukturspecifika dokument.

Det är enligt den brittiska regeringen viktigt att staten minskar ovissheter och erbjuder ett gynnsamt investeringsklimat, speciellt då det är långa ledtider vid byggande av exempelvis kraftverk. Elnätet måste också bli större, ”smartare” och kunna hantera förnybara energikällor. Ökad energieffektivitet, smart hantering av efterfrågan, ökade möjligheter till energilagring och hopkoppling av elsystem är andra åtgärder, men som bedöms ha begränsad påverkan på behovet av ny storskalig energiinfrastruktur.²³⁷

Staten har en strategisk roll, men det betonas att alla måste bidra för att uppnå målen om låga koldioxidutsläpp och förnybar energi. Olje- och gasindustrin har bland annat tagit initiativet till OPITO (The Oil & Gas Academy) som syftar till att säkerställa att det finns arbetskraft som också kan fungera i en ny typ av energisystem.²³⁸

På senare tid har alltfler aktörer blivit varse att marknaden som den ser ut nu inte klarar att tillgodose de investeringar som behövs och att reformer krävs. I början av 2010 lade Ofgem fram förslag till reform av energisektorn, med fem policypaket med olika nivå av reglering som ska uppmuntra till långsiktiga investeringar i energisäkerhet (såsom lagring av gas och förnybar energi). Den stora skillnaden mellan förslagen är huruvida marknaden ska ges incitament till investeringar genom olika justeringar av dagens regelverk eller om det ska till en radikal reform som ersätter marknadsfokus med central styrning.²³⁹

Ökad användning av vind-, våg- och solenergi samt energi från biomassa och biobränslen innebär minskad användning av fossila bränslen. Det gynnar energisäkerheten om de risker som förknippas med importerad energi kan minskas, givet den ökande konkurrensen om och politiseringen av energiresurserna.²⁴⁰

Ökande efterfrågan på bioenergi kan samtidigt enligt den brittiska regeringen skapa nya utmaningar för försörjningssäkerheten. Det kan handla om risk för missväxt och produktions- eller leveransstörningar i de länder som tillverkar

²³⁶ Department of Energy and Climate Change (2009a)

²³⁷ HM Government (2009a).

²³⁸ www.opito.com

²³⁹ Ofgem (2010).

²⁴⁰ I HM Government (2009c), redovisas de analyser som gjorts för att komma fram till slutsatserna i strategin.

biobränslen. Fokus på bioenergi kan även leda till minskade incitament för investeringar i infrastruktur för fossila bränslen. Ökad användning av bioenergi tros ändå totalt sett ha en positiv effekt på försörjningstryggheten, då biobränslen antas komma från länder med lägre geopolitisk risk jämfört med olja, antas vara mindre känsliga för globala produktions- eller leveransstörningar och antas kunna minska bränsleprisets känslighet för fluktuationer i priset på råolja och petroleumprodukter. Ökad diversitet och flexibilitet avseende energikällor för elproduktion och uppvärmning bidrar till att göra systemet mer resiliellt och kapabelt att motstå störningar och snabba prisstegringar.²⁴¹

Huvuddelen av produktionsökningen av förnybar el kommer högst sannolikt att utgöras av vindkraft. Detta kan skapa problem med ojämn produktion över tiden och medför ett behov av ökad flexibilitet och ytterligare reservkraftsanläggningar. Volatiliteten hos spotpriset på el kan komma att öka markant.²⁴²

Försörjningssäkerheten avseende el bedöms vara godtagbar fram till 2020, men kan bli ett problem då gamla kol- och gaskraftverk stängs ner. Dessa har fördelen att de kan anpassa produktionen efter efterfrågan och kan därför, med tillämpning av tekniker för att åstadkomma låga koldioxidutsläpp, utgöra ett bra komplement till förnybara energikällor.²⁴³

I den ovan nämnda vitboken om kärnkraft²⁴⁴ diskuteras kärnkraften utifrån flera perspektiv: begränsning av klimatförändringarna, ökad försörjningssäkerhet²⁴⁵ och ekonomisk effektivitet. Kärnkraften är visserligen inte flexibel och användbar för att möta toppar i efterfrågan men bedöms istället kunna erbjuda den en tillförlitlig produktion av el till låg kostnad och med låga koldioxidutsläpp. Diversitet i produktionen av el minskar risken för störningar och plötsliga samt stora prisstegringar. Kärnkraften har enligt vitboken den fördelen gentemot elproduktion från fossila bränslen att den är oberoende av volatila bränslepriser. Uranet införskaffas från ett flertal källor och handlas på en global marknad med konkurrenskraftiga priser. Bränslepriset utgör dessutom endast en bråkdel av de totala driftskostnaderna, medan bränslet i ett gaskraftverk står för ca 70 %.²⁴⁶

IEA:s utvärdering av den brittiska energipolitiken 2006²⁴⁷ fokuserade på marknadens förmåga att tillhandahålla försörjningstrygghet och på

²⁴¹ HM Government (2009c)

²⁴² HM Government (2009c).

²⁴³ HM Government (2009c).

²⁴⁴ HM Government (2008).

²⁴⁵ Det finns givetvis andra säkerhetsproblem kopplade till kärnkraften (som risken för olyckor eller angrepp) och som kan klassas som energisäkerhetsproblem, men här redovisas diskussionen utifrån ett försörjningsperspektiv.

²⁴⁶ HM Government (2008).

²⁴⁷ IEA(2007c).

energieffektivitet och politiken för att dämpa efterfrågan på energi. Flera aspekter gör energisäkerheten till en stor utmaning för energipolitiken, bland annat de minskande inhemska olje- och gasresurserna, det därmed ökande importberoendet och fluktuationer på internationella energimarknader. Åtgärder behöver enligt IEA säkerställa att nationen inte tar ekonomisk skada på grund av detta.

IEA ställer sig bakom den brittiska ansatsen att låta marknaden stå som garant för energisäkerhet. Man pekar emellertid på en rad åtgärder för att tillhandahålla ett lämpligt ramverk. Det handlar om att så långt som möjligt erbjuda säkerhet kring framtida politiska inriktningar, förbättra tillgängligheten och transparensen avseende uppgifter om utbud, efterfrågan och pris på energi, låta efterfrågan styra vid minskat utbud och att göra planeringsprocessen enhetlig avseende ny energiinfrastruktur.

4.4 EU och energisäkerheten

EU har under det senaste decenniet tagit flera viktiga beslut inom energiområdet. De olika EU-institutionerna och medlemsländerna har dock olika roller och ingångar till energifrågan vilket diskuteras i appendix till denna rapport. Energisäkerhet blir också allt viktigare även i utrikes- och säkerhetspolitiken, inte minst mot bakgrund av det stora och växande beroendet av importerad energi. Halva energibehovet tillgodoses av extern energi, framför allt från Mellanöstern (olja) och Ryssland (naturgas). Även transitländer såsom Ukraina och Vitryssland spelar en viktig roll för Europas energisäkerhet, vilket de senaste årens störningar i gastillförseln illustrerat. Samtidigt behöver en stor del av den föråldrade energiinfrastrukturen ersättas och anpassas för distribution även av energi från förnybara källor. Tillsammans med en globalt sett ökad efterfrågan på energi, höga energipriser och stor volatilitet på energimarknaderna innebär det en sårbarhet för EU på flera plan: geopolitiskt, ekonomiskt, socialt och ekologiskt.

Två centrala delar i EU:s gemensamma energipolitik är öppna, konkurrensutsatta marknader för el och gas, och gemensamma regelverk för att hantera unionens klimatåtaganden.

Våren 2007 enades EU:s stats- och regeringschefer om ett EU-gemensamt mål för att minska utsläppen av växthusgaser fram till år 2020. Man valde att besluta om ett ensidigt bindande åtagande att uppnå en minskning av utsläppen med 20 % till år 2020, jämfört med 1990. Därutöver utlovade man att åta sig att minska utsläppen med 30 % om andra industriländer förbinder sig att göra jämförbara utsläppsminskningar och att ekonomiskt mer avancerade utvecklingsländer i rimlig utsträckning bidrar efter förmåga.²⁴⁸

²⁴⁸ Energimyndigheten och Naturvårdsverket (2007).

Rådet antog under våren 2007 också en energihandlingsplan²⁴⁹ för att kunna uppnå de uppsatta utsläppsmålen. Energihandlingsplanen innehåll bland annat ett mål om energieffektivitet som innebär att EU:s samlade primärenergianvändning ska reduceras med 20 % jämfört med ett scenario där inga ytterligare åtgärder genomförs (business-as-usual). Den innehöll också ett bindande mål om 20 % förnybar energi av den totala energikonsumtionen och om minst 10 % förnybara bränslen av den totala konsumtionen av bensin och diesel för transporter inom EU.

Utsläppsmålet och energihandlingsplanen konkretiserades av kommissionen i januari 2008 genom ett energi- och klimatpaket med tre huvudsakliga direktivförslag som sedan med vissa ändringar beslutades i april 2009:

- En bördefördelning av EU:s utsläppsåtagande mellan medlemsstaterna för sektorer som inte ingår i EU:s system för handel med utsläppsrätter.²⁵⁰
- En revidering av befintligt EU-direktiv om handel med utsläppsrätter.²⁵¹ Viktiga förändringar var att det totala utsläppsutrymmet bestäms centralt och att en betydligt mindre andel av utsläppsrätterna än idag ska delas ut gratis. Värt att observera är att det finns ett separat beslut som innebär att flygsektorn inkluderas i EU:s system för handel med utsläppsrätter år 2012.
- Ett direktiv om förnybar energi som bland annat inkluderar en fördelning av 20 % -målet för förnybar energi mellan medlemsstaterna samt ett regelverk beträffande den beslutade andelen 10 % förnybara bränslen inom transportsektorn.²⁵² Dessutom föreslogs en uppsättning hållbarhetskriterier som villkor för att bränslena skulle kunna räknas av mot målet.

I paketet ingick också förslag på hur man skulle kunna skapa incitament för koldioxidavskiljning och -lagring (CCS) och säkerställa denna tekniks miljöintegritet.

Samtliga dessa direktiv sätter upp ramar för hur EU:s energisystem kan utvecklas under det närmaste decenniet. Dessa kan leda till såväl ökade som minskade externa beroenden. Medan till exempel direktivet om förnybar energi kan leda till ökat utnyttjande av inhemska energikällor kan kraven på minskade växthusgasutsläpp också leda till ersättning av kol med naturgas.

²⁴⁹ Europeiska unionens råd (2007).

²⁵⁰ EU (2009a).

²⁵¹ EU (2009b).

²⁵² EU (2009c).

4.4.1 En trygg energiförsörjning som en del av en gemensam klimat- och energipolitik

En trygg energiförsörjning har varit ytterligare en byggsten vid framväxandet av en gemensam energipolitik. År 2000 presenterade EU-kommissionen grönboken, *Mot en europeisk strategi för trygg energiförsörjning*.²⁵³ Grönboken var även avsedd att väcka debatt kring en eventuell utvidgning av EU:s befogenheter inom energiområdet. Hotet mot en trygg energiförsörjning anses inte vara det externa energiberoendet i sig, utan de specifika risker som kan hänga samman med detta beroende. Enligt kommissionen krävs politiska åtgärder för att minska dessa risker t.ex. genom att möjliggöra och stödja diversifiering av de olika energikällorna och av tillgängliga importvägar.

I mars 2006 kom kommissionens förslag till en gemensam energipolitik i grönboken *En europeisk strategi för en hållbar, konkurrenskraftig och trygg energiförsörjning*.²⁵⁴ Utgångspunkten för en gemensam energipolitik är enligt kommissionen att motverka klimatförändringar, begränsa EU:s externa sårbarhet när det gäller importerade kolväten och främja tillväxt och sysselsättning och därigenom ge konsumenterna trygg och överkomlig energi. De tre huvudmålen, hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet (ibland utbytt mot begreppet energisäkerhet), ska enligt kommissionen uppnås genom balanserade åtgärder. Exempelvis kan ökad energieffektivitet och användning av förnybara energikällor minska klimatpåverkan och bidra till tryggad energiförsörjning.

Alla medlemsstater och energiföretag kan själva välja sin energimix, men eftersom valen kommer att påverka hela EU:s energisäkerhet, konkurrenskraft och miljö bör enligt kommissionen ramar för nationella beslut tillhandahållas, samt även en analys av för- och nackdelar med olika energikällor och följdverkningarna av dessa för EU som helhet. Bedömningar av EU:s energimix skulle enligt kommissionen underlättas av ett övergripande strategiskt mål, som balanserar målen.

Genom det tidigare refererade 20/20/20- initiativet²⁵⁵ som godkändes av rådet i mars 2007²⁵⁶ skapades ett sådant strategiskt mål för energipolitiken. Utöver detta ska enligt beslutet de globala utsläppen av växthusgaser fram till 2050 minskas med upp till 50 % jämfört med 1990, vilket innebär att de industrialiserade länderna ska minska sina utsläpp av växthusgaser med 60-80 % fram till 2050.

EU:s energipolitik behöver enligt kommissionen vara flexibel och uppdateras med jämna mellanrum. I den andra strategiska översynen²⁵⁷ ges

²⁵³ EG Kommissionen (2000).

²⁵⁴ EG kommissionen (2006).

²⁵⁵ 20 % minskade utsläpp, 20 % andel förnybar energi, 20 % effektivare energianvändning år 2020.

²⁵⁶ EG kommissionen (2007b).

²⁵⁷ EG kommissionen (2008).

försörjningstryggheten stort utrymme. Som ett komplement till 20/20/20-initiativet och de åtgärder som redan genomförts för att uppnå målen, föreslås en handlingsplan för energitrygghet och energisolidaritet för EU. Den inriktar sig på ett antal nyckelområden:

- Behovet av infrastruktur och diversifiering av energiförsörjningen
- Externa relationer på energiområdet
- Olje- och gaslager och krishanteringsmekanismer
- Energieffektivitet
- Bästa möjliga utnyttjande av EU:s inhemska energiresurser

Ny energiteknik är en av förutsättningarna och solidariteten mellan medlemsstaterna bör därför stärkas avseende detta. Det gäller även att samarbeta med energileverantörer och -konsumenter för att skapa en ram som möjliggör investeringar för att möta den ökande efterfrågan på energi. Sammantaget inbegriper alltså EU:s förhållningssätt för att öka energisäkerheten flera av de förhållningssätt som redovisats i avsnitt 2.2.

4.4.2 En integrerad och fri marknad

Öppna energimarknader, baserade på konkurrens anses av kommissionen vara en förutsättning för att uppnå energipolitikens mål. Med hänvisning till erfarenheter från IEA²⁵⁸ anses en konkurrensutsatt europeisk inre marknad för el och gas sänka priserna och därmed öka konkurrenskraften. Försörjningstryggheten ska öka genom att rätt investeringssignaler sänds till industrin. Det krävs ändå, enligt kommissionen, att lagstiftningen för införandet av en inre marknad måste innefatta en skyldighet att tillhandahålla allmännyttiga tjänster för att undvika avbrott i energiförsörjningen. Konkurrensen skulle också enligt kommissionen leda till ökad energieffektivitet, som i sig är ett sätt att öka försörjningstryggheten.

Genom direktiv 2004/67/EG inrättades för första gången en rättslig ram för att trygga EU:s försörjning av naturgas och bidra till en väl fungerande inre marknad för gas, även vid försörjningsavbrott. I direktivet fastställs åtgärder för att säkerställa en lämplig nivå för en tryggad gasförsörjning. Direktivet innehåller bestämmelser om en gemensam ram inom vilken medlemsstaterna ska definiera strategier för försörjningstryggheten, som är förenliga med kraven för en konkurrenskraftig inre marknad och klargöra de olika marknadsaktörernas roller och ansvarsområden.

²⁵⁸ IEA (2005).

Direktivet anses av kommissionen för begränsat på grund av ett ökande importberoende, de ökade riskerna när det gäller försörjning och transitering i tredjepartsländer samt de ökade gasflödena inom gemenskapen bland annat som en följd av den inre marknaden för gas. Man menar bland annat att aktörernas olika roller måste förtydligas. Den rysk-ukrainska gaskrisen i januari 2009 påskyndade en översyn av direktivet. För att den inre gasmarknaden ska kunna fungera även vid bristande försörjning krävs ett mer samordnat agerande vid försörjningskriser, med avseende både på förebyggande åtgärder och på insatserna vid faktiska försörjningsavbrott, se vidare avsnitt 4.4.4.

4.4.3 Ny och förstärkt infrastruktur och diversifiering

För att uppnå fördelarna med en konkurrensutsatt marknad, krävs att den är förutsägbar, vilket i sin tur kräver bland annat fysisk säkerhet för energiinfrastrukturen inför naturkatastrofer och terroristhot och säkerhet inför politiska risker för att undvika leveransavbrott. Intelligent elnät, efterfrågestyrning och lokala kraftverk är möjliga åtgärder för att öka denna säkerhet när det gäller plötslig brist på el.

För att trygga EU:s energiförsörjning behövs det enligt kommissionen tydliga prioriteringar för upprustning och anläggning av infrastruktur. Möjliggörande av oberoende gasleveranser via rörledningar från området kring Kaspiska havet, Nordafrika och Mellanöstern till centrala EU anses viktigt. En annan åtgärd är byggande av nya terminaler för flytande naturgas (LNG) för marknader där konkurrensen mellan gasleverantörer inte är tillräcklig. Centraleuropeiska oljerörledningar som ska förse EU med olja från området kring Kaspiska havet ingår också i förslagen.

4.4.4 Solidaritet, beroende och mekanismer

En integrerad energimarknad gör medlemsstaterna mer beroende av varandra. En trygg försörjning av olja, gas och el kräver därför enligt kommissionen samordnade åtgärder. I kommissionens förslag till gemensam energipolitik angavs tre konkreta åtgärder för att främja försörjningstryggheten:²⁵⁹

- De medlemsstater som är helt beroende av en enda gasleverantör behöver få hjälp att diversifiera sin försörjning, genom gas från nya områden, nya marknadsplatser för gas i centrala Europa och Östersjöländerna samt nya terminaler för LNG.
- EU:s mekanism för strategiska oljelager (samordnat med övriga OECD-länder genom IEA) bör bibehållas. Förvaltningen behöver förbättras,

²⁵⁹ EG kommissionen (2007b).

rapporteringskraven skärpas och samordningen förbättras när IEA begär att lagren ska avtappas. Även strategiska gaslager föreslås byggas upp.

- Sammankopplingen av elnät och bindande tillförlitlighetskrav.

I samband med direktiv 2004/67/EG om en tryggad naturgasförsörjning bildades en grupp för samordning av gasförsörjningen. Gruppen har utbytt information och definierat gemensamma åtgärder som kan vidtas av medlemsstaterna, kommissionen, gasindustrin och konsumenterna.

Direktivet föreslås nu bli upphävt genom en ny förordning,²⁶⁰ som klargör de roller som gasindustrin, medlemsstaterna och gemenskapens institutioner har, för att försörjningsavbrott ska kunna hanteras på kort sikt och för att den infrastruktur som behövs ska kunna upprättas på längre sikt.

I förslaget ingår att en behörig myndighet utses i varje medlemsstat med ansvar för att genomförandet av åtgärder. Åtgärderna innefattar bland annat riskutvärderingar vartannat år, förebyggande åtgärdsplaner, en krisplan och kontinuerlig kontroll av hur trygg gasförsörjningen är på nationell nivå. De behöriga myndigheterna ska samarbeta för att förebygga försörjningsavbrott och för att begränsa skadorna om sådana avbrott inträffar. Sommaren 2010 ska enligt förslaget de behöriga myndigheterna i medlemsstaterna ha utsetts. Arbetet i de olika medlemsstaternas myndigheter ska samordnas genom gruppen för samordning av gasförsörjningen, i synnerhet i händelse av en nödsituation på gemenskapsnivå.

EU har även startat ett kontaktnätverk för trygg energiförsörjning (NESCO, Network of Energy Security Correspondents). Detta nätverk har medfört en ökad kapacitet för insamling av information och nätverket har som uppgift att i ett tidigt skede förvarna om möjliga hot mot en trygg energiförsörjning.

I grönboken om en strategi för en hållbar, konkurrenskraftig och trygg energiförsörjning²⁶¹ föreslogs även att ett europeiskt energiförsörjningsobservatorium ska inrättas. Det ska studera utvecklingen av utbud och efterfrågan på EU:s energimarknader samt kunna identifiera sannolika brister i infrastruktur och utbud på ett tidigt stadium. Man ska dessutom komplettera IEA:s arbete på EU-nivå.

Kommissionen föreslår vidare att förbättrad fysisk säkerhet hos infrastruktur skapas genom två huvudsakliga åtgärder. Dels föreslås en mekanism som förbereder och säkerställer snabba solidaritetsåtgärder såsom stöd till länder som har drabbats av skador på viktig infrastruktur. Dels föreslås gemensamma standarder och gemensamma åtgärder för att skydda infrastrukturen.

²⁶⁰ EG kommissionen (2009).

²⁶¹ EG kommissionen (2006).

Ett annat förslag är att förbättra nätsäkerheten genom ökat samarbete och informationsutbyte i syfte att fastställa gemensamma EU-normer för säkerhet och tillförlitlighet. En mer formell gruppering av systemansvariga som rapporterar till EU:s tillsynsmyndigheter på energiområdet kan så småningom utvecklas till ett europeiskt centrum för energinät, som ska samla in, analysera och offentliggöra viktig information samt genomföra program som godkänts av behöriga lagstiftande institutioner.

4.4.5 En extern energipolitik

De senaste årens energikriser (t.ex. konflikten mellan Ryssland och Ukraina) har tydliggjort EU:s beroende av externa energiresurser. Samtidigt finns en växande global efterfrågan på energi, olje- och gaspriserna uppvisar stor volatilitet och det finns tendenser till en ökande nationalism avseende energiresurser. Dessa faktorer understryker, enligt kommissionen, vikten av en sammanhängande energipolitik som underlättar för EU att spela en mer effektiv internationell roll vid energiförhandlingar.

Energipartnerskap och dialog med producenter, som Ryssland, transitländer och andra internationella organ skulle enligt kommissionen erbjuda den säkerhet och förutsägbarhet som båda sidor behöver för att göra nödvändiga långsiktiga investeringar i ny kapacitet. Det skulle även innebära ömsesidigt tillträde till marknader och infrastrukturer, som tillgång till rörledningar för tredje part.

4.4.6 Svårigheter med att skapa en gemensam EU-politik

Kommissionen betonar att EU måste förmedla ett gemensamt budskap i kontakten med tredje part på energiområdet. Svårigheten att få till stånd ett gemensamt agerande ligger i de olika ländernas skiftande förutsättningar och behov inom energiområdet, se appendix för en längre diskussion. Förutom behovet av energi av olika slag, har länderna olika utgångspunkter avseende geografi, ekonomi, historia och teknik. Många gånger fattas bilaterala avtal med olje- och gasleverantörer, utan koordination med andra EU-länder. Även om fördelarna med en gemensam energipolitik och att ”tala med en röst” är väl befästa i olika policydokument, fortsätter vissa länder att sätta nationella intressen i första rummet (exempelvis när det gäller relationen Tyskland-Ryssland). Genom olika bilaterala avtal, med bristande transparens, riskerar EU:s gemensamma ansatser att undermineras.²⁶²

Olika nationer kan ha olika tyngd när det gäller att sätta den gemensamma agendan, trots att enhällighet som beslutsprincip ger alla parter samma formella

²⁶² Se t.ex. Larsson (2007), Belkin (2008) och Garibaldi (2008).

rätt att blockera förslag. I en studie²⁶³ identifieras och beskrivs de viktigaste källorna till förhandlingsmakt i Europeiska rådet. Förhandlingsmakten härrör från medlemsstaten, den institutionella miljön och de individuella egenskaperna. Vittnesmål från deltagare i Europeiska rådet har visat att den första faktorn är den mest avgörande, vilket innebär att de stater som har störst strukturell makt (Frankrike, Tyskland och Storbritannien) också tenderar att utöva störst inflytande på förhandlingar i Europeiska rådet. Detta kommer av dessa länders större uppsättning handlingsalternativ, överlägsna resurser och uppfattade legitima rätt att forma EU:s gemensamma politik.²⁶⁴

Detta resonemang berörs och extrapoleras till energipolitiken i en relaterad studie.²⁶⁵ Där nämns att under det tyska ordförandeskapet första halvåret 2007 låg en gemensam energipolitik högst upp på dagordningen och Tyskland hade stort inflytande över de politiska åtgärder som vidtogs. Å andra sidan avfärdades Polens förslag 2006 avseende en gemensam energipolitik av stora medlemsnationer som Tyskland och Frankrike.

Författarna menar vidare att det finns en potentiell risk att de mekanismer för krishantering som bygger på solidaritet mellan medlemsländerna (principen om ömsesidig försäkring) kan öka nationellt risktagande. Analysen visar att när medlemmarnas ekonomiska beslut inte är perfekt koordinerade uppstår det problem med att medlemsländer inte bär de egna kostnaderna utan åker snålskjuts på övriga medlemmar ("free riding"), vilket kan visa sig vara mycket kostsamt. En slutsats blir att med en gemensam energipolitik som bygger på solidaritet mellan medlemsstater kräver en stark central energimyndighet för att lösa de s.k. "moral hazard"-problem som kan uppstå.

Avregleringen av de nationella energimarknaderna har hittills gått olika fort och i olika utsträckning. Det kan i vissa fall leda till att aktörer kan öka sin dominans, genom att behålla greppet på sina nationella marknader, samtidigt som de beviljas tillträde till nya. Under 2009 rapporterades om utvecklingen och brister vad gäller införandet av den inre marknaden för el och gas.²⁶⁶ I januari 2010 gav även the European Economic and Social Committee, EESC, sin syn på utvecklingen.²⁶⁷ Marknaden har inte lyckats diversifiera energikällorna och förbättra försörjningstryggheten och det finns även brister avseende konsumenttryggheten. Därför behöver policyn enligt EESC ses över ytterligare. EESC poängterar att framgången hos alla de instrument som syftar till att öka energisäkerheten beror av solidaritet och samarbetsvilja mellan medlemsstaterna.

²⁶³ Tallberg (2007).

²⁶⁴ Tallberg, (2007).

²⁶⁵ LeCoq och Paltseva (2008).

²⁶⁶ European Commission (2009).

²⁶⁷ European Economic and Social Committee (2010).

4.5 En kort jämförelse mellan länderna

Som medlemmar av EU utgår de tre undersökta ländernas energipolitik från EU:s tre grundpelare: hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Storbritannien har dessutom betonat en annan aspekt av försörjningstrygghet, den som handlar om tillgång till säker och rimligt prissatt energi för alla. Man har satt upp uttryckliga mål om att minska ”energifattigdomen” (fuel poverty).

Storbritannien öppnade tidigt sina energimarknader och har en välutvecklad konkurrens på såväl el- som gasmarknaden. Sverige har också varit tidigt ute på elsidan med att separera produktion och distribution. Tyskland har tillsammans med bl.a. Frankrike bromsat utvecklingen mot en liberaliserad energimarknad på EU-nivå.²⁶⁸

Både Tyskland och Storbritannien ser en möjlig fortsatt användning av kol för elproduktion genom att man satsar på energieffektiva fossila kraftverk med CCS, som en del av en strategi med diversifierat energiutbud och låga koldioxidutsläpp. I Sverige ses inte kol spela någon större roll utanför stålindustrin. För att minska utsläppen av växthusgaser ses gas som ett alternativ till kol i både Tyskland och Storbritannien.

I alla länder utnyttjas kärnkraft i stor grad. Från att ha varit under avveckling i Sverige och Tyskland, har de aktuella regeringarna beslutat att förlänga livstiden. I Storbritannien finns i nuläget ingen begränsning för utbyggnad av kärnkraft.

Förnybar energi har en framträdande roll i samtliga tre länder, men andelen förnybar energi är klart störst i Sverige tack vare goda fysiska förutsättningar och genomförd policy. Inom vindkraftsområdet är Tyskland världsledande. Storbritannien har störst potential för vindkraft inom EU, men även Sverige har en betydande expansionsmöjlighet.

I synen på energisäkerhet exponeras skillnader mellan länderna inte minst i relation till förhållningssätt kopplade till beroendet av naturgas från Ryssland. Tyskland köper stora mängder rysk gas (36 %)²⁶⁹, medan Storbritannien endast gör enstaka köp (p.g.a. inhemsk produktion). Sverige köper överhuvudtaget ingen gas från Ryssland. Medan Tyskland enligt en klassificering²⁷⁰ som refereras till i Harriman (2010) i relationen till Ryssland kan hänföras till strategiska partners förs både Sverige och Storbritannien till kategorin frostiga pragmatiker. De strategiska partnerna (Frankrike, Tyskland, Italien och Spanien) har särskilda band med Ryssland, vilket då och då har underminerat gemensamma EU-policys. De frostiga pragmatikerna fokuserar på affärsintressen

²⁶⁸ Euractiv (2010a).

²⁶⁹ Trots ett relativt diversifierat utbud jämfört med flera mindre länder i östra Europa, bidrar Tyskland stort till EU:s riskexponering avseende gassäkerhet p.g.a. de stora volymerna, se vidare Le Coq och Paltseva (2008).

²⁷⁰ Ursprunglig källa Leonard och Popescu (2007).

och är inte särskilt rädda att uttala sig om Rysslands beteende med avseende på mänskliga rättigheter etc.

IEA har utfört en jämförande studie av några länders energipolicy, däribland Tyskland och Storbritannien.²⁷¹ En av de faktorer som undersökts är den implementering av energisäkerhetsförbättrande åtgärder som har genomförts. Som positiva åtgärder lyfts Storbritanniens och Tysklands insatser för att underlätta planering av större energiinfrastruktursprojekt fram. IEA anser även att de åtgärder som genomförts för att bättre integrera el- och gasmarknaderna med de europeiska varit positiva.²⁷²

De brittiska energimarknaderna är helt öppna, men förbättrad överföringskapacitet mellan Storbritannien och kontinenten samt fler importterminaler för LNG kommer att ytterligare öka konkurrensen på marknaderna. Tyskland har kommit igång med arbetet för transparenta och välfungerande öppna marknader, men det finns enligt IEA fortfarande en del att göra (bland annat när det gäller att minska betydelsen av dominerande aktörer). IEA ser också Tysklands arbete inom Pentalateral Forum för en bättre marknadsintegrering med Benelux-länderna och Frankrike som ett positivt steg.²⁷³

Det svenska regeringskansliet²⁷⁴ har identifierat två grupperingar i EU i samband med diskussionen om den andra strategiska energiöversynen. De nya medlemsstaterna fäster störst vikt vid åtgärder som infrastrukturutbyggnad, kris- och solidaritetsmekanismer samt ett samordnat och kraftfullt agerande i de externa energirelationerna. Framför allt länder inom EU-15²⁷⁵ betonar kopplingarna mellan klimatåtgärder och försörjningstrygghet och lyfter därför i stället fram energieffektivisering och förnybar energi som nyckelområden.

²⁷¹ Övriga är Kanada, Frankrike, Italien, Japan och USA.

²⁷² IEA (2009b).

²⁷³ IEA (2009b).

²⁷⁴ Regeringskansliet (2008).

²⁷⁵ Det vill säga de medlemsstater som fanns innan utvidgningen under 2000-talet.

5 Framtida energiberoenden

Sammanfattning

- Den globala energiförsörjningen står inför stora förändringar, framför allt beroende på ambitionen att minska klimatpåverkan. Detta medför förändrade beroenden som kan få implikationer för energisäkerheten. Förnybara energislag kommer att få en ökad roll, vilket bl.a. innebär ett ökat inslag av intermittenta energislag i energimixen. Obalans mellan de nya produktionsflödena av el och konsumtionen kommer sannolikt att innebära mer långväga kraftöverföring för att balansera tillgång och efterfrågan. Även den globala kärnkraftsproduktionen förväntas öka, liksom generellt sett elektricitetens roll som energibärare.
- De fossila energislagen kommer under överskådlig tid fortsatt att vara betydelsefulla, men under en ambitiös klimatregim förväntas ökningstakten för olja och gas minska för att sedan också minska i absoluta tal. Mellanösterns och OPEC:s roll som producenter kommer att stärkas men flödena kommer delvis att omdirigeras mot nya storkonsumenter som t.ex. Kina och Indien. Även Centralasiens, Nordafrikas, Sydamerikas och eventuellt Arktis roll som energiproducenter kan komma att stärkas, tack vare närheten till stora marknader, stora befintliga energiresurser och/eller möjligheten till storskalig förnybar energiproduktion.
- Sveriges importberoende, liksom sårbarhet i tillförseln, kommer sannolikt inte att öka. Sverige förväntas öka andelen förnybar energi i sin energimix och vara en nettoexportör av el.
- Fysisk tillgång på energiråvaror förväntas inte bli en begränsande faktor för en ökad energianvändning. Dock kan tillgången på *billiga* energiråvaror komma att begränsas. Motsvarande begränsningar kan också komma att uppstå för vissa råvaror kopplade till energisystemet som behövs för t.ex. solceller och elfordon.
- Klimatförändringarna påverkar den framtida energiförsörjningen bl.a. genom förändrade energianvändningsmönster och påverkan på infrastruktur. För svensk energiförsörjning förväntas klimatförändringarna inte leda till några nya hot men sannolikt till en förstärkning av redan befintliga hot vid exempelvis extrema väderlägen.

I detta kapitel görs en övergripande beskrivning av möjliga utvecklingsvägar för energisystemet på längre sikt. En diskussion förs kring hur denna utveckling kan påverka efterfrågan på nya energiresurser och andra råvaror nödvändiga för energisystemet och vilka geografiska områden som då kan bli strategiskt intressanta. Vidare görs en kortfattad sammanfattning av vilka effekter klimatförändringen kan få på energisystemet med fokus på Sverige.

5.1 Övergripande utveckling av energiförsörjningen på global nivå

I detta inledande avsnitt diskuteras den övergripande utvecklingen av energiförsörjningen på global nivå. Vi använder oss av IEA:s årligen utkommande World Energy Outlook²⁷⁶ som främsta utgångspunkt i våra diskussioner. World Energy Outlook används ofta som referenslitteratur inom olika former av policyrelevant energiforskning.

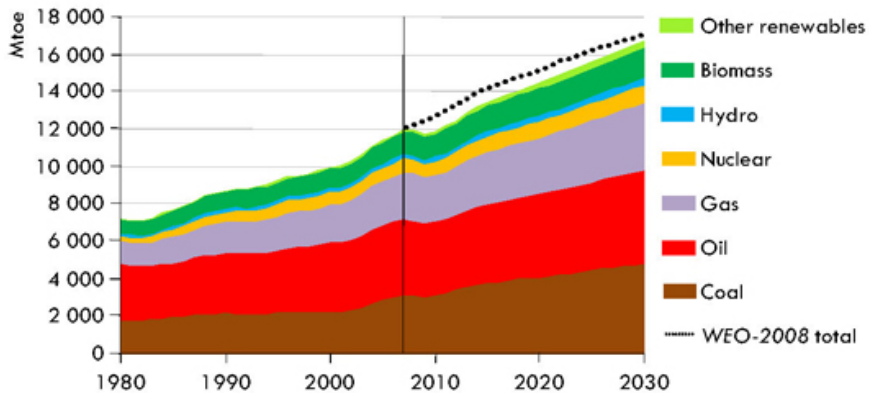
5.1.1 IEA:s referensscenario för 2030

IEA:s referensscenario till 2030 är inte någon prognos utan en beskrivning av framtidsutvecklingen om nuvarande policy skulle stå sig.²⁷⁷ IEA påpekar att det inte är troligt att dagens policy kommer att bestå oförändrad bland annat på grund av att klimatpolitiken kommer att kräva ytterligare insatser inom energiområdet.

I scenariot kommer den globala efterfrågan på primärenergi att öka med i genomsnitt 1,5 % per år, vilket resulterar i en total ökning med 40 % jämfört med 2007, se Figur 13. Ökningen beror främst på ökad efterfrågan i Kina, Indien och i viss mån Mellanöstern.

²⁷⁶ IEA (2009a).

²⁷⁷ IEA (2009a), s. 73-107.



Figur 13. Globalt primärenergibehov fram till 2030 för olika energislag enligt IEA:s referensscenario i World Energy Outlook 2009 (WEO). Den streckade linjen visar totalt behov i scenariot i WEO 2008, som nu justerats med hänsyn till 2009 års finanskris. Källa: World Energy Outlook © OECD/IEA, (2009).

Efterfrågan på olja bedöms öka med cirka 1 % per år, vilket motsvarar en ökning från 85 miljoner fat (Mb)/dag 2008 till 105 miljoner fat/dag 2030. Efterfrågan förväntas minska i OECD-länderna så all ökning sker utanför OECD. 97 % av efterfrågeökningen av olja sker dessutom i transportsektorn.

Efterfrågan på naturgas antas öka med 1,5 % per år. Den största konsumtionsökningen av naturgas kommer i referensscenariot att ske i Mellanöstern, Kina och Indien men Nordamerika, Europa och Ryssland förblir de största konsumenterna totalt sett. Utvinningen kommer i absoluta tal att öka i Mellanöstern men en markant ökning förväntas också i Centralasien, den Kaspiska regionen, övriga Ryssland och i Nordafrika.

Det energislag som ökar mest är kolet, med 1,9 % per år, varav 61 % av den tillkommande produktionen kommer att brytas i Kina där också användningen ökar kraftigt, motsvarande en fördubbling av dagens konsumtion.

Elbehovet förväntas öka med 2,5 % per år. 80 % av den totala ökningen till 2030 förväntas ske i icke-OECD-länder. I ett globalt perspektiv kommer kolet att förbli den viktigaste primärenergikällan för elproduktion och svara för 44 % av produktionen 2030 att jämföra med 41 % 2008. Även förnybara källor (vattenkraft, sol, vind, biobränsle etc.) förväntas öka, från 18 till 22 procent. Kärnkraftens andel i den globala elproduktionsmixen kommer att minska trots en ökning i absoluta tal.

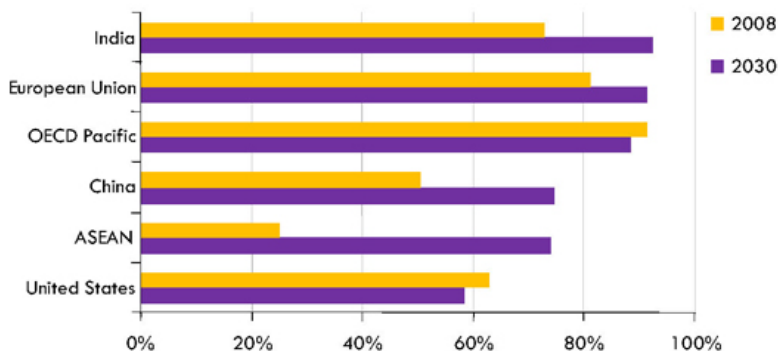
Vid en snabb anblick på Figur 13 kan det förefalla som att de nuvarande trenderna inte innebär någon genomgripande förändring av energisystemets struktur men det beror delvis på aggregeringen av data. Stora förändringar kan

förväntas för vissa av energislagen, och det sker även betydande förändringar på regional nivå.

Exempelvis ökar den lilla strimman "Other renewables" (vind, sol, geotermi m.m.) med cirka 500 % under scenarioperioden, vilket innebär omfattande investeringar i infrastruktur under en förhållandevis kort tidsrymd. Men det är trots allt kol, olja och gas som tarvar de största investeringarna i utvinningskapacitet i absoluta tal. Det kommer att vara en stor utmaning att uppbringa de investeringar som krävs för att möta den kraftiga efterfrågeökningen i referensscenariot.

När det handlar om regionala skillnader visar Figur 14 hur de flesta regioner ökar sitt importberoende av just olja i referensscenariot, dock inte USA och "OECD Pacific" (Japan, Sydkorea, Australien och Nya Zeeland). Störst procentuell importökning förväntas för Sydostasien (ASEAN-länderna) följt av Kina, Indien och EU.

Vad gäller olja konstaterar IEA att OPEC:s marknadsandel ökar till en nivå som 2030 blir högre än högstanoteringen innan energikrisen 1973. Mellanösterns andel av nettoexporten förväntas öka från 54 % 2008 till 57 % 2030.



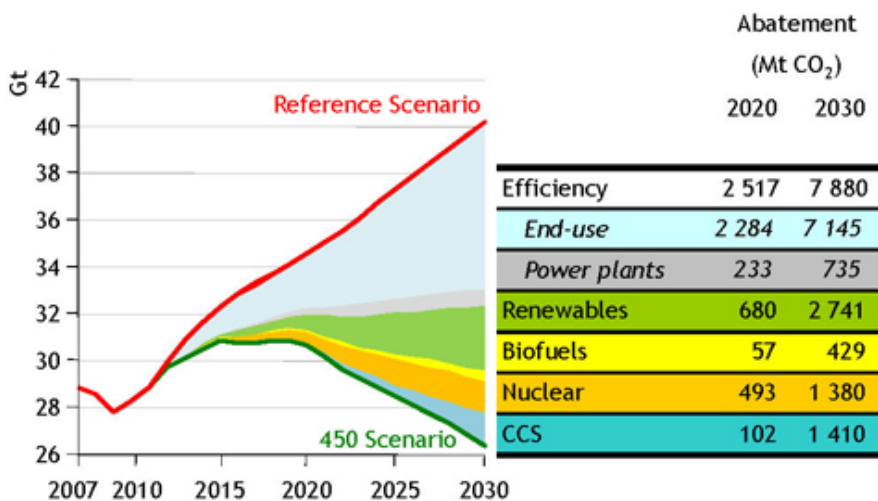
Figur 14. Andel nettoimport av olja för några större länder och regioner år 2008 och 2030 enligt IEA:s referensscenario. Källa: World Energy Outlook © OECD/IEA, (2009).

5.1.2 IEA:s 450-ppm-scenario för 2030

IEA konstaterar att referensscenariot ovan inte är hållbart eftersom det innebär kraftigt ökade utsläpp av koldioxid. IEA pekar därför i ett scenario ut en möjlig väg mot att stabilisera halten växthusgaser i atmosfären till 450 ppm. Denna målnivå innebär enligt IPCC att sannolikheten är 50 % att den globala medeluppvärmningen stannar vid 2 grader över förindustriell nivå. 2-

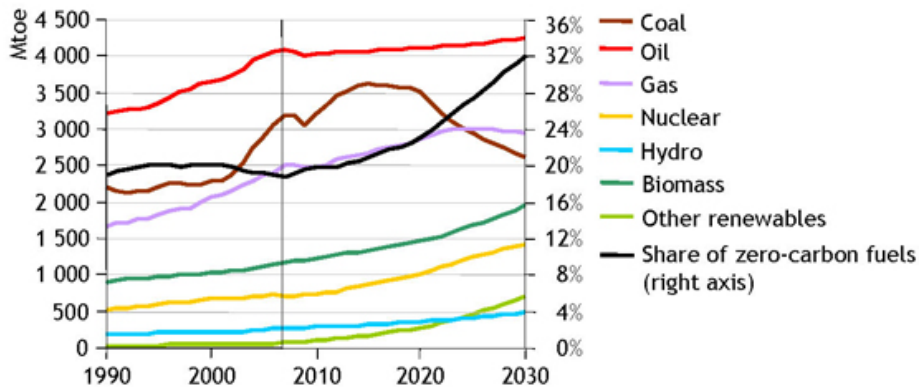
gradersmålet är etablerat i den politiska retoriken, exempelvis i den överenskommelse som till slut kom till stånd vid FN:s klimatmöte i Köpenhamn i december 2009.

I 450 ppm-scenariot sker minskningen av utsläpp i förhållande till referensscenariot enligt Figur 15. Ungefär hälften av utsläppsminskningarna till 2030 jämfört med referensscenariot sker via effektiviseringar medan resten associeras med ändrad energimix och CCS. Värt att notera är att utsläppsnivåerna i 450 ppm-scenariot inte har nått en långsiktigt hållbar nivå redan 2030. Utsläppsminskningarna har då bara påbörjats och de största minskningarna återstår.



Figur 15. Globala energirelaterade minskningar av koldioxidutsläpp, för 2020 och 2030, som följd av policyåtgärder i IEA:s 450 ppm-scenariot i jämförelse med referensscenariot
Källa: World Energy Outlook © OECD/IEA, (2009).

Även i 450 ppm-scenariot kommer utvinningen av olja och naturgas att öka men konsumtionen av kol minskar från och med mitten av 2010-talet, se Figur 16. Denna skillnad i utveckling mellan de olika energislagen beror bland annat på att det är billigare att minska utsläppen i elsektorn än i transportsektorn. En ungefärlig fördubbling jämfört med idag förutsätts både avseende kärnkraft och bioenergi medan en mångdubbling av övriga förnybara energiresurser (vind, sol, vågor, geotermi etc.) förutsätts. I scenariot ökar de koldioxidneutrala energikällornas andel av den totala energiförsörjningen från dagslägets cirka 20 % till 32 % för år 2030.



Figur 16. Globalt primärenergibehov till 2030 för olika energislag enligt IEA:s 450 ppm-scenario. Den svarta kurvan visar total andel koldioxidneutral energi. Källa: World Energy Outlook © OECD/IEA, (2009).

Sammanlagt erhålles, liksom för referensscenariot, en total ökning av primärenergiefterfrågan. Men i 450 ppm-scenariot är ökningen cirka 20 % istället för referensscenariots 40 %.

Vägen mot 450 ppm-scenariot kräver en omvälvning i form av ett nytt internationellt samförstånd och ny policy, liksom innovationer, teknikutveckling och stora investeringar. Däremot bedömer IEA att de makroekonomiska skillnaderna mellan de bägge scenarierna inte blir så stora. Vägen mot 450 ppm-scenariot skulle 2020 innebära en global BNP-minskning på mellan 0,1-0,2 % för 2020 och 0,9-1,6 % för 2030 jämfört med referensscenariot.²⁷⁸ Med tanke på att den globala ekonomin förväntas fördubblas mellan 2007 och 2030 så innebär en minskning med 1,6 % 2030 endast att man förlorar motsvarande några månaders tillväxt.

Även om IEA:s referensscenario, kan sägas motsvara en förväntad utveckling om dagens energipolitik består (business-as-usual), innebär det inte att världen 2030 kommer att se likadan ut som idag. En fördubbling av världsekonomin och en ökning av primärenergianvändningen med 40 % är inte små förändringar. 450 ppm-scenariot illustrerar dock ett markant trendbrott, vilket innebär radikala – och snabba – omställningar inom de flesta sektorer.

De bägge IEA-scenarierna är samtidigt inte några extrema motsatser eftersom de flesta förutsättningarna och utfallen vid sidan av energisektorn består, t.ex. ekonomisk utveckling. De bägge IEA-scenarierna kan, så när som på policyområdet, sägas omfattas av en och samma omvärldsutveckling, vad gäller

²⁷⁸ IEA (2009a), s. 203.

de inte direkt energirelaterade faktorer som påverkar den globala energiförsörjningen.

Förändringar inom energisektorn går långsamt eftersom de är förknippade med stora investeringar i kapitalintensiv infrastruktur. På användarsidan existerar dessutom innästlade beroenden i såväl vardagsliv och konsumtionsvanor som teknik. Därför kan man på goda grunder hävda att 2030 ligger för nära för att det ska vara troligt att stora omvärldsförändringar har manifesterat sig i energisystemets struktur även om sådana omvärldsförändringar kan ha påbörjats. På längre sikt kan man tänka sig mer genomgripande förändringar i både samhällsstruktur och människors aktivitetsmönster.

I följande avsnitt, där en framåtblick på primärenergikällor görs, utgår vi indirekt från en framtid där det finns en tydlig strävan efter att minska energianvändningens klimatpåverkan. Vi använder Figur 15 och Figur 16, som tillhör IEA:s 450 ppm-scenariot liksom Tabell 3 - Tabell 5, som utgångspunkt och diskuterar förutsättningar och förändringar som döljer sig bakom diagrammen.

5.1.3 Framåtblick på olika primärenergikällor: resurser, teknikutveckling m.m.

Fossila: Olja, gas och kol

Avmattningen i efterfrågeökningen på olja och gas samt minskningen för kol (som förutsätts i 450 ppm-scenariot) resulterar i något lägre priser än i referensscenariot. Detta kommer att påverka vilka resurser som blir lönsamma att utvinna och därmed vilka energiflöden som kommer att vara aktuella. Vissa utvinningsfält förknippade med höga produktionskostnader blir olönsamma – i synnerhet i OECD-länderna. Det ändrar till exempel förutsättningarna för de svårutvunna s.k. okonventionella oljorna (t.ex. tjärsand i Kanada). För kol innebär det att användningen av lägre kvaliteter (t.ex. brunkol) minskar mer drastiskt än ”genomsnittskolet”.²⁷⁹

För att kol ska kunna komma till fortsatt omfattande användning har man i scenariot antagit en framgångsrik utveckling av tekniken för koldioxidavskiljning och lagring (CCS). Tekniken är dock fortfarande oprövad i kommersiell skala och alla miljöaspekter kring tekniken är inte utredda.

De fossila resursernas ändlighet för den framtida energiförsörjningen är en fråga som diskuterats flitigt under de senaste åren²⁸⁰ mellan bl.a. den s.k. peak-oil

²⁷⁹ IEA (2009a), s. 216-219.

²⁸⁰ Se till exempel Aleklett m.fl. (2010), Söderholm (2003), Energimyndigheten (2006b), Kjærstad och Johnsson (2009).

inriktningen²⁸¹ och andra forskare och debattörer. Att de fossila resurserna är ändliga är det egentligen ingen som ifrågasätter men däremot hur snart resursbegränsningar kommer att leda till minskad produktion av främst olja men även naturgas. Anledningar till oenighet rör bl.a.:

- Vilken tilltro man har till att det finns mer olja att hitta. De skeptiska²⁸² pekar på att nya upptäckter av fält varit få på senare år medan den motsatta sidan pekar på att stora ökningar har uppkommit i befintliga fält samt att de få upptäckterna berott på låga priser och litet behov av nya produktionsplatser.
- Vilka möjligheter det finns att finna olja i områden där man hittills varken utvunnit eller letat efter olja (p.g.a. ogynnsamma bergarter).²⁸³
- Vilka möjligheter det finns att med teknisk förbättring utvinna större andelar av befintliga olje- och naturgasresurser (med konventionell teknik utvinns idag i genomsnitt ungefär 35 % av resurserna²⁸⁴).
- Möjligheterna att tillräckligt snabbt ersätta konventionella resurser med icke-konventionella resurser t.ex. tjärsand.
- Vilket förtroende man har för ”offentlig” statistik. De som ifrågasätter statistiken pekar bl.a. på att redovisade reserver ofta inte verkar påverkas av utvinning och att det finns incitament för t.ex. OPEC:s medlemsländer att överdriva sina tillgångar eftersom det berättigar till större produktion.
- Skillnader på vilka typer av reserver/resurser man analyserar.

Analytiker med en mer optimistisk inställning vad gäller möjligheterna till fortsatt utvinning menar att förbättrad teknik och ökade priser kommer att leda till att reserverna kommer att växa genom mer prospektering och att dyrare resurser kommer att bli tillgängliga. Det bör noteras att det faktum att större fossila resurser blir tillgängliga för exploatering visserligen ur ett rent energisäkerhetsperspektiv kan vara fördelaktigt men ur ett klimatperspektiv kan vara mycket negativt. I det fallet uppkommer nya säkerhetsproblem kopplade till klimatpåverkan.

Förnybara: Vindenergi, solenergi, bioenergi m.fl.

Det råder ingen brist på förnybar energi i fysiska termer. Det solljus som träffar jorden är ungefär 500 gånger större än all energi i vind, vågor och havsströmmar, eller cirka 4000 gånger större än den energi som omvandlas i fotosyntesen, eller

²⁸¹ T.ex. den brittiska geologen Colin Campbell och Uppsalaprofessorn Kjell Aleklett, som associeras med ASPO, Association for the Study of Peak Oil and Gas.

²⁸² T.ex. Aleklett m.fl. (2010).

²⁸³ Kolesnikov m.fl. (2009).

²⁸⁴ Maugeri (2009).

cirka 30 000 gånger större än utvinningen av fossil energi.²⁸⁵ Svårigheten handlar om att tillgängliggöra liksom nyttiggöra den förnybara energin.

Solenergi kan direkt utnyttjas i form av solvärme (via solfångare) och solen via antingen solceller (PV, Photovoltaics) eller termiska processer (CSP, Concentrated Solar Power). Termisk solen produceras genom att solstrålningen via speglar koncentreras så att man får temperaturer höga nog att producera ånga som driver en turbin och sedan en generator. Teknikutveckling sker på samtliga områden och grovt sett handlar det om att göra solenergin ekonomiskt lönsam dels genom att höja energiutbytet, dels genom att minska produktionskostnaderna. De största PV-anläggningarna idag finns i Spanien medan CSP-anläggningarna med störst effekt finns i USA (Kalifornien, Florida och Nevada).²⁸⁶ CSP kräver i regel storskaliga anläggningar för att vara effektiva och är bara applicerbara i solrika länder.

Trots att utnyttjandet av solenergi bedöms öka flerfaldigt bedöms den dock på medellång sikt inte att utgöra mer än en av flera nya mindre komponenter i den globala energimixen. I IEA:s 450 ppm-scenario utgör PV år 2030 cirka 10 % av den globala förnybara elproduktionen (exklusive vattenkraft) medan motsvarande andel för CSP är cirka 5 %.²⁸⁷

Bioenergin utgör den viktigaste förnybara primärkällan i IEA:s 450 ppm-scenario (16 % 2030). Det handlar dels om biomassa för uppvärmning och elproduktion dels om biodrivmedel. Ökningen av biomassebaserad kraftvärme samt ren elproduktion antas vara knappt 70 % till 2030 medan en mångdubbling av biodrivmedlen antas.²⁸⁸ Efter 2020 antas andra generationens biodrivmedel få stort genomslag varav hälften i 450 ppm-scenariot utgörs av alkoholbaserade drivmedel medan resterande är ungefär lika stora delar biodiesel och bioflygbränsle.

Utveckling inom biomasseområdet fokuserar grovt sett på att öka energiutbytet vid odling och vid el- och drivmedelsproduktion. På odlingssidan handlar det bl.a. om växtförädling och utveckling av effektiva brukningssystem. Inom mer traditionell teknikutveckling handlar det bl.a. om processer för att förädla energiråvaran t.ex. genom förgasning, och att utveckla teknik i kraftverk, motorer m.m. Idag domineras biodrivmedelsproduktionen av etanol från konventionella grödor som sockerrör, spannmål och majs samt dieselbränslen från vegetabiliska oljor.²⁸⁹ Ett nyckelteknologiområde för att producera andra generationens biodrivmedel är att på ett energieffektivt (och ekonomiskt) sätt kunna producera

²⁸⁵ IEA (2007), Lönnroth m.fl. (1978).

²⁸⁶ Greenpeace (2008).

²⁸⁷ IEA (2009a) s. 215.

²⁸⁸ IEA (2009a), s. 214.

²⁸⁹ S.k. biodiesel, eller FAME = Fatty-Acid Methyl Esters, eller RME = rapsmetylester, som är en variant av FAME.

drivmedel från cellulosaråvara. Det handlar då bl.a. om förgasning av skogsråvara för att producera metanol, dimetyleter (DME) eller syntetisk diesel, bensin och metan, men även om utvecklade biologiska processer för etanolproduktion. På längre sikt kan även vätgas baserad på förnybara resurser bli ett aktuellt drivmedel.

I IEA:s 450 ppm-scenario utgör vindkraften ungefär hälften av den förnybara elproduktionen år 2030, om man undantar vattenkraften.²⁹⁰ Grundtekniken för vindkraft är väletablerad. Några utvecklingsområden är billigare och mer hållbara material, vindkraft till havs (off-shore), och lösningar på systemnivå för att kunna nyttiggöra det mesta av den energi som produceras när det faktiskt blåser.

I IEA:s 450 ppm-scenario antas vattenkraften öka med drygt 80 % till 2030. Eftersom vattenkraftspotentialen i princip redan är exploaterad i OECD-länderna antas knappt någon ökning alls där. Vattenkraften kan betraktas som en tämligen mogen teknologi. Geotermisk energi samt våg- och tidvattenenergi antas endast utgöra en mindre del av primärenergien i 450 ppm-scenariot.

Kärnenergi

Ny kärnkraft projekteras i en rad länder men de mest aktiva utvecklingsprogrammen finns främst i Kina, Indien, Korea, Ryssland och Japan. Utvecklingen av ny reaktorteknik strävar efter att dels öka säkerheten, dels öka effektiviteten. Det handlar t.ex. om HTG-reaktorer (High Temperature Gas) och den s.k. fjärde generationens kärnreaktorer. I fjärde generationens kärnreaktorer ska bränslet kunna omvandlas successivt för att dess energiinnehåll ska kunna utnyttjas maximalt. Kärnkraftverk baserade på denna reaktorteknik ska också på ett energieffektivt sätt kunna producera vätgas.²⁹¹

I IEA:s 450 ppm-scenario antas kärnkraftens produktion fördubblas fram till 2030. För detta finns inga hinder avseende tillgängligheten på uran som råvara för kärnbränsle. Konventionella lättvattenreaktorer använder isotopen uran-235 som endast utgör 0,7 % av allt uran som finns på jorden. Även om endast en bråkdel är tillgängligt för utvinning gör IEA bedömningen att detta är fullt tillräckligt.²⁹² Vidare finns metoder för att bättre utnyttja energiinnehållet i bränslet.

Det mesta av det naturligt förekommande uranet är uran-238 (99,3 %). Därför är ett utvecklingsspår så kallade bridreaktorer som kan omvandla uran-238 till klyvbart plutonium och därför kan utvinna mer energi ur naturligt uran än konventionella reaktorer.

²⁹⁰ IEA (2009a).

²⁹¹ Deutch m.fl. (2009).

²⁹² Se även Nuclear Energy Agency (2006 och 2008).

I en MIT-studie²⁹³ om kärnkraftens framtidsmöjligheter bedöms det i dagsläget ekonomiskt sett utvinningsbara uranet vara tillräckligt för att ladda 1000 stycken nya konventionella reaktorer fram till 2050, vilket är ungefär dubbelt så många som krävs för att överensstämma med IEA:s 450 ppm-scenario.

Kärnkraften används i regel som baskraft medan reglerkraften ofta sköts med anläggningar baserade på fossila bränslen, eller som i Sverige vattenkraft. En del nya reaktortyper designas för att bättre kunna användas även som reglerkraft, vilket ökar kärnkraftens användbarhet genom att dess andel i energimixen kan öka, t.ex. i Frankrike.²⁹⁴

Betydelsen av nya tekniska lösningar för ett hållbart energisystem

För att ett fortsatt utnyttjande av fossila bränslen på lång sikt ska vara förenlig med en ambitiös klimatpolitik är, så som tidigare beskrivits, avskiljning och lagring av koldioxid (CCS) en nödvändighet. Avskiljning och transport av koldioxid från rökgaser är redan idag en tillgänglig teknologi och det som snarast krävs för spridning av tekniken är att man kan säkerställa att lagringen av koldioxid kan ske utan läckage till atmosfären och att systemet har acceptans i samhället. Dessutom krävs tillräckliga ekonomiska incitament för att göra CCS kommersiellt gångbart.

I scenarierna till 2030 spelar vätgas ingen större roll men kan på längre sikt vara av stor betydelse. Vätgas kan produceras från fossila bränslen, biobränslen och från el via elektrolys. För en eventuell omställning till en vätgasbaserad ekonomi krävs tillgång till billig och miljöacceptabel elproduktion till låg kostnad, utbyggnad av ett helt nytt distributionssystem och framför allt vad gäller användning inom transportsektorn en betydande utveckling av tekniken för att lagra vätgasen till en rimlig kostnad. I många studier²⁹⁵ förväntas produktionen av vätgas på lång sikt komma från solenergi, främst för att det är så de riktigt stora energiflödena kan infångas. Detta är redan idag tekniskt möjligt men det krävs avsevärda kostnadsreduktioner för solceller för att det ska bli någorlunda konkurrenskraftig ekonomi i tekniken.²⁹⁶ En viktig teknik kopplad till vätgasen är bränsleceller vars höga effektivitet och låga utsläpp är särskilt attraktiv i transportsektorn och för vilket vätgas är ett särskilt lämpligt bränsle.

Ett alternativ till vätgas som koldioxidfri energibärare är el. Inom transportområdet har tilltron till att kunna använda el ökat under de senaste åren. Främst är det så kallade laddhybrider som tilldrar sig intresset och spelar redan i scenarierna för 2030 en viss roll. Laddhybrider tar en stor del av sitt energibehov

²⁹³ Deutch m.fl. (2009).

²⁹⁴ Kidd (2009).

²⁹⁵ Se t.ex. Azar m.fl. (2003).

²⁹⁶ Konkurrenskraftiga mot framtida alternativ under kraftiga reduktioner av utsläppen. Kostnaderna förväntas dock vara betydligt högre än vad som gäller för dagens petroleumbaserade bränslen.

från nätet men kompletteras med någon annan form av drivkälla, i allmänhet en förbränningsmotor. Anledningen till denna komplettering är de problem som finns med att lagra större mängder el i batterier till låg kostnad och utan att de upptar för stor volym. Utvecklingen av batteritekniken vad gäller lagringskapacitet och kostnader är ett nyckelområde för att elektrisk framdrivning ska få en mer betydande roll i transportsystemet. Batterier är som lagringsform mycket materialintensiva och kräver väl fungerande materialhanteringssystem och kommer också att skapa nya materialberoenden.

Ett utökat utnyttjande av el från vissa förnybara energikällor skapar åtminstone två nya problem. Den förnybara energin flödar på andra ställen än där konsumtionen finns och elproduktionen sker inte tidsmässigt så att den motsvarar elkonsumtionen. Detta kommer att ställa krav på långväga kraftöverföring, t.ex. från sol- och vindrika länder till mindre gynnade länder. Utvecklingen av energilagring och smarta elnät skulle också kunna fungera som ett stöd för en ökad integrering av t.ex. vindkraft genom att man på ett bättre sätt skulle kunna styra ellasten och utnyttja t.ex. elbilsbatterier som buffert för fluktuerande elproduktion och annan elkonsumtion.²⁹⁷

5.1.4 Några energislagsövergripande framtidsfrågor: Effektivisering, elektrifiering och energilagring

Ett avgörande inslag i IEA:s 450 ppm-scenario är effektiviseringar på användarsidan, motsvarande knappt hälften av de minskade koldioxidutsläppen (jämfört med referensscenariot). Detta kan förändra beroendesituationen på olika sätt. Effektiviseringar som innebär förbättringar av befintlig teknik (som t.ex. bränslesnåla dieselfordon) minskar generellt sett energiberoendet.

Det kan också gälla ny teknik (som t.ex. bränsleceller) men denna kan också innebära nya beroenden. Att ersätta fossildrivna fordon med mer effektiva bränslecellfordon innebär ett minskat oljeberoende och sannolikt även ett minskat energiberoende generellt sett. Men ersättningen skapar samtidigt ett beroende av såväl nya väterika energibärare som metaller som behövs för de nya tekniska lösningarna i dessa fordon (exempelvis platina, se avsnitt 5.3.2).

De största effektiviseringspotentialerna i IEA-scenarierna bedöms ligga dels i transportsektorn, dels i elanvändningen i övriga sektorer. Ekonomisk tillväxt och ökad användning av eldriven utrustning leder tillsammans med elektrifiering av transportsektorn till en totalt sett ökad elanvändning i 450 ppm-scenariot trots de betydande effektiviseringar av elanvändningen man räknar med.

Oavsett scenario förväntas elektriciteten som energibärare expandera mycket kraftigt i utvecklingsländerna. Skillnaderna mellan den fattiga delen av världen

²⁹⁷ Se t.ex. Kempton och Tomic (2005).

och den rika är idag markanta. Mindre än 10 % av befolkningen i exempelvis Malawi, Uganda och Burkina Faso har tillgång till elektricitet idag. Även i Indien och i Indonesien saknar knappt 40 % elektricitet.²⁹⁸ Däremot är Kina redan idag i stort sett elektrifierat. En ökad elektrifiering torde ha en stor betydelse för den ekonomiska och sociala utvecklingen, vilket kan fungera säkerhetshöjande.

En annan viktig aspekt på elektrifieringen är ökningen av s.k. intermittenta energikällor, vilket tidigare berörts. Om andelen intermittenta energikällor ökar som ersättning för lagringsbara energislag som olja, kol och naturgas, så behövs sannolikt också ökad kapacitet för annan energilagring, ny reservkraft eller ökad sammankoppling av system för att den sammantagna produktionen av el ska kunna följa efterfrågan.

En väg är att de facto diversifiera enskilda elsystem så att exempelvis den varierande vindkraften ska kunna kompletteras med reglerande vattenkraft och kondenskraft. En annan väg till ”artificiell energilagring” är att knyta samman system av olika karaktär så att dessa i en optimal situation kan reglera varandra. Ett exempel är att svensk, norsk och finsk vattenkraft skulle kunna ha en utjämnande funktion på de nord- och centraleuropeiska elsystemen, vilket redan idag delvis är fallet. Vattenkraften är en utmärkt reglerkraftkälla där vattnets lägesenergi lagras i de reglerade dammarna och sedan omvandlas till rörelseenergi och sedan elektricitet vid behov. Pumpkraft är en variant som innebär att när det finns ett överskott av energi så pumpas vatten upp i konstgjorda reservoarer eller cisterner som sedan kan släppas ner igen och via en turbin och generera el. På experimentstadiet finns också motsvarande tekniker som lagrar energin som tryckluft.

Ett etablerat sätt att lagra elenergi är med batterier och frågeställningar som dyker upp här är bl.a. hur energiutbytet ska kunna förbättras samt om produktionen av batterier kan hålla samma takt som efterfrågan på framtida energilagring (p.g.a. ev. brist på ämnen som behövs i tillverkningsprocessen, se avsnitt 5.3.2). En storskalig expansion av elbilar skulle kunna bli en ny källa till reglerkraft. De laddas med fördel nattetid då efterfrågan på el är som minst men skulle också kunna avge energi vid behov.

Vätgasen, som diskuterats tidigare som en intressant energibärare i sig, kan också fungera som energilagrare. Att använda el för att producera vätgas som sedan ska omvandlas till el igen (via bränsleceller eller förbränning) är förknippat med energiförluster men kan ändå vara motiverat om det t.ex. handlar om att ta tillvara vindenergi som annars skulle ha gått förlorad. Planer på att bygga ut en vätgasinfrastruktur kopplad till vindkraften finns bl.a. i Danmark och på den norska ön Utsira pågår sedan 2004 motsvarande försöksverksamhet.²⁹⁹ Vätgasdrivna bränslecellsfordon skulle, när dessa fordon är parkerade, kunna

²⁹⁸ IEA (2009a), s. 129.

²⁹⁹ Statoil (2010).

fungera som distribuerade elproduktionsanläggningar. Precis som de batteridrivna elfordonen skulle de då kunna bidra till att jämna ut obalanser som beror av varierande produktion och konsumtion.

5.2 Framtida flöden av energiråvaror och energibärare

I detta avsnitt diskuteras framtida energiflöden med utgångspunkt från en framtid liknande den i IEA:s 450 ppm-scenario. Poängen är att identifiera förändringar avseende flöden, beroenden och tillförselsäkerhet i ett mer klimatanpassat energisystem. Vi kommer även att diskutera en framtid bortom 2030 och beröra nya tänkbara flöden, t.ex. vätgas.

Avsnittet avslutas med en diskussion om hur energiflödena till och från Sverige kan komma att förändras. Vi stämmer av dessa förändringar mot de faktorer som IEA använder för att värdera energisäkerhet (se avsnitt 2.1.1).

5.2.1 Svagt ökande men delvis omdirigerade globala flöden av olja och gas

På den globala nivån kommer flödena av fossila energislag att fortsätta vara betydande på medellång sikt. Även i IEA:s 450 ppm-scenario är olja, gas och kol de största energislagen. När det gäller just flöden handlar det framförallt om olja och gas eftersom kolet i högre grad konsumeras lokalt. Kolet är en mer utspridd energiråvara i jordskorpan och genererar därmed inte samma flödesvolym på den globala markanden.

Flödesförändringar uppkommer både genom ändrade konsumtions- och produktionsmönster. IEA utgår i 450 ppm-scenariot, för produktionen av råolja, från att marknadsandelen för OPEC-länderna kommer att öka från 44 % 2008 till 55 % 2030. Produktionen i OECD-länderna minskar samtidigt stadigt. Även oljeproduktionen i Ryssland minskar.

Vad gäller naturgas kommer den ryska produktionen, enligt 450 ppm-scenariot, först att öka för att sedan minska efter produktionsmaximum kring 2020. Ryssland förblir trots det världens enskilt största gasproducent år 2030. Ökad produktion kommer att ske i Afrika, Kaspiska regionen, Latinamerika och inte minst i Mellanöstern, som nästan fördubblar sin produktion fram till 2030. Detta sker främst i Iran (ökning med cirka 50 %), Saudiarabien (ökning med cirka 100 %), och i Qatar (ökning med cirka 200 %). Produktionen i OECD-länderna minskar marginellt totalt sett men situationen ser lite olika ut för olika länder. I Nordamerika nås produktionsmaximum kring 2025 för såväl USA och Kanada som Mexiko. I Europa har Nederländerna och Storbritannien redan haft produktionsmaximum medan Norge når sin produktionstopp cirka 2020. Stora

relativa produktionsökningar förväntas ske i bl.a. Brasilien, Azerbajdzjan, Indien, Nigeria och i Libyen.³⁰⁰

Konsumtionen av olja och gas ökar, som tidigare nämnts, snabbare i Sydostasien, Kina och Indien än i OECD-länderna varför större andelar av flödena än idag dirigeras till Sydostasien, Kina och Indien.

Med utgångspunkt från IEA:s 450 ppm-scenario illustrerar vi flödesförändringar via ungefärliga förändringar i importberoende från 2008 till 2030 för de största olje- och gaskonsumenterna, se Tabell 7.

Tabell 7. Förändringar i importberoende av olja och gas, 2008-2030, enligt IEA:s 450 ppm-scenario.³⁰¹

<i>Importberoende</i>	Olja		Gas	
	~Förändring 2008-2030	~Volym 2030 [Mb/d]	~Förändring 2008-2030	~Volym 2030 [Gm3]
USA	- 30 %	8	- 45 %	60
EU	- 20 %	8	+ 40 %	430
Japan	- 40 %	2,5	0	95
Kina	+ 180 %	11	+ 2175 %	90
Indien	+ 150 %	5	+ 530 %	60

En annan utgångspunkt för att resonera kring potentiella flödesförändringar kan tas i skillnaderna mellan nuvarande produktion och tillgängliga reserver, se Tabell 3 och Tabell 4. Exempelvis har Venezuela tämligen stora reserver av olja i förhållande till aktuell produktion. Flödet därifrån kan alltså tänkas öka. Vidare kan man konstatera, både vad gäller olja och gas, att de riktigt stora reserverna finns i Mellanöstern. Produktionen, och därmed även flödena, har därmed potential att öka framförallt vad gäller olja från Irak samt gas från Iran och Qatar. USA har idag relativt stor oljeproduktion men jämförelsevis små reserver men eftersom USA redan idag är nettoimportör påverkas inte flödena avseende just den amerikanska oljan som redan idag helt och hållet konsumeras inom landet.

³⁰⁰ IEA (2009a), s. 444.

³⁰¹ IEA (2009a), s. 216-218. Värdena är avlästa ur IEA:s diagram och därmed avrundade och kan således skilja något från IEA:s originaldata.

5.2.2 Ökade regionala flöden av el

Som tidigare diskuterats förväntas elens roll som energibärare att öka. Denna utveckling är sannolik oavsett scenario och de sätt som el produceras på. Detta har att göra med elens höga effektivitet och flexibilitet i slutanvändningen, vilket bl.a. leder till en strävan att elektrifiera samhällen i utvecklingsländerna.

Även ökningen av vind-, sol- och kärnenergi gör åtminstone till viss del att el substituerar andra energibärare (t.ex. el istället för petroleum i vissa transportslag). Detta medför ökad andel el som energibärare i det sammantagna energisystemet.

I detta sammanhang finns två utvecklingsinriktningar som är relevanta för energisäkerheten. Det handlar dels om ökade elflöden via långväga transmission, dels om ökad lokal elproduktion, s.k. distribuerad elproduktion. Den förstnämnda utvecklingsinriktningen handlar antingen om att producera förnybar el där det finns bäst förutsättningar att producera den, t.ex. solbaserad el i Nordafrika, eller om att nyttiggöra avlägsna reglerkraftkällor för att balansera ett system som då kan ha en högre andel intermittenta energikällor än annars. Ett exempel är att använda den skandinaviska vattenkraften som reglerkraft för det kontinentala elnätet.

Distribuerad elproduktion kännetecknas av småskalighet. Det kan i termer av teknik röra sig om solpaneler, vindkraftverk, bränsleceller och mikroturbiner. Det handlar å ena sidan om att producera energi i närheten av den plats där den ska konsumeras med syfte att minska förlusterna, å andra sidan om att tillvarata befintlig lokal energi (t.ex. vind och sol). I regioner där inte elnäten är utvecklade med högspänningsöverföring och storskalig centraliserad produktion kan i själva verket distribuerad elproduktion vara det enda ekonomiskt rimliga alternativet.

Trots att långväga kraftöverföring – som är storskalig till sin karaktär – och den småskaliga distribuerade elproduktionen i viss mån utgör helt skilda utvecklingsvägar kan de samexistera i samma system. Strävan efter att nyttiggöra förnybara intermittenta energikällor är ju något av en gemensam nämnare som kan påskynda båda utvecklingsvägarna. I själva verket kan det vara så att en ökad andel intermittent energi i ett system kräver mer diversifiering av energikällor för att jämna ut produktionen (t.ex. att det kanske blåser trots att solen går i moln). Vidare gynnas också balansmöjligheterna i ett storskaligt system av geografisk diversifiering (t.ex. att det blåser på ett ställe medan det är vindstilla på något annat).

5.2.3 Ökande flöden av förädlad biomassa

Produktionen av biomassa för energiändamål antas nästan fördubblas i IEA:s 450 ppm-scenario men det betyder inte per automatik en motsvarande ökning av de långväga flödena. Biomassa för kraft- och värmeproduktion kommer p.g.a. den

låga energitätheten hos fast biomassa sannolikt som idag främst handlas på lokala, nationella och regionala marknader medan förädlade biomassebaserade energibärare, som t.ex. olika typer av drivmedel, även fortsättningsvis – men i större omfattning – handlas på den globala marknaden.

Biodrivmedelsproduktionen kommer att öka, främst i utvecklingsländerna i Syd.³⁰² Fram till 2030 kommer sannolikt större delen av konsumtionen att ske i OECD-länderna³⁰³, vilket bidrar till nya typer av globala flöden (som dock i viss mån ersätter petroleumbaserade produkter).

5.2.4 Osäkerhet kring de kärnbränslerelaterade flödena

Olika flöden kan associeras med kärnbränslecykeln; uranråvara, anrikat uran, producerat kärnbränsle, använt kärnbränsle, samt eventuellt plutonium (se avsnitt 3.3 och 5.1.3). Det förefaller rimligt att anta att dessa flöden kan komma att öka vid en fördubbling av kärnkraftens elproduktion som i 450 ppm-scenariot. Å andra sidan handlar mycket av teknikutvecklingen om ett effektivare utnyttjande av kärnbränslet, vilket snarare pekar mot minskade flöden. Dessutom återanvänds klyvbart material från kärnvapen, gammalt kärnbränsle och annat kärnavfall, vilket i och för sig kan generera helt nya flöden.

Uran bryts idag främst i Kanada och Australien men också i ett antal andra länder. Uran är ett tämligen spritt grundämne som skulle kunna brytas på många ställen i världen (t.ex. har Sverige relativt stora tillgångar). Ökad efterfrågan leder sannolikt till att en del ny uranbrytning etableras, vilket kan generera nya flödesvägar. Den bilden förstärks också av att den stora kärnkraftsexpansionen förväntas i Kina och Sydostasien, snarare än i de gamla kärnkraftsländerna i västvärlden.

5.2.5 Vätgas som ny energibärare?

Den vätgas som produceras idag härrör främst från naturgas. På längre sikt kan även vätgas baserad på förnybara resurser få ökad spridning. Det handlar då om vätgasproduktion via syntesgas från biomassa³⁰⁴ eller om elektrolys (som likaväl kan baseras på elproduktion från kärnkraft eller fossil energi). Andra framtidstekniker kan vara att producera vätgas genom att direkt utnyttja solenergi för att splittra vatten samt genom fotobiologiska processer.³⁰⁵

Det finns i princip två huvudsakliga motiv till utvecklingen av storskaliga flöden av vätgas. Det ena kan vara att transportera t.ex. sol- och vindenergi över långa avstånd när efterfrågan inte överensstämmer geografiskt eller tidsmässigt med

³⁰² Börjesson m.fl. (2008).

³⁰³ IEA (2008).

³⁰⁴ Vätgas kan på liknande sätt produceras från fossila bränslen.

³⁰⁵ Johansson och Jonsson (2009), IEA (2008b).

produktionen. Det andra motivet kan vara att producera vätgas genom att avskilja och deponera koldioxid från fossila bränslen direkt vid utvinningskällan både som en miljöåtgärd och för att kunna utvinna större kvantiteter fossila bränslen.³⁰⁶

Det är svårt att spekulera i hur flödena i en eventuell framtida vätgasmarknad kommer att se ut. I projektet HyWays, som finansierats av bl.a. EU-kommissionen, anges en tänkbar väg mot introduceringen och etableringen av vätgas i Europa till 2050. Där tänker man sig att vätgasen 2050 främst kommer att användas i transportsektorn (80 % av samtliga personbilar, bussar och lätta lastfordon), men kommer också att finnas som ett marginellt inslag för stationär kraftproduktion på avlägsna platser, t.ex. öar. 45 % av vätgasen kommer att produceras från förnybara energikällor samt kärnkraft och resten av fossil energi med ett stort inslag av CCS. Man föreställer sig uppbyggnaden av ett antal "early user centres" (två till sex stycken) i vart och ett av de tio länder som ingått i projektet³⁰⁷ och att dessa på sikt länkas samman antingen via pipeline eller via transport med väg, järnväg eller fartyg.³⁰⁸

5.2.6 Diskussion om hur flödena till och från Sverige kan komma att förändras

Den svenska importen av råolja kommer att förändras. På medellång sikt kommer importen från Danmark och Norge (idag 23 % resp. 27 %) att minska i takt med minskad utvinning.³⁰⁹ Därmed kan importen komma att öka från exempelvis Ryssland (idag 34 %) och Venezuela (idag 6 %) på medellång sikt (se avsnitt 4.1.1). På ännu längre sikt minskar även utvinningstakten i Ryssland, vilket gör att den svenska importen sannolikt kommer att ändras.

Naturgasens roll i Sverige idag är marginell. Om flödena kommer att öka eller ej i framtiden är i viss mån avhängigt politiska beslut men också viljan att investera i mer infrastruktur. Oavsett så kommer det svenska gasnätet att vara sammankopplat med det europeiska gasnätet vilket idag och i framtiden är beroende av rysk gas samt i ett längre perspektiv sannolikt även av gas från den Kaspiska regionen och möjligen också Arktis.

Vad gäller el tyder befintliga prognoser på att Sverige kommer att vara en nettoexportör av el.³¹⁰ Det nordiska elnätet kommer sannolikt att ytterligare sammankopplas med europeiska nät. De stora flödena idag går främst till och

³⁰⁶ Koldioxidinjektion är en metod som används för att få större mängder fossila bränslen från befintliga fält.

³⁰⁷ Spanien, Italien, Grekland, Frankrike, Tyskland, Storbritannien, Nederländerna, Polen, Norge, och Finland.

³⁰⁸ European Commission (2008).

³⁰⁹ Höök m.fl. (2009).

³¹⁰ Se t.ex. Energimyndigheten (2009d).

från Norge, Danmark och Finland. Under vissa perioder går även vissa volymer till och från Tyskland och Polen. Flödena ner mot kontinenten förväntas öka i framtiden.

Flödena av kärnbränsle till Sverige är inte stora i fysiska volymer tack vare det relativt sett höga energiinnehållet. Det är svårt att sja om denna typ av beroende kommer att öka eller minska eftersom kärnkraftens framtid, liksom eventuell inhemsk uranbrytning är osäker. Om uran skulle börja brytas i Sverige i framtiden så krävs dessutom etablerandet av anrikningsanläggningar för att det externa beroendet ska minska. Sverige har idag ingen egen anrikning men däremot finns bränsleproduktion i Västerås.

Sverige kan komma att bli en exportör av biomassa och/eller biodrivmedel. Hur stor exporten kan tänkas bli beror bland annat på vilka styrmedel som används i omgivande länder. Export kan förekomma även om vi i Sverige fortsatt använder fossila bränslen ifall betalningsviljan är större i andra länder och biomassan kan användas effektivare där, till exempel för ersättning av kol i fastbränsleanläggningar.³¹¹ Det kan leda till att Sverige exporterar fasta biobränslen samtidigt som man importerar petroleum- eller sockerbaserade drivmedel.

Nedan diskuteras vad de framtida flödesförändringarna kan innebära för förändringar för Sverige i energisäkerhetstermer. Som utgångspunkt använder vi oss av IEA:s faktorer, som också beskrevs i avsnitt 2.1.1. Diskussionen fokuserar på att identifiera förändringar i termer av ökning eller minskning bortemot 2020-2030.

Importberoendet – särskilt beroendet av politiskt instabila regioner

Importberoendet gäller idag främst olja men även kärnbränsle och till liten del naturgas och kol. Effektivisering och satsningar på förnybar energi ligger högt på policyagendan främst som klimatåtgärder men också för att minska oljeberoendet. Prognoser³¹² pekar på att oljeanvändningen för uppvärmning i princip helt försvinner men fortsatt kommer ha en dominerande roll i transportsektorn. Om oljan till viss del ersätts av inhemska förnybara drivmedel innebär det givetvis ett minskat importberoende, vilket är en sannolik utvecklingsväg. Det är dock svårt att spekulera i volymerna och därmed i egentlig betydelse.

Sammantaget bedöms således importberoendet minska något. Vad gäller frågan om beroendet av s.k. politiskt instabila regioner beror det till stor del på hur dessa definieras. Handlar det om grad av demokrati eller möjligen frånvaro av konflikt? Även diktaturer kan ju anses vara politiskt stabila.

³¹¹ Jämför till exempel Johansson (1996).

³¹² T.ex. Energimyndigheten (2009d).

Vad gäller olja kan man med svenska ögon anse att Norge och Danmark är mer stabila än Ryssland och Venezuela. Men eftersom oljan trots allt handlas på en marknad vore det att dra resonemanget för långt att säga att Sveriges energisäkerhet minskar om energin ursprungligen kommer från länder som inte har ett politiskt system som liknar vårt.

I denna fråga kan man också vända på resonemanget och säga att länder som inte klassas som politiskt stabila inte heller kommer att attrahera de investeringar som krävs för att få upp produktionsvolymerna (t.ex. Irak i dagsläget). Det går med andra ord inte att i lika hög grad bli beroende av en region som inte levererar på ett tillfredställande sätt till marknaden, såvida inte bilaterala avtal har tecknats. Detta ligger dock inte i linje med nuvarande svensk politik. På en fungerande marknad är man dessutom framför allt beroende av hur marknaden fungerar i sin helhet och inte hur läget är i den försäljningsnation man för tillfället köper sin olja ifrån.

Avståndet mellan produktion och svensk konsumtion

När det gäller olja förefaller avståndet mellan utvinningsplatserna och Sverige öka. En osäkerhet ligger dock i om storskalig utvinning av olja kommer att etableras i Arktisregionen. Samtidigt är Sverige idag en nettoproducent av raffinerade oljeprodukter, så även hur just denna svenska industrisektor utvecklas kan vara av betydelse i denna fråga. Detsamma gäller utvinning, anrikning och produktion av kärnbränsle.

Det är rimligt att anta att Sverige kommer att importera en hel del biodrivmedel, åtminstone inom ett medellångt tidsperspektiv, d.v.s. innan teknikutvecklingen kommit så långt att andra generationens drivmedel är konkurrenskraftiga eller att el eller vätgas är att föredra.³¹³ I dagsläget kommer en stor del i form av etanol från Brasilien, som ju ligger förhållandevis långt bort. Vi har tidigare konstaterat att länder i Syd även i framtiden kan förväntas vara dominerande producentländer av biodrivmedel.

Sårbarhet för avbrott i den fysiska tillförselkedjan

En kärnfråga är om tillförseln är ledningsbunden (t.ex. pipeline) eller beroende av vissa noder (t.ex. hamnar). Avbrott i ledningsbunden infrastruktur medför i regel större konsekvenser eftersom det är svårare att hitta alternativa transmissions- och/eller distributionsvägar. Det finns inga egentliga belägg för att tro att svensk energiimport kommer att bli mer beroende av ledningsbunden energi, givet att ingen storskalig satsning på naturgas genomförs, vilket inte mycket tyder på idag. Svensk energiförsörjning kommer sannolikt att

³¹³ Detta beror i första hand på hur transporttekniken utvecklas generellt snarare än på enskilda svenska ställningstaganden.

diversifieras (se rubrik nedan) vilket i sig kan anses minska sårbarheten i samband med vissa typer av störningar.

Det är som tidigare diskuterats rimligt att anta att Sverige kommer att bli en nettoexportör av el. Därmed blir svensk exportnäring mer beroende av ledningsbunden infrastruktur som enligt resonemanget ovan kan innebära ökade sårbarheter. Detta är egentligen ingen renodlad energisäkerhetsfråga utifrån ett nationellt perspektiv utan kanske snarare något som kan innebära viss risk för ökad ekonomisk sårbarhet för aktörerna inom svensk energisektor under speciella omständigheter, t.ex. brott på en undervattenskabel. Samtidigt är det inte rimligt att tro att den export vi ser framför oss kommer att ha någon avgörande nationalekonomisk betydelse. Ser man lite bredare på frågan kan den dock återfå energisäkerhetsdimensioner, eftersom Europa kan ha gjort sig beroende av svensk vattenkrafts reglerfunktion i ett framtida europeiskt elnät baserat huvudsakligen på förnybar energi.

Grad av substituerbarhet avseende insatsbränsle

IEA åsyrar i detta sammanhang främst insatsbränsle för produktion av el och värme. Sverige är under normaldrift i stort sett självförsörjande, åtminstone vad gäller el. När kraftreserven måste tas i drift används även kol, olja och gas. Det finns inget som talar för att graden av substituerbarhet kommer att minska i Sverige i framtiden.

På värmesidan gör den stora användningen av fjärrvärme och el att substitutionsmöjligheterna vad gäller insatsbränsle är större än i många länder i Europa där gasberoendet är mycket stort.

Grad av maktkoncentration på energimarknaderna

Detta är en fråga där det är vanskligt att göra en framtidsbedömning. Generellt sett förväntas OPEC:s andel av den globala oljemarknaden öka,³¹⁴ vilket åtminstone indirekt påverkar Sverige.

Som tidigare nämnts kan många biodrivmedel produceras från ett stort antal råvarubaser, vilket bidrar till en breddad råvarubas. Detta kan i sin tur leda till en minskad risk att hamna i beroenden av enskilda företag, råvarukarteller eller länder.

Diversitet i energimixen

Diversiteten i den svenska energimixen kommer att öka. Det handlar främst om ett breddat utbud av drivmedel i transportsektorn (vilket har implikationer som diskuterats ovan), men också om fler förnybara energislag i främst elproduktionssektorn.

³¹⁴ IEA (2009a).

5.3 Efterfrågan på andra råvaror kopplade till energisystemet

I ett framtida energisystem kan, som beskrivits ovan, solbaserade energibärare öka i betydelse på grund av de mycket stora resurser som finns tillgängliga. Många av dagens mest lovande solceller är dock beroende av ovanliga ämnen som finns i begränsade kvantiteter och är lokaliserade till ett begränsat antal länder. Bränslecellsteknik och batterier är lovande tekniska lösningar för att möjliggöra energieffektivt utnyttjande av förnybara (och fossila) energiresurser i framtiden. En kraftig expansion av dessa tekniker kommer att leda till ökad efterfrågan på material som platina, litium m.fl.

En rad olika råvaror kan således förknippas med de olika delarna av energisystemet och skapa nya konkurrens- och konfliktområden. Konkurrensen om och knappheten av de olika råvarorna kan vara av olika karaktär:

- Råvaran är sällsynt, både avseende tillgänglighet i naturen eller jordskorpan samt återvinningsmöjligheter.
- Råvaran är inte sällsynt men finns bara på enstaka platser på Jorden.
- Råvaran är inte sällsynt men utvinnings- eller produktionskapaciteten är eller befaras bli otillräcklig, vilket förvisso kan åtgärdas på lång sikt.
- Det finns konkurrens med andra användningsområden om råvaran.
- Det finns konkurrens med annan produktion om produktionsmedel, t.ex. vatten, mark eller arbetskraft.

Av de råvaror som kommer att krävas i ett framtida energisystem är det ganska få som riskerar att bli bristvaror. Exempelvis är det orimligt att tro att koppar och järn som råvaror för elledningar kan komma att bli bristvaror, däremot kan priset givetvis variera. I detta sammanhang brukar några enstaka nyckelteknologier föras fram som är beroende av ämnen som behövs för produktion av solceller och elfordon. Ett annat problemområde är konkurrensen mellan bioenergi, livsmedel och annan användning av biomassa.

5.3.1 Råvaror för solcellsteknik

Konventionell solcellsteknik baseras på kisel, som är ett av jordens vanligaste ämnen, men även andra ämnen som t.ex. germanium (a-SiGe-tekniken) kommer till användning. För att kunna göra solcellerna tunnare, billigare och mer effektiva finns några olika tekniker under utveckling. CIGS-tekniken använder koppar, indium, gallium och selen. CdTe-tekniken använder kadmium och tellur. Det finns även tekniker som använder flera ytskiktlayer baserat på bl.a. indium-tenn-oxid och zink-oxid eller s.k. nanokristallina färgämnessensiterade solceller,

så kallade Grätzelceller. Grätzelceller kräver rutenium, vilken är en metall som tillhör platinagruppen. Det är i dagsläget svårt att säga vilken eller vilka av de ovan nämnda teknikerna som kommer att få stort genomslag.

Potentiella bristvaror är främst kadmium, tellur, indium, gallium, selen, germanium och rutenium. Indium är sällsynt men kan utvinnas som en biprodukt av ett antal andra mineraler (t.ex. zink och koppar). Även gallium är sällsynt och utvinns som en biprodukt vid främst aluminiumutvinning men också vid zinkbrytning. Selenet som också används i CIGS-tekniken förekommer visserligen bara i låga koncentrationer men är spridd globalt sett och kan utvinnas som biprodukt i t.ex. koppar-, silver- och blygruvor.³¹⁵

Kisel-germaniumlagret i a-SiGe-tekniken kan ersättas av nanokristallint kisel, som dock kräver rutenium. Rutenium är den mest sällsynta av diskuterade metaller. Rutenium är en platinametall som främst utvinns i enskilda gruvor i Ontario i Kanada samt i Sydafrika, vars reserver dock är förhållandevis små. Större reserver finns i Uralbergen i Ryssland samt i delar av Syd- och Nordamerika. Man anser dock att även rutenium kan ersättas i detta sammanhang av andra liknande metaller.³¹⁶

För CdTe-tekniken är tellur den kritiska råvaran. Tellur är ett av jordens mest sällsynta fasta ämnen (näst mest sällsynt efter rutenium i denna diskussion) och produceras främst i Peru, USA, Kanada och Japan som en biprodukt i annan gruvbrytning.³¹⁷

5.3.2 Råvaror för elfordonsteknik

Elfordon baseras antingen på batteri- eller bränslecellsteknik som båda förknippas med användning av metaller som i olika hög grad är eller kan komma att bli framtida bristvaror. Metaller som brukar nämnas som potentiella bristvaror när det gäller batterier är litium, nickel, kobolt, vanadium, kadmium, och bly.³¹⁸

En av de vanligaste batterityperna idag är nickelnickelkadmiumbatterier men även om det inte råder någon brist idag så står det klart att en storskalig expansion av elfordon knappast kan baseras på den tekniken, bl.a. för att utvinningen av främst kadmium inte skulle vara tillräcklig.

Av effektivitetsskäl är litiumjonbatterier mer lovande. Litium används bl.a. i smörjmedel, glas, keramer och läkemedel men också som anod i litiumjonbatterier. Utvinningen av litium sker idag främst i Chile och Australien men också i mindre omfattning i Kina, Argentina, Kanada och Zimbabwe. De

³¹⁵ Andersson (2000).

³¹⁶ Andersson (2000).

³¹⁷ British Geological Survey (2007).

³¹⁸ Råde (2001).

största reserverna finns dock i Bolivia, med cirka 50 % av jordens litium. Ingen betydande utvinning sker dock där idag. Även Chile har en betydande total reserv som motsvarar cirka 25 % av jordens litiumtillgångar.³¹⁹ Litium återfinns alltså endast på ett begränsat antal platser. Givet att dessa reserver är tillgängliga bedöms litium dock inte bli en bristvara vid en eventuell storskalig expansion för elfordon med litiumjonbatterier.³²⁰

Platina och rutenium associeras med vissa typer av bränsleceller som förväntas bli vanliga i transportsektorn.³²¹ Platina är en mycket sällsynt metall där drygt 80 % av fyndigheterna finns i Sydafrika. I Ryssland finns också en mindre men betydande utvinning medan ännu mindre fyndigheter finns i Zimbabwe, USA, Kanada, Kina, Finland och Colombia.³²²

5.3.3 Konkurrens mellan bioenergi/biodrivmedel och livsmedel liksom annan användning av biomassa

Skogsråvara som bioenergi för värme- och kraftproduktion konkurrerar främst med produktion av pappersmassa och trävaror som byggnadsmaterial. Detta är idag inget stort problem i Sverige där bara hälften av biomassan ovan jord används för papper och plankor. Resterande biomassa är således en biprodukt som t.ex. kan användas för energiändamål. Vidare har Sverige i europeisk jämförelse stora skogstillgångar. På sikt med en kraftigt ökad bioenergiefterfrågan kan detta förhållande ändra sig.

Under de senaste åren har konkurrensen mellan bioenergi – främst biodrivmedel – och livsmedelsproduktion debatterats livligt. Det handlar på ett direkt sätt om användningen av t.ex. spannmål för drivmedelsproduktion och mer indirekt om konkurrensen om produktiv mark. Exempelvis har Världsbanken menat att efterfrågan på etanol var en viktig faktor för ökande matpriser världen över under 2008.³²³ Man kan tycka att prismekanismerna även i detta fall borde kunna hantera konkurrenssituationen men just när det handlar om livsmedel är marknaden delvis satt ur spel p.g.a. subventionerna av både livsmedel och biodrivmedel i den rika delen av världen.

Men man kan också vända på resonemanget och anse att handel med bioenergi och biodrivmedel skapar förutsättningar för god försörjning bland nuvarande fattiga befolkningar, vilket på sikt ökar välbefindandet och därmed minskar sårbarheten för prishöjningar på livsmedel. Energimyndighetens generaldirektör Tomas Kåberger framhåller att ”äntligen får de chansen att komma med sina

³¹⁹ US Geological Survey (2009).

³²⁰ Evans (2009).

³²¹ Det gäller s.k. lågtemperatur PEM-bränsleceller.

³²² Kromer m.fl. (2008).

³²³ Reuters (2008b).

produkter till marknader som hittills varit stängda genom tullhinder mot mat utifrån”.³²⁴ En studie från Lunds Universitet drar slutsatsen att dagens biodrivmedel är hållbara givet de aktuella produktionsvolymerna. Man poängterar dock vidare att ”en långsiktig strategi för biodrivmedel bör innehålla satsningar på teknologi både för termisk förgasning och biologiska omvandlingsmetoder för lignocellulosa eftersom detta är kompletterande lika mycket som konkurrerande teknologier samt ger större flexibilitet och mindre risk för konflikter”.³²⁵

Slutligen bör man notera att det inte enbart är konsumtionen av biodrivmedel som kan öka knappheten på jordbruksmark. En minst lika viktig faktor är den pågående globala trenden mot ökad köttkonsumtion som kräver betydligt större arealer än konsumtion av vegetabilier. Den framtida produktivitetens utvecklingen och möjligheterna att använda utarmade marker (s.k. ”degraded lands”) påverkar också förutsättningarna att öka bioenergianvändningen utan att komma i konflikt med förnybar energi.³²⁶

5.4 Nya regioner i fokus när den globala energiförsörjningen förändras: några geografiska nedslag i en säkerhetskontext

När den globala energiförsörjningen förändras i termer av använda energislag, ökad konsumtion i vissa delar av världen och nya distributionsvägar, som vi beskrivit i föregående avsnitt, så ändras också energins geografi. Oavsett om utvecklingen följer ett ”business as usual”-scenario eller om genomgripande förändringar sker för att minska klimatpåverkan, så kommer de fossila energislagen sannolikt att spela en fortsatt stor roll i en överskådlig framtid. En vanligt förekommande slutsats är att trycket ökar på de regioner som redan idag levererar energi – i synnerhet på de regioner som också har stora reserver att exploatera inför framtiden.³²⁷ Exempelvis kommer Mellanösterns betydelse sannolikt förstärkas (se Tabell 3 och Tabell 4). Vidare kan ett varmare klimat bidra till att fossila energiresurser i Arktisregionen blir tillgängliga för utvinning liksom att nya distributionsleder för bl.a. energi blir tillgängliga till havs.³²⁸ Samtidigt som de fossila energislagen förblir viktiga kan den pågående utvecklingen mot ett ökat nyttjande av förnybara energikällor förväntas fortsätta.

³²⁴ Falk (2008).

³²⁵ Börjesson m.fl. (2008), s. 103.

³²⁶ Hoogwijk m.fl. (2003).

³²⁷ Se t.ex. Östensson m.fl. (2009), som använder uttrycket ”hot-spots”: d.v.s. där stora volymer energi utvinns, produceras, raffinerar och distribueras.

³²⁸ Se t.ex. Gautier (2009); Grom (2009); Granholm (2009), Granholm och Kiesow (2010).

I detta avsnitt gör vi tre geografiska nedslag med syfte att belysa dagens energisituation och framtidsränder. Vi gör detta med ett säkerhetsperspektiv, med viss slagsida mot att se förändringarna och effekterna av dessa utifrån ett europeiskt perspektiv. De områden som studeras är Nordafrika som möjlig komponent i framtida europeisk elförsörjning via solkraft, Centralasien med dess relativt stora tillgångar av olja och gas (samt även uran) och dess strategiska läge mellan flera storkonsumenter och andra energiproducerande regioner, samt Latinamerika, vars betydelse på energikartan kan komma att växa tack vare ökad efterfrågan på biodrivmedel men också som en följd av Venezuelas betydande olje- och gastillgångar.

5.4.1 Nordafrika som möjlig komponent i framtida europeisk elförsörjning?

En vision att nyttiggöra solenergi från Nordafrika, för att minska beroendet av fossila bränslen i Europa har på senare år i små steg börjat konkretiseras via initiala planer. Bakgrunden är att endast en bråkdel av ökenytan i området skulle kunna försörja hela Europa med energi. Teoretiskt sett skulle 3 % av Saharas yta kunna tillgodose hela världens energibehov.³²⁹ Nordafrika har redan idag en roll i den europeiska energiförsörjningen via viss export av olja men framförallt gas från Algeriet och Libyen.

Som utgångspunkt för vår diskussion om solkraft från Nordafrika används främst tre rapporter från German Aerospace Center³³⁰ och information från DESERTEC³³¹, som är en ”joint venture” på tyskt initiativ. Där ingår bl.a. E.ON och Siemens men även företag från Spanien, Italien, Frankrike, Marocko och Tunisien.³³² Konceptet handlar om att kunna producera 15 % av Europas elbehov 2050 med hjälp av solkraft från Nordafrika. Det handlar om stora investeringar dels i produktionsanläggningar, dels i ett transmissionsnätverk i Nordafrika samt under och runt Medelhavet. Solkraftsanläggningarna ska vara av CSP-typ, d.v.s. koncentrera solljuset för att driva ångturbiner (se avsnitt 5.1.3). Projektet har ekonomiskt och politiskt stöd från EU och ligger i linje med direktivet om förnybar energi (se avsnitt 4.4).³³³

Vi har tidigare nämnt att skandinavisk vattenkraft skulle kunna användas som reglerkraftskälla för det kontinentala europeiska elnätet. Nordafrikansk solkraft skulle kunna användas som baskraft, främst dagtid, för det europeiska nätet.

³²⁹ German Aerospace Center (2005).

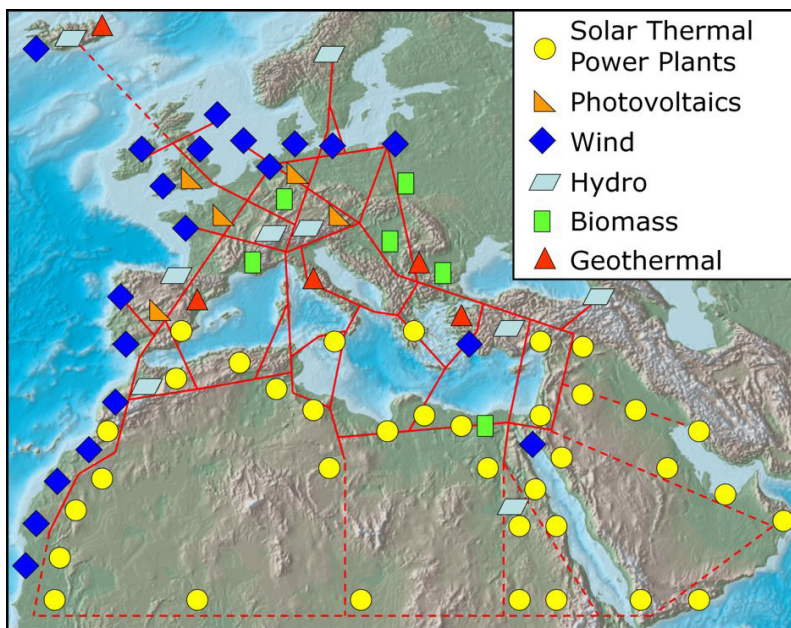
³³⁰ German Aerospace Center (2005, 2006, 2007).

³³¹ www.desertec.org. DESERTEC-projektet utvecklades, med utgångspunkt från studierna från German Aerospace Center, av Rom-klubbens TREC-nätverk (Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation) på tyskt initiativ.

³³² EurActiv (2010b).

³³³ EurActiv (2009).

Överflödig energi skulle kunna användas för vätgasproduktion eller för att avsalta havsvatten till dricksvatten men inte minst också för att förbättra lokala odlingsmöjligheter.³³⁴ Visserligen innebär det relativt sett långa avståndet överföringsförluster på cirka 10-15 %, vilket dock anses uppvägas av produktionsfördelarna.³³⁵ Orsaken till produktionsfördelarna är att solinstrålningen är bättre i Nordafrika än i det genomsnittliga Europa men inte minst också för att det finns vidsträckta obebyggda ytor i öknen att bygga produktionsanläggningarna. I DESERTEC-visionen ingår även en utbyggnad i Mellanöstern, enligt Figur 17.



Figur 17 DESERTEC-visionen för europeisk förnybar elförsörjning 2050 baserat på den s.k. EU-MENA-infrastrukturen för högspänd likströmsöverföring (MENA = Middle East, North Africa). De streckade linjerna utgör ytterligare tänkbar nätverksexpansion. Källa: Knies (2008), baserad på figur i German Aerospace Center (2005), s. 150.

Projektet har kritiserats av vissa bedömare som anser att det vore mer lönsamt att investera i andra förnybara energislag. Annan kritik berör riskerna med att vara beroende av energi som produceras utanför Europa, d.v.s. risker avseende tillförsäkerhet. Visserligen är ju Europa redan idag beroende av avsevärda externa energivolymer men kritiken handlar främst om att projektet blir lönsamt först när det är så stort att det innebär just ett alltför stort externt beroende som

³³⁴ German Aerospace Center (2007).

³³⁵ German Aerospace Center (2006).

vid avbrott kan hota hela det europeiska elnätets stabilitet.³³⁶ Vidare planeras produktionsanläggningarna och ledningsinfrastrukturen i länder som inte i alla avseenden kan betraktas som politiskt stabila. Ett motargument skulle kunna vara att länderna kan bli mer stabila som en följd av den utveckling som projektet skulle kunna generera. När det gäller överföringen från Nordafrika, är de planerade transmissionsledningarna planerade från Marocko till Spanien, Algeriet till Spanien, Italien och Frankrike, Libyen till Italien och Grekland, samt Egypten till Turkiet.

DESERTEC-initiativet har också kritiserats för att framtoningen har nykoloniala inslag ("energikolonialism").³³⁷ DESERTEC är ett i huvudsak europeiskt konsortium, vilket sannolikt innebär att både byggnationskontrakt och framtida avkastning kommer att hamna i Europa. Detta innebär en viss skillnad avseende kontroll över energiråvara och andra produktionsmedel jämfört med det nuvarande beroendet av olja och gas. Å andra sidan kanske det inte spelar någon roll att konsortiet domineras av europeiska aktörer eftersom utfallet beror på vilka krav på avkastning produktionsländerna kommer att ställa.

Påskyndarna av projektet bemöter denna kritik genom att inkludera utomeuropeiska företag samt att införa komponenter i konceptet som innebär lokal nytta. Det handlar i första hand om att planera för att dela energin så den i första hand ska användas för lokala elbehov men också att använda överskottsenergi för avsaltning av havsvatten. Detta är en mycket central komponent i DESERTEC-projektet, vars förutsättningar har utretts av German Aerospace Center (2007). Redan idag är bristen på sötvatten i dessa delar av världen stor och förväntas öka, vilket gör att konceptet som helhet innebär ett ömsesidigt beroende, mellan Nordafrika och Europa, som borde vara säkerhetshöjande. Utöver detta innebär en positiv lokal utveckling allmänt sett minskad risk för händelser som kan innebära störningar i produktion och överföring.

Det ömsesidiga beroendet skulle dock kunna associeras med en konkurrenssituation om den energi som faktiskt produceras. I händelse av exempelvis ökat elbehov i Europa i kombination med ökat vattenbehov i Nordafrika (p.g.a. klimatförändringarna) skulle de sammantagna energisäkerhetsriskerna tvärtom kunna öka.

När det handlar om energisäkerhetsrisker i allmänhet och effekter av avbrott i synnerhet kan det vara fruktbart att jämföra med några andra energislag. I jämförelse med dagens oljeberoende, som redan delvis berörts, kan solkraften innebära ökad kontroll över produktionen sett med europeiska ögon. Detta förutsätter givetvis att inte solkraftsanläggningarna i ett senare skede nationaliseras, vilket på motsvarande sätt har gjorts med olje- och gastillgångar i

³³⁶ EurActiv (2009); EurActiv (2010b).

³³⁷ EurActiv (2009).

exempelvis Iran (1951), Algeriet, Libyen, Kuwait, Saudiarabien (1970-talet), Venezuela, Peru och Bolivia (2000-talet).³³⁸

Avslutningsvis, om solenergi från Nordafrika (och ev. Mellanöstern) kommer att spela en viktig roll i europeisk elförsörjning så innebär det också att ny infrastruktur som är strategiskt viktig för Europa kommer att finnas på utomeuropeiskt territorium. Europa kommer därmed att ha säkerhetsintressen i dessa länder.

5.4.2 Centralasiens ökande betydelse – strategisk position med armlängds avstånd till storkonsumenter

Till Centralasien brukar området mellan Kaspiska havet och Aralsjön i väster och Pamirbergen i öster inräknas. Det handlar om följande stater; Kazakstan, Turkmenistan, Uzbekistan, Kirgizistan och Tadzjikistan, som samtliga är f.d. sovjetrepubliker, se Figur 18. De tre förstnämnda, som vi kommer att fokusera på i denna diskussion, har olje- och/eller gastillgångar av betydelse.

De centralasiatiska staterna som exporterar energi kan samtliga betraktas som autokratier. Kazakstan och Uzbekistan har sedan självständigheten styrts av de f.d. kommunistparticheferna, vilket också var fallet för Turkmenistan tills 2006 då dåvarande presidenten (utsedd på livstid) dog. Av historiska skäl har de centralasiatiska staterna inte samma nationella gemenskap och uppfattning om statens roll, som man har i större delen av Europa. Detta påverkar såväl den interna utvecklingen som staternas relationer med omvärlden. Alla tre länderna har stora korruptionsproblem och brukar betecknas som politiskt och socialt instabila.³³⁹

Kazakstan har världens nionde största oljereserv och Turkmenistans har världens fjärde största gasreserv, men produktionsvolymerna är i dagsläget inte så stora att de för upp något av länderna på tio-i-topp-listan i produktion (se Tabell 3 och Tabell 4). Det finns därmed visst fog för att säga att ländernas betydelse som energiexportörer har potential att öka. Vad gäller just naturgas förutspår IEA i sitt referensscenario att Kazakstans produktion kommer att mer än fördubblas till 2030, till en nivå som ungefär motsvarar dagens produktion i Uzbekistan respektive Turkmenistan, vars produktion i sin tur förutspås öka med 70 % till 2030.³⁴⁰

³³⁸ Haraldsson och Grundfelt (2007).

³³⁹ International Crisis Group (2007), Transparency International (2009).

³⁴⁰ IEA (2009a), s. 471.



Figur 18. Karta över Centralasien. Källa FN (2005).

En sådan ökning kräver en del investeringar i både produktionsanläggningar och infrastruktur. Trots tämligen stora investeringar under de senaste åren är stora delar av infrastrukturen drabbad av eftersatt underhåll. Det mesta av infrastrukturen har sovjetiskt ursprung och under sovjettiden levererades oljan och gasen uteslutande mot nordväst, d.v.s. till Rysslands befolknings- och industricentra. Idag kvarstår stora delar av den gamla infrastrukturen och sedan självständigheten har både oljan från Kazakstan och den turkmeniska naturgasen i huvudsak även fortsättningsvis levererats till Ryssland. Centralasien har dock fått ett mer strategiskt läge tack vare närheten till de idag snabbast växande energikonsumenterna Kina och Indien. Även den europeiska marknaden ligger på armlängds avstånd. Vidare ligger Centralasien inklämt mellan världens största producenter i form av Ryssland och Mellanöstern som har en utvecklad produktions- och raffineringsapparat samt utskeppningshamnar och annan infrastruktur för export.

Utöver fossil energi finns även betydande urantillgångar, främst i Kazakstan, motsvarande 15 % av världens reserver. Gruvsektorn är betydande och uranproduktionen förväntas öka med cirka 70 % fram till 2018. Kazakstan har inte längre någon egen kärnkraft i drift men däremot anriknings- och bränsleproduktionsanläggningar och man ser framför sig att Ryssland, även i

framtiden, kommer vara den största exportmarknaden. Det ledande kärnenergiföretaget Kazatomprom, som siktar på att ha 30 % av den globala kärnbränslemarknaden 2015, samarbetar dock utöver med ryska företag även med företag från, Japan, Kanada, Frankrike och Kina.³⁴¹

Ryskt inflytande är stort i de centralasiatiska staterna men samtidigt är exempelvis Turkmenistans största handelspartner i dagsläget USA.³⁴² Det finns dock en skillnad i hur utländska intressen har investerat i dessa länder sedan självständigheten. När Europa och USA mer ensidigt har ägnat sig åt investeringar i energisektorn har Kina även investerat i t.ex. jordbruksproduktion, textilier, kemisk industri, telekommunikationer och transportinfrastruktur. Detta gör att det i vissa politiska kretsar i de centralasiatiska staterna etablerats en bild av att USA och Europa är mest intresserade av att tappa av regionens energiresurser medan Kina vill utveckla ett bredare ekonomiskt utbyte.³⁴³ En mer rimlig tolkning är att de kinesiska investeringarna kort och gott syftar till vinstmaximering – fast i fler sektorer än där de amerikanska och europeiska intressena finns. Men det handlar även om att öka Kinas inflytande på flera plan än det ekonomiska i de centralasiatiska republikerna samt att kraftsamla på sektorer som den kinesiska regeringen anser vara strategiska, t.ex. livsmedelsproduktion.

Det ryska inflytandet över regionen har minskat de senaste åren trots att Ryssland ser Centralasien som en naturlig del av landets intressesfär och försöker knyta de centralasiatiska staterna till sig med hjälp av politiska, ekonomiska och militära samarbetsorganisationer. Den ryska strategin under de senaste åren har främst handlat om att säkerställa kontrollen över råvaruresurser samt garantera ryskt inflytande och minska risken för spridning av terrorism genom bl.a. militär närvaro. Försvarsmakten bedömer i sin perspektivstudie (2009) att det främsta skälet till att Rysslands inflytande minskar är avsaknaden av så kallad ”soft power” till förmån för ett hårdare maktspråk. Vidare bedömer Försvarsmakten att trots minskat ryskt inflytande över de centralasiatiska staterna kommer inflytandet fortsatt vara omfattande främst på grund av de ekonomiska och historiska banden och den existerande energiinfrastrukturen mellan Ryssland och regionens stater.³⁴⁴

I december 2009 öppnades en ny gaspipeline från Turkmenistan till Kina (via Uzbekistan och Kazakstan). Vidare byggs en oljepipeline från Kazakstan till Kina och det finns planer på att sammankoppla det kazakiska oljenätet med det iranska (via Turkmenistan). Sitt stora inflytande till trots har Ryssland accepterat att de centralasiatiska staterna har en vilja att diversifiera sin energiexport. Att

³⁴¹ World Nuclear Association (2010c).

³⁴² International Crisis Group (2007).

³⁴³ International Crisis Group (2007).

³⁴⁴ Försvarsmakten (2009), s. 58.

exempelvis stora volymer turkmensk gas kommer att levereras till Kina kan faktiskt på sikt innebära fördelar för ryska energiaktörer.

Den på europeiskt initiativ projekterade gasledningen Nabucco var tänkt minska beroendet av rysk gas genom att förse den europeiska marknaden med naturgas från den Kaspiska regionen utan att passera ryskt territorium (via bl.a. Turkiet). Om den nyöppnade ledningen från Turkmenistan till Kina innebär att Kina, vid sidan av Ryssland, kommer att ta en stor del av den största gasreserven i den Kaspiska regionen i anspråk, skulle EU kunna komma att bli beroende av naturgas från Iran om man vill utnyttja den fulla kapaciteten i Nabuccoledningen. Med rådande relationer mellan Iran och EU kan det hända att EU föredrar ett beroende av Ryssland och att då konkurrenskraften ökar för "South Stream", som är en direkt konkurrent till Nabucco vad gäller att förse Syd- och Centraleuropa med naturgas.³⁴⁵

Det finns också planer på att bygga en gasledning från Turkmenistan till Indien via Afghanistan och Pakistan (the TAPI Pipeline). De fyra berörda regeringarna har undertecknat en överenskommelse om att byggnationen ska påbörjas under 2010 och att ledningen ska tas i drift 2015. Den överenskomna sträckningen går bl.a. genom västra, mellersta och södra Afghanistan där säkerhetsläget idag inte är tillfredsställande.³⁴⁶

Relevant för den säkerhetspolitiska situationen i Centralasien är också den s.k. Shanghai Cooperation Organization (SCO). Där ingår Kina, Ryssland, Uzbekistan, Kazakstan och Tadzjikistan. Försvarsmakten bedömer i sin perspektivstudie (2009) att trots ömsesidig misstänksamhet kommer sannolikt samarbetet mellan Kina och Ryssland att fortsätta inom ramen för SCO i syfte att bland annat minimera amerikansk närvaro i regionen och förhindra spridning av terrorism.³⁴⁷

Centralasiens energitillgångar är inte lika stora som Rysslands, eller Mellanösterns, men det strategiska läget och potentialen till ökad produktion gör regionen betydelsefull utifrån såväl europeiskt som ryskt och kinesiskt perspektiv. Den strategiska positionen på världskartan har dock en baksida eftersom avståndet till haven gör att det inte finns några direkta distributionsvägar till världsmarknaden. Kazakstan har direkta gränsförbindelser med både Kina och Ryssland medan de andra staterna är beroende av transitering för att nå de stora konsumentländerna. Den politiska situationen i de centralasiatiska republikerna kan i sig ses som ett energisäkerhetsrelaterat problem för nuvarande och potentiella konsumentländer. Utifrån ett europeiskt perspektiv spåds denna bild på även av den direkta närheten till Iran, Pakistan och Afghanistan.

³⁴⁵ Rosner (2010), Atarodi och Hellström (2009).

³⁴⁶ Foster (2010).

³⁴⁷ Försvarsmakten (2009), s. 58.

5.4.3 Latinamerika – hittills en doldis utifrån europeiskt perspektiv men ökande betydelse i flera avseenden

Latinamerika betecknas i regel inte som en region med strategisk betydelse för varken global eller europeisk energiförsörjning men är desto viktigare för USA. Betydande oljetillgångar finns i Venezuela, Mexiko, Colombia och Brasilien. Relativt stora mängder naturgas finns i Venezuela och Bolivia men även Argentina och Peru har betydande mängder. Cirka 23 % av primärenergimixen i Latinamerika består av förnybara energislag där vattenkraften är det mest betydande energislaget men där också den brasilianska etanolproduktionen sticker ut.³⁴⁸ Man bör dock betänka att de stora skillnaderna i industriell och ekonomisk utveckling mellan de latinamerikanska länderna ger haltande jämförelser. Exempelvis har både Paraguay och Honduras över 80 % förnybar energi i energimixen, men för Paraguay handlar det om en stor andel högteknologisk och storskalig vattenkraft medan Honduras energiförsörjning domineras av småskalig vedeldning för hushållsbehov.

Venezuela har de femte största oljereserverna i världen och i förhållande till dessa producerar man idag mindre än andra OPEC-länder (se Tabell 3). Venezuelas roll i den globala oljeförsörjningen har alltså på sikt potential att växa, inte minst p.g.a. närheten till USA. Drygt 80 % av den olja som produceras idag går till den amerikanska marknaden, resten går till Europa (se Figur 4). Venezuela har också världens nionde största gasreserver (dock blygsamma 2,6 % av de globala reserverna, se Tabell 4). I dagsläget går drygt 60 % av gasexporten, till USA medan resten går till Europa (se Figur 5). Både olje- och gastillgångarna i Venezuela är nationaliserade.

Bolivia har Latinamerikas näst största gastillgångar. Naturgasen har spelat en viss roll i de sociala oroligheter och våldsytttringar som drabbat landet under det senaste decenniet liksom vissa regioners strävan efter autonomi (t.ex. Santa Cruz), eftersom en stor del av gastillgångarna finns där. I princip är även de bolivianska naturgastillgångarna nationaliserade men produktionen är beroende av det brasilianska bolaget Petrobras och i stort sett all boliviansk gasexport går via pipeline till Brasilien.³⁴⁹

Utöver det som nämnts ovan finns även en rad andra energirelaterade aspekter med bäring på framtiden som gör att vi tycker det är värt att rikta ljuset mot Latinamerika i en energisäkerhetskontext. Det handlar bl.a. om framtida produktion av biodrivmedel, främst etanol från Brasilien, om utvinning av mineraler, där litium från Bolivia kan komma att bli en viktig strategisk råvara (se avsnitt 5.3.2), om dispyten kring potentiella oljeresurser vid Falklandsöarna, samt om ökad kinesisk närvaro i regionen.

³⁴⁸ BP (2009).

³⁴⁹ Guardian (2006).

Brasilien och USA dominerar idag världsproduktionen av etanol.³⁵⁰ I IEA:s 450 ppm-scenario förväntas den globala produktionen av biodrivmedel öka med cirka en faktor 8 till 2030, varav etanolproduktionen med en faktor 6. Eftersom Brasilien redan idag har uppbyggd produktions- och förädlingsapparat för etanol – och inte minst en väletablerad lokal marknad – är det mycket som talar för att Brasilien även i framtiden kommer att vara en av de viktigaste producenterna av biodrivmedel. Redan 2018 förväntas produktionen av etanol via sockerrör i Brasilien mer än ha fördubblats (jämfört med 2008).³⁵¹ Detta kommer att öka trycket på produktionsresurserna, vilket kan ha säkerhetsimplikationer.

Som diskuterades i avsnitt 5.3.3. handlar det bl.a. om konkurrensen om mark, dels mark som skulle kunna användas till livsmedelsproduktion eller annat, dels exploatering av ny mark, t.ex. regnskog. En studie utgiven av Naturvårdsverket framhåller att expansionen av etanolproduktionen idag främst sker på jordbruksmark och därmed inte utgör något direkt hot mot regnskogen. Konkurrensen om mark gör dock att det i framtiden sannolikt blir betesmark som tas i anspråk. Indirekt innebär det att betesmark måste frigöras någon annanstans, vilket kan hota regnskogen.³⁵² Ökad efterfrågan på etanol i kombination med ökad global köttkonsumtion kan därför innebära ett reellt hot mot regnskogen som inte bara innebär miljö- och klimatsäkerhetsimplikationer utan även försvårade livsbetingelser för de människor som är beroende av regnskogen.

I Bolivia skapade konflikten mellan naturgasintressen och folkgrupper som lever av jord- och skogsbruk (som berördes ovan) social och politisk oro, kravaller, vilket eskalerade till självständighetssträvanden och ett slags lågintensivt inbördeskrig. En liknande utveckling i Brasilien är inte helt otänkbar. Å andra sidan har den brasilianska etanolproduktionen lyft stora befolkningsgrupper ur fattigdom eftersom arbetstillfällen skapats. Brasiliansk lagstiftning kräver vidare att 1 % av nettopriset på sockerrör och 2 % av nettopriset på etanol ska tillfalla sockerrörsarbetarna i form av hälso- och sjukvårdstjänster liksom bekosta skolor.³⁵³

Litium är, vilket beskrevs i avsnitt 5.3.2, en nyckelråvara för elfordonstekniken. Idag utvinns den bl.a. i Chile och Argentina. De största reserverna finns, som sagt, i Bolivia (cirka 50 %) och i Chile (cirka 25 %).³⁵⁴ De bolivianska litiumresurserna, som är nationaliserade, är i dagsläget i princip oexploaterade. Det finns intressenter som uppvaktar den bolivianska regeringen för att få igång produktionen (bl.a. japansk fordonsindustri) men regeringen är mycket tveksam

³⁵⁰ Renewable Fuels Association (2008).

³⁵¹ Berndes m.fl. (2010), baserat på OECD-FAO (2009).

³⁵² Berndes m.fl. (2010).

³⁵³ Smeets m.fl. (2006).

³⁵⁴ US Geological Survey (2009).

till utländsk inblandning.³⁵⁵ För europeisk del kan det också vara värt att notera att distributionsvägarna vätter mot Stilla havet via Chile.

Latinamerika har av tradition huvudsakligen varit inom USA:s intressesfär och en betydande del av USA:s importerade energi kommer i dagsläget från Latinamerika. En inte alltför djärv bedömning är att åtminstone på energiområdet så tappar USA mark. Presidenterna Chavez och Morales (Venezuela resp. Bolivia) agerar åtminstone i retoriken antiamerikanskt och bjuder in kinesiska energiintressen. Detta öppnar för en omdirigering av flödena. Vidare samarbetar kinesiska energiföretag med den kubanska regimen för att exploatera oljetillgångarna i Floridasundet.³⁵⁶

Ett hårdnat klimat på den latinamerikanska energiscenen påverkar naturligtvis främst de latinamerikanska ländernas energisäkerhet eftersom de på olika sätt (och i olika hög grad) är beroende av varandra. Utöver detta påverkas främst USA men också indirekt Europa eftersom energiråvarorna handlas på i princip samma marknad. Emellertid en marknad som i hög grad är politiserad, inte minst avseende den sydamerikanska delen. Till detta kan vi också konstatera att konflikten mellan Argentina och Storbritannien om Falklandsöarna till viss del har väckts till liv igen i samband med brittiska provborrningar efter olja i ett område som Argentina gör anspråk på.³⁵⁷ Så sent som i februari 2010 beslutade det brittiska försvarsministeriet att öka den militära närvaron kring öarna efter hårdnande politiska utspel från den argentinska regeringen.³⁵⁸

5.5 Hur påverkar klimatförändringen energiförsörjningen?

Vi inleder detta avsnitt med att kortfattat sammanfatta klimatförändringens påverkan på den globala energiförsörjningen.³⁵⁹ Därefter beskrivs påverkan på svensk energinfrastruktur samt hur tillgången på inhemsk förnybar energi förändras. Det handlar alltså i detta avsnitt om klimatförändringens påverkan i sig – d.v.s. inte förändringar som kommit till stånd via politik och styrmedel, med syfte att minska energisystemens bidrag till klimatpåverkan.

För det första, efterfrågan på energi kommer att förändras på global nivå som en följd av klimatförändringen. Generellt sett kommer uppvärmningsbehovet att minska men samtidigt ökar behovet av kyla och luftkonditionering. Grovt sett innebär detta en förskjutning mot ett ökat elbehov. Vidare kan efterfrågan påverkas indirekt, exempelvis genom att klimatförändringarna kan komma att

³⁵⁵ BBC (2008).

³⁵⁶ Blair (2006).

³⁵⁷ Luft (2010), Telegraph (2009).

³⁵⁸ Telegraph (2010).

³⁵⁹ Baserat på Parry m.fl. (2007).

försämra kvaliteten i färskvattenreservoarer som bidrar till mer energianvändning för rening etc.

En ökad frekvens av extrema väderhändelser, liksom ökad styrka hos dessa, kommer att ha påverkan på både produktionsanläggningar och distributionslänkar som t.ex. elledningar och farleder. Ett generellt varmare och – inom vissa regioner – fuktigare klimat påverkar också ledningsinfrastruktur och produktionsutrustning eftersom korrosionen ökar och går snabbare.

Vidare kommer tillgången på bioenergi att förändras. Inom vissa regioner kommer produktionen av biomassa att öka medan förutsättningarna försämras i andra regioner. Sammantaget bedöms de biologiska systemens produktionsförmåga minska globalt sett.

En indirekt effekt på energiförsörjningen är att ett varmare klimat kan bidra till att nya energiresurser blir tillgängliga för utvinning, t.ex. i Arktis-regionen. När det gäller Arktis kan dessutom nya distributionsleder (för bl.a. energi) bli tillgängliga till havs. Däremot kan landtransporter försvåras och bärigheten för ledningsinfrastruktur försämras när permafrosten smälter.

5.5.1 Påverkan på svensk energiinfrastruktur

I Sverige medför förändringarna ett genomsnittligt varmare klimat i hela landet, särskilt under vinterhalvåret, samt en ökning av nederbörden. Extrema väderhändelser förväntas bli mer frekvent förekommande och i vissa fall mer intensiva. Det råder till exempel stor osäkerhet hur vindförhållandena kommer att förändras. I flera regionala klimatscenarier förväntas inte stormarna förvärras av klimatförändringarna.³⁶⁰

Extrema väderhändelser kan komma att få betydande konsekvenser för flera av energisystemen och stödsystemen (t.ex. transporter), främst starkt kopplade system som till exempel elnätet. Svagt kopplade lokala energilösningar som är beroende av leveranser av exempelvis biobränslen vid enstaka tillfällen är inte känsliga i lika hög grad.

De framtida klimatförändringarnas påverkan på svensk energiinfrastruktur har utretts dels av Klimat- och sårbarhetsutredningen³⁶¹, dels nyligen av Energimyndigheten³⁶². I Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande behandlas inte energiförsörjningen sammantaget utan bedömningar görs separat för enskilda tekniska försörjningssystem såsom, elsystemet, dammar, fjärrvärmesystem liksom transportsystemen och kommunikationssystemen som indirekt stödjer energisystemen. I Energimyndighetens utredning är

³⁶⁰ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 248.

³⁶¹ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007).

³⁶² Energimyndigheten (2009e).

utgångspunkten väderhändelser och relaterade hot snarare än olika tekniska system. Dessa händelser, som förväntas bli mer frekventa och mer intensiva, är:

- Erosion, ras och skred, vilket främst är ett hot mot ledningsbundna system.
- Häftiga regn, som i bebyggda områden kan orsaka översvämningar om dränering eller dagvattensystem inte fungerar eller om vatten kommer in bakvägen i dagvattensystem.
- Översvämningar och höga flöden i åar, älvar, sjöar samt hög havsytenivå.

För elsystemet innebär klimatförändringarna en rad olika förhöjda risker. I Klimat- och sårbarhetsutredningens riskbedömning av regioner i förhållande till meteorologiska omständigheter bedöms fjälltrakterna, Jönköpingsområdet och Dalsland, Västkusten, samt västra Götaland, östra Halland, Skåne och Gotland som särskilt utsatta redan idag och så även i framtiden. De meteorologiska omständigheterna handlar om åska, snö, storm och salt. Saltbeläggning på luftledningar, i samband med stormar i kustnära områden, ökar korrosionen och medför direkt ökad avbrottsrisk på oisolerade ledningar. Det som avgjort sticker ut mest i Klimat- och sårbarhetsutredningens riskbedömning är att elnäten i nämnda regioner, men även i andra regioner, i högre grad kommer att påverkas av ökad stormfällning, p.g.a. kraftigare vindar samt minskad tjäle som ökar fällningsbenägenheten. Avbrottsproblem förknippade med nedisning bedöms minska.³⁶³

Energimyndigheten bedömer att konsekvenserna för elnätet kan bli svåra främst om flera händelser sammanfaller med varandra, vilket ju inte är ovanligt vid stormar, eftersom varje bortfall av systemfunktion försvagar elnätets robusthet mot ytterligare händelser. Energimyndigheten bedömer dock att detta troligen inte är något stort problem för systemet som helhet. Generellt sett anses dock ledningar som dras långa sträckor genom områden där marken har sämre bärighet vara särskilt utsatta. Även lokala och regionala elnätstationer som ligger i utsatt läge vid åar och sjöar bedöms vara förknippade med högre risk och kan vid höga flöden bli översvämmade, vilket kan medföra svåråtgärdade elavbrott. Översvämningar i inlandet bedöms främst drabba markledningar. Ökade vattenflöden i marken kan orsaka undermineringar som leder till avbrott. I kustnära zoner kan dessutom långvarigt saltvattenintrång leda till försvagningar genom accelererande nedbrytning. Generellt sett medför höjd temperatur och ökad fuktighet ökad korrosion av ledningar och andra metallkomponenter samt snabbare nedbrytning av ledningsstolpar tillverkade av tryckimpregnerat trä. Just dessa effekter bedöms dock vara ringa.

³⁶³ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 234-255, även baserat på bedömningar av Svenska Kraftnät (2007), och Svensk Energi (2007).

Fler elavbrott är en besvärande konsekvens i sig men elavbrott får även konsekvenser för anläggningar i övriga energinfrastrukturer, t.ex. pumpar i drivmedelsdistributionen, eftersom dessa är elberoende.

Inte bara infrastrukturen utan även själva elproduktionen kommer att påverkas av klimatförändringarna. Vad gäller kärnkraften kan höjd havsnivå i samband med stormar i extrema fall medföra produktionsstopp. Vidare är kärnkraften känslig för höga temperaturer i havet p.g.a. minskad kylningskapacitet, vilket ger lägre verkningsgrad i produktionen.

Klimatförändringarna får också påtaglig påverkan på Sveriges vattenkraftssystem. Mildare vintrar i kombination med ökad årsnederbörd kommer att medföra jämnare vattenflöden över året, vilket gynnar produktionen (se nästa avsnitt). Men samtidigt kan den ökade omsättningen i vattnets kretslopp innebära minskade marginaler i de stödjande fysiska strukturerna, till exempel vattenmagasin och dammanläggningar. För dammar kan klimatförändringarna innebära flöden som dessa inte är dimensionerade för. Ökad risk för mer kraftiga 100-årsflöden återfinns i framförallt västra Götaland, västra Svealand samt i fjälltrakterna (vilka kan fortplanta sig ner till Norrlands inland och kustland). För många reglerade vattendrag förväntas dock dagens 100-årsflöden bli mindre vanliga främst beroende på en tidigare och mer utdragen avsmältning på våren.³⁶⁴

Fjärrvärmesystem kommer främst att påverkas av generellt höjda grundvattennivåer, samt tillfälliga höjningar i samband med ökad nederbörd, vilket kan medföra markförskjutningar och översvämningar som kan skada systemen. Motsvarande hot berör även naturgassystemet. På lång sikt ökar även korrosionen på ledningarna. Man bedömer dock att denna påverkan blir liten tack vare möjligheten att successivt anpassa och underhålla systemen.³⁶⁵

När det gäller transportsystemen – som stödsystem till energisystemen – så berörs främst kraft- och/eller värmeverk som är beroende av kontinuerlig tillförsel av insatsråvara. Tillförseln av bränslen till stora och centraliserade kraftvärmeverk, kondenskraftverk, fjärrvärmeverk, avfallsförbränningsverk och liknande är känsliga för långvariga störningar som drabbar transportsystemen. Kortvariga störningar bedöms dock inte påverka förmågan att upprätthålla energiproduktionen eftersom dessa anläggningar i regel har viss lagringskapacitet avseende energiråvara.

Vägar och järnvägar kommer att påverkas av ökad nederbörd och ökade flöden med risk för ras, skred och erosion. Emellertid kommer tjälskadorna att minska. Överlag bedöms dessa förändringar inte påverka energisystemen i högre utsträckning. Verk som är beroende av en typ av insatsråvara som av någon

³⁶⁴ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 255-267.

³⁶⁵ Energimyndigheten (2009e); Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 273-277.

anledning främst distribueras med järnväg skulle möjligtvis kunna drabbas hårdare av ett långvarigt avbrott av en transportlänk. För järnvägen finns inte på samma sätt som för vägarna alltid alternativa sträckningar. Vidare är järnvägen i stort sett elektrifierad och därmed känslig för dels avbrott i eltillförsel utifrån, dels avbrott i det egna matningsnätet p.g.a. stormfällningar, vilket förvisso kan lösas tillfälligt med diesellok såvida själva banan är öppen. Sjöfarten bedöms inte påverkas av klimatförändringarna i någon större utsträckning.³⁶⁶

När det gäller tillförseln av just biobränslen identifierar Energimyndigheten en kunskapslucka. Man anser att ”[...] *det saknas forskning kring några centrala frågeställningar kring klimatförändringens effekter på biobränslets transporter, lagring och logistik. Bland annat behöver den tekniska forskningen med klimatanknytning vara systeminriktad med syfte att skapa helhetssyn och ge konsekvensanalyser*”.³⁶⁷

När det gäller telekommunikationssystemen som stödsystem till energisystemen så berörs främst elsystemen. Sårbarheten för telekommunikationssystemen är analog med analysen för elsystemen då det handlar om luftledningarna. Vidare är telekommunikationssystemen elberoende – vilket skapar ett cirkelberoende.³⁶⁸

Energimyndighetens sammantagna slutsats är att klimatförändringarna sannolikt inte medför att några helt nya typer av händelser kommer att drabba energiinfrastrukturen. Sannolikheten för att vissa händelser kommer att inträffa, och konsekvenserna av dessa, kommer dock att öka i några eller alla delar av landet och på nya platser där hotet inte funnits tidigare. Det förändrade normalläget leder till ett ökat slitage på infrastrukturen, vilket också påverkar och förändrar förutsättningarna för tillförsel. Energimyndigheten bedömer vidare att de väderrelaterade händelserna kommer att ge upphov till främst lokala och regionala störningar, snarare än störningar på nationell nivå.

I både Klimat- och sårbarhetsutredningen och Energimyndighetens utredning konstateras att enligt tillgängliga klimatscenarier är de sätt som klimatförändringen påverkar energiförsörjningen en fråga om förstärkta hot snarare än helt nya hot. Redan idag påverkas den svenska energiförsörjningen av väder och naturolyckor. Exempelvis beror cirka 40 % av avbrotten i elförsörjningen på väderrelaterade händelser.³⁶⁹

³⁶⁶ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 193-219.

³⁶⁷ Energimyndigheten (2009e); s. 10.

³⁶⁸ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 225-230.

³⁶⁹ Energimyndigheten (2009e) baserat på bedömningar av Svenska Kraftnät (2007).

5.5.2 Tillgång på förnybar energi i Sverige

Detta avsnitt baseras huvudsakligen på dels en genomgång i Klimat- och sårbarhetsutredningen, dels en rapport om klimatförändringarnas påverkan på framtida tillgänglighet på förnybarenergi inom Norden.³⁷⁰

Vattenkraft

Klimatförändringarna innebär sannolikt förbättrade förutsättningar för ökad vattenkraftproduktion, tack vare den ökande nederbörden. En ökad årsavrinning och vattenföring medför en väsentligt högre kraftpotential. Störst ökning av potentialen förväntas för norra Sverige. Jämfört med perioden 1961-1990 kan man redan under perioden 2011-2040 räkna med en ökning på cirka 15 %.³⁷¹ Beroende på vilket klimatscenario som används fås lite olika resultat.³⁷² När perioden 1961-1990 jämförs med 2071-2100 pekar några av de använda scenarierna på en kraftigt ökad kraftpotential för Norrland, medan några scenarier förutspår en måttlig ökning. För södra Sverige indikerar hälften av scenarierna en måttlig ökning medan den andra hälften förutspår en liten minskning.

Höst- och vintertillrinningen beräknas öka för samtliga områden fram till 2071-2100.³⁷³ Den ökade vattenkraftpotentialen ligger inte bara i ökad tillrinning totalt sett utan också i antagandet att mer av de befintliga flödena kan utnyttjas för kraftgenerering eftersom årsflödeskurvorna blir mer utjämnade.³⁷⁴ I de norra delarna kommer det fortfarande att bli en tydlig vårflood men den infaller tidigare och dess maximala flöden minskar p.g.a. avsmältning vid flera tillfällen samt påspädning av regn istället för snö. I södra Sverige kan dock vårfloödena komma att öka på vissa håll. Vidare förväntas tillrinningen under sommarmånaderna minska betydligt.³⁷⁵

Vindkraft

Förutsättningarna för vindkraften avgörs av vindens energiinnehåll, samt begränsas av förekomst av hård vind och nedisning som kan orsaka driftstopp. Vindförhållanden är ett område som är förknippat med större osäkerheter kopplat till klimatförändringen än temperatur och nederbörd.

Klimat- och sårbarhetsutredningen hänvisar till några globala klimatmodeller där vindens energiinnehåll bedöms öka långsiktigt i Östersjöregionen. Det skulle

³⁷⁰ Fenger (2007).

³⁷¹ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 246.

³⁷² Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 247, baserat på Andréasson (2006) och Bergström m.fl. (2007).

³⁷³ Andréasson m.fl. (2006).

³⁷⁴ Fenger (2007).

³⁷⁵ Gode m.fl. (2007).

kunna innebära en ökning av vindkraftproduktionen med cirka 5-20 % om 20-30 år jämfört med ett scenario utan klimatförändringar.³⁷⁶ Vidare anses de kraftiga vindarna som kan begränsa produktionen endast öka marginellt.

Vidare hänvisar Klimat- och sårbarhetsutredningen³⁷⁷ till det nordiska projektet ”Climate and Energy” där inga kraftiga genomsnittliga höjningar av vindens energiinnehåll kan förutses under detta sekel, dock inte uteslutande vissa variationer. Vinden kan komma att öka inom vissa områden (t.ex. över Östersjön) och minska inom andra områden.

Nedisning av vindkraftanläggningar anses vara svårbedömt, eftersom det förekommer olika typer av nedisning.³⁷⁸ Vissa bedömare menar dock att nedisningsrisken blir marginell i södra Sverige och runt Östersjön samt kraftigt reducerad i norra Sverige, vilket kan göra vindkraftproduktionen inom dessa områden mer gynnsam.³⁷⁹ Visserligen finns redan idag teknik för att motverka nedisning men dessa anläggningar är mer avancerade och risken för produktionsavbrott kvarstår ändå till viss del. Motsvarande analyser avseende nedisningsproblem för elnätet konkluderar att problemen generellt sett kommer att minska tack vare uppvärmningen.

Solenergi

Förutsättningarna för solenergiproduktion i Sverige med dagens teknik kommer sammantaget att försämrats i ett förändrat klimat.³⁸⁰ Förutsättningarna för solenergiproduktion påverkas av solinstrålning, temperatur, molnighet och snötäcke. Instrålningen i Sverige är starkt koncentrerad till sommarhalvåret och väntas minska något över Norrland men öka något i söder. Högre lufttemperatur medför att solcellernas verkningsgrad minskar något. Kortare snösäsong och en nordligare snötäckesgräns kan också försämma förutsättningarna för elproduktion i solceller genom minskad reflektion av solljus.³⁸¹

Bioenergi

Den generella produktionsförmågan i både jordbruket och skogen i Sverige förväntas öka, vilket därmed ger en ökad potential för produktion av bioenergi. Nordiska rådets studie bedömer att spannmålsproduktionen i Sverige skulle kunna öka med 16 %, vilket omräknat (givet vissa antaganden) ger en ökad energiproduktionspotential på cirka 0,5 TWh/år.³⁸² Ökningen beror på en längre

³⁷⁶ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 248.

³⁷⁷ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 248.

³⁷⁸ Gode m.fl. (2007).

³⁷⁹ Fenger (2007).

³⁸⁰ Fidje och Martinsson (2007).

³⁸¹ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 248.

³⁸² Fenger (2007).

vegetationssäsong samt att den årliga starten på vegetationssäsongen tidigareläggs.³⁸³

Biomasseproduktionen från skogen kommer generellt sett att öka, men främst i barrskogarna i norra och mellersta Sverige. I södra Sverige kan de förväntade torrperioderna sommartid komma att motverka den ökning som induceras av höjd temperatur och CO₂-halt. Det gäller framför allt torkkänsliga träslag som björk och gran. För de nordiska länderna (inklusive Baltikum) bedöms en genomsnittlig ökning av skogens biomasseproduktion med 10-20 %.³⁸⁴

Detta område är förknippat med viss osäkerhet eftersom för lite kunskap finns om hur både jordbruket och skogen i ett förändrat klimatläge kan komma att påverkas av eventuella värmeböljor, skadeinsekter och andra skadedjur samt hur främst skogen kommer att påverkas av förändrade markförhållanden, vattenföring i mark samt påverkan av väderhändelser som innebär ökad stormfällning.³⁸⁵ En annan påverkande faktor är vilka grödor och trädslag man valt att plantera och hur dessa påverkas av förändringarna.

³⁸³ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 371, baserat på SMHI (2007).

³⁸⁴ Fengel (2007).

³⁸⁵ Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007), s. 349-381, Fengel (2007), s. 140-153.

6 Framtida forskningsområden

Denna pilotstudie har gett en översiktlig bild över energisäkerhetsområdet och dagens och framtida energiberoenden utifrån ett huvudsakligen europeiskt perspektiv. Med bakgrund i studien står det klart att det finns ett stort antal områden där forskning och fördjupade utredningar kan vara av stort intresse. Nedan ges, utan att göra anspråk på att vara heltäckande, ett antal exempel på sådana områden.

- *Utveckling av analytiskt ramverk och metoder.* Det kan finnas ett behov att fortsatt utveckling och fokusering av energisäkerhetsbegreppet samt att utveckla metoder för att jämföra äpplen och päron, t.ex. energisäkerhet och miljö. Det kan också röra sig om att vidareutveckla existerande index och energisäkerhetsfaktorer för att bättre passa svenska förhållanden. IEA:s energisäkerhetsfaktorer är t.ex. ett tämligen trubbigt analysverktyg för svenska förhållanden eftersom mycket fokus läggs på bränsleinsatser för industri samt el- och värmeproduktion. Utifrån ett europeiskt perspektiv har Sverige en tämligen otypisk försörjningssituation dels genom det jämförelsevis starka elberoendet, dels den dominerande roll vattenkraften har för elsystemet.
- *Klimatstrategier och dess effekt på energisäkerheten.* Det finns flera olika strategier för att minska klimatpåverkan från energisystemet. Vissa fokuserar mer på åtgärder inom landet, andra på åtgärder utanför Sveriges gränser. En del strategier koncentrerar sig på ökad mängd icke fossila energislag medan andra har större fokus på energieffektivisering. Slutligen innehåller en del strategier främst tekniska åtgärder medan andra i större grad fokuserar på samhällsplanering och beteendeförändringar. I denna rapport har vi i stort sett bara använt IEA:s 450-scenario som utgångspunkt för hur det framtida energisystemet skulle kunna se ut. En bredare ansats vore att använda explorativ scenariometodik, d.v.s. använda flera uppspannande och eventuellt kontrasterande framtidsbilder som utgångspunkt för analysen av framtida energisäkerhet.
- *Analys av möjliga effekter av en störning.* En intressant analys kunde vara att studera de viktigaste konsekvenserna av snabbt stigande energikostnader och avbrott för samhället. Med utgångspunkt från metodik för risk- och sårbarhetsanalys skulle exempelvis följande frågeställningar kunna vara intressanta: Hur kan samhället anpassa sig till kostnaderna? Vilka regelverk skulle behövas för snabba anpassningar? Vilka övriga proaktiva åtgärder kan genomföras?
- *Kartläggning av energisystemens flexibilitet.* Energisystemens förmåga att klara sig utan vissa energibärare är av stor betydelse för hur man ska

kunna hantera avbrott och kraftiga priscocker. I det sammanhanget är systemens flexibilitet av stor betydelse. För att bättre förstå vilken den faktiska flexibiliteten är i samhället behövs mer disaggregerade data och noggrannare analyser på delsystemnivå (enskilda industrier och fjärrvärmenät etc.). En annan fråga är hur flexibiliteten kan ökas – vad blir kostnaderna?

- *Aktörsstudie energisäkerhetsstrategier.* För att kunna bedöma befintliga risker med dagens energiberoenden behöver kunskapen öka om hur man på aktörsnivå egentligen förhåller sig till energisäkerhetsproblematiken, baserat på bl.a. intervjumetodik eller enkäter. Vilken förståelse har olika aktörer för de risker och sårbarheter som är knutna till den egna verksamheten? Vilka förhållningssätt väljer olika aktörer (t.ex. företag) för att säkra sig mot störningar i energitillförseln?
- *Vidareutveckling av kunskapen kring kostnader för energisäkerhet.* Detta område kan innebära både att fördjupa kunskapen om kostnaderna för hot och störningar i Sverige och kostnaderna för att undvika desamma. För att underlätta genomförandet av effektiva investeringar kan det vara intressant att göra en geografiskt disaggregerad studie. Hur skiljer sig konsekvenserna åt vid t.ex. bortfall i storstäder och i orter med t.ex. energiintensiv industri?
- *Energileverantörers och konsumenters ömsesidiga beroenden.* Beroende av importerad energi förs ofta fram som ett säkerhetsproblem. Samtidigt är det uppenbart att även leverantörer är beroende av en marknad och att på ett säkert sätt kunna avsätta sina produkter. Dessa ömsesidiga beroenden borde snarare vara en säkerhetshöjande aspekt, som ofta bortses från i säkerhetspolitiska studier. Detta synsätt kan dock belysas i en tvärvetenskaplig litteraturstudie där exempelvis följande frågeställningar kan besvaras: Hur beskrivs ömsesidiga beroenden inom övrig samhällsvetenskaplig forskning, t.ex. ekonomisk historia? Hur ska dessa designas för att vara säkerhetshöjande? Bör ett importberoende balanseras med motsvarande export eller räcker producent-konsument-relationen? Hur kan politikens roll se ut och var finns de gemensamma beröringspunkterna mellan närings- och säkerhetspolitiken?
- *EU:s roll inom energisäkerhetsområdet.* Inte minst kommissionen driver på för en mer betydelsefull roll för EU inom energiområdet. Entusiasmen för detta varierar mellan de olika länderna delvis beroende på hur deras energisystem ser ut. En ökad kunskap kring olika utvecklingsriktningar inom EU bör vara intressant för många aktörer i Sverige. Vad krävs för att förslag på EU-nivån verkligen ska leda till effektivt genomförande? Hur kan det påverka EU:s relationer till olika energileverantörer? Hur ska EU hantera att vissa medlemsstater är mer beroende av gas än andra? I vilken grad kan EU hjälpa dem med att

sprida risker och i vilken mån vilar ansvaret på staterna själva (d.v.s. ”first responsibility, then solidarity”)?

- *Nya energiregioner i fokus för EU.* Vi konstaterar att förändringarna i det globala energisystemet innebär att vissa regioner, t.ex. Arktis och Nordafrika, kan komma att få ökad betydelse för europeisk energiförsörjning, vilket påverkar europeisk säkerhet på olika sätt (se avsnitt 5.4). Vad kan detta innebära för förändringar av europeisk utrikes-, försvars- och säkerhetspolitik? Finns det skillnader i synsätt och policy mellan olika medlemsstater och mellan medlemsstaterna och t.ex. EU-kommissionen? Dessa frågeställningar kan belysas med hjälp av explorativ scenariometodik (för energisystemets utveckling) i kombination med litteraturstudier för att fånga upp policytendenser inom såväl EU som medlemsstaterna.
- *Nya systems betydelse för energisäkerheten.* Med större förändringar i energisystemen kan det finnas skäl att fördjupa sig i hur de enskilda systemen kan leda till nya hot och risker. Det kan mer kortsiktigt handla om expansionen av flytande naturgas (LNG) som både kan ge nya tekniska risker och samtidigt skapa en ny geopolitisk arena. Detsamma kan på sikt gälla även t.ex. storskaliga vätgassystem. Frågan kan analyseras via en bred risk- och sårbarhetsanalys mot bakgrund av scenarier för framtida utveckling av energisystemet.
- *Nya typer av hot.* Styrningen av energisystemen med större inslag av datorer och sammanlänkning medför nya sårbarheter. Det öppnar upp för en ny typ av antagonistiskt hot (cyberhot) mot energisystemet, både avseende medvetet handlande från andra stater liksom från terrorister. I detta sammanhang kan en systematisk kartläggning av vad som görs avseende cyberhot mot energiinfrastrukturen vara intressant, med en vidhängande bedömning av vad av detta som är särskilt relevant för Sverige.
- *Försvarsmakter som aktörer i handelspolitiken.* I avsnitt 2.2.6 diskuterades kopplingen mellan ekonomisk, politisk och militär maktutövning, med bl.a. Kina, Ryssland och USA som exempel. En del forskning finns kring USA:s politik på området men mindre rörande Kinas, Rysslands liksom andra länders politik. Hur kan detta militära förhållningssätt till energisäkerhet komma att påverka andra internationella politikområden och relationer? Kan EU komma att utvecklas i en liknande riktning? Kan det innebära nya uppgifter för den svenska försvarsmakten? Hur långtgående är befintliga samarbeten? Finns det risker med detta? För vem och varför sker egentligen denna typ av samverkan? Öppen forskning om samverkan mellan försvarsmakter och energiföretag är mycket liten men frågan tycks ha

stort säkerhetspolitiskt och försvarsstrategiskt förklaringsvärde och kan därför vara ett relevant studieområde.

- *Militära perspektiv på energi utifrån ett svenskt perspektiv.* Östersjön kallas ibland för energins innanhav, vilket diskuterades i avsnitt 2.2.6. Säkerhetspolitiska aspekter kopplat till främst rysk energiexport har debatterats livligt men bortsett från det har få djuplodande diskussioner förts om vad förändringarna rent konkret skulle kunna innebära för Försvarsmakten och dess motsvarigheter i grannländerna. Medför förändringarna ökad militär närvaro och vad kan det innebära? Finns det behov av nya samverkanskanaler för att exempelvis undvika och/eller bistå vid eventuella incidenter och olyckor?

Referenser

Afgors. G. 2002. *Gas och kol tillgång och prisutveckling*. En faktagrapport inom IVA-projektet Energiframsyn Sverige i Europa, IVA, Stockholm.

AGFW. 2008. *AGFW-Report 2008. Anders. Besser, effizient*. AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. Frankfurt a.M.

Aktuellt från Fjärrsyn. 2008. Nyhetsbrev nr 3 2008 från forskningsprogrammet Fjärrsyn som drivs och finansieras av Svensk Fjärrvärme och Energimyndigheten,
http://www.svenskfjarrvarme.se/index.php3?use=publisher&id=2119&force__menu=2119

Albrechtsen E. 2003. *Security vs. safety*. Norwegian University of Science and Technology.
<http://www.iot.ntnu.no/users/albrecht/rapporter/notat%20safety%20v%20security.pdf>

Aleklett K., Höök M. Jakobsson K., Lardelli M., Snowden S., Söderbergh B. 2010. The peak of the oil age-analyzing world energy production reference scenario in world energy outlook 2008. *Energy Policy*, **38**, 1398-1414.

Andersson, B.A. 2000. Materials availability for large-scale thin-film photovoltaics, *Progress in photovoltaics: research and applications*, **8**, 61-76.

Andréasson, J. 2006. Hydropower production in future climates - an example from Sweden. Climate Change and Energy No. 3. SMHI Newsletter.

Andréasson, J., Gardelin, M., Hellström, S-S., Bergström, S. 2006. *Dammsäkerhet – Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida förändrat klimat*. Rapport 06:80, Elforsk.Stockholm.

Atarodi, A., Hellström, J. 2009. *Säkerhetspolitiska aspekter på ökat externt beroende av olja och gas: EU och Kina som exempel*, FOI-R--2837--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Azar C., Lindgren K., Andersson B. A. 2003. Global energy scenarios meeting stringent CO₂ constraints - cost-effective fuel choices in the transportation sector, *Energy Policy*, **31**, 961-976.

Blair, M. 2006. China starts oil drilling off Florida. *American Free Press*, Issue 22, 29 Maj 2006.

BBC. 2008. Bolivia holds key to electric car future. November 9th,
<http://news.bbc.co.uk>

Belkin, P. 2008. *The European Union's Energy Security Challenges*, CRS, Report for congress, RL33636, Congressional Research Service.
<http://www.fas.org/sgp/crs/row/RL33636.pdf>

Berndes, G., Bryngelsson, D., Sparovek, G. (2010). *Is it possible to avoid impacts by using good fuel ethanol?* Rapport 6331. Naturvårdsverket, Stockholm

Björklund C. 2007. *Nya olyckor i ett framtida energisystem. Nya olycksrisker som kan uppstå i ett framtida diversifierat energiförsörjningssystem.* Energimyndigheten, Räddningsverket 651 80 Karlstad.

BMU och BMELV. 2007. *Roadmap Biokraftstoffe, Stand 14.11.2007, Gemeinsame Strategie von BMU/BMELV, VDA, MWV, IG, VDB und DBV.*
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/roadmap_biokraftstoffe.pdf

BP.2009. *BP Statistical Review of World Energy 2009*, BP p.l.c.

British Geological Survey. 2007. *World Mineral Production 2001-05*. Keyworth, Nottingham

Brown S. P. A and Yücel M. K. 2002. Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey. *The Quarterly review of Economics and Finance*, **42**, 193-208.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. 2009.
Jahreswirtschaftsbericht 2009, Konjunkturgerechte Wachstumspolitik, Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. 2010,
Jahreswirtschaftsbericht 2010, Mit neuer Kraft die Zukunft gestalten, Januari 2010, Berlin.

Börjesson, P., Ericsson, K., Di Lucia, L., Nilsson, L.J., Åhman, M. 2008.
Hållbara drivmedel - finns de? IMES Rapport nr. 66. Miljö- och energisystem, Lunds universitet, Lund.

Carlsson F. och Martinsson P. 2004. *Willingness to Pay among Swedish Households to Avoid Power Outages – A Random Parameter Tobit Model Approach*. Working Paper in Economics nr 154, Göteborg University, Göteborg.

Bergström, S., Jóhannesson, T., Aðalgeirsdóttir, G., Ahlstrøm, A., Andreassen, L. M., Andréasson, J., Beldring, S., Björnsson, H., Carlsson, B., Crochet, P., Woul, M. d., Einarsson, B., Elvehøy, H., Flowers, G. E., Graham, P., Gröndal, G. O., Guðmundsson, S., Hellström, S.-S., Hock, R., Holmlund, P., Jónsdóttir, J. F., Pálsson, F., Radic, V., Roald, L. A., Rosberg, J., Rogozova, S., Sigurðsson, O., Suomalainen, M., Thorsteinsson, T., Vehviläinen, B. and Veijalainen, N. 2007.
Impacts of climate change on river runoff, glaciers and hydropower in the Nordic area. Joint final report from the CE Hydrological Models and Snow and Ice Groups. CE Report No. 6. Reykjavík: Climate and Energy, 40 pp

Cabinet Office. 2008. *The National Security Strategy of the United Kingdom - Security in an interdependent world*, London.

CIA. 2010. World Factbook. www.cia.gov.

Cohen A. 2009. Russia: The Flawed Superpower, i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Constantini V., Gracceva F., Markandya A., Vicini G. 2007. Security of energy supply: Comparing scenarios from a European perspective. *Energy Policy*, **35**, 210-226.

Crown Estate. 2010a. The crown estate announces round 3 offshore wind development partners, Press release, 8 Januari 2010
<http://www.thecrownestate.co.uk/newscontent/92-r3-developers.htm> .

Crown Estate. 2010b., World's first wave and tidal energy leasing round to power up to three quarters of a million homes, Press release, 16 mars 2010,
<http://www.thecrownestate.co.uk/newscontent/92-pentland-firth-developers.htm> .

Damsgaard N. och Green R. 2005. *Den nya elmarknaden. Framgång eller misslyckande?* SNS Förlag, Stockholm.

Damigos D., Tourkolias C., Diakoulaki D. 2009. Households' willingness to pay for safeguarding security of natural gas supply in electricity generation. *Energy Policy*, **37**, 2008-2017.

De Luchi M. A. Och Murphy J. J. 2008 US military expenditures to protect the use of Persian Gulf Oil for motor vehicles. *Energy Policy*, **36**, 2253-2264.

De Nooij M., Koopmans C., Bijvoet C. 2007. The value of supply security. The costs of power interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks, *Energy Economics*, **29**, 277-295.

De Nooij M., Lieshout R., Koopmans C. 2009. Optimal blackouts: Empirical results on reducing the social cost of electricity outages through efficient regional rationing. *Energy Economics*, **31**, 342-347.

Department of Energy and Climate Change. 2007. Digest of UK Energy Statistics (DUKES).

Department of Energy and Climate Change. 2009a. *Overarching National Policy Statement for Energy: A Framework Document for Planning Decisions on Nationally Significant Energy Infrastructure* (EN-1), London.

Department of Energy and Climate Change. 2009b. Green light for three new power stations to power 4 million homes Press release 5 Januari 2009,
<http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/news/pn011/pn011.aspx>

Department of Energy and Climate Change 2009c. *Draft National Policy Statement for Nuclear Power Generation (EN-6)*, London.

Department of Trade and Industry. 2003. *Our energy future – creating a low carbon economy*, London

Deutch, J. M., Forsberg C. W., Kadak A. C., Kazimi M. S., Moniz E. J., Parsons J. E. . 2009. *Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power*. Massachusetts Institute of Technology. MIT Energy Initiative.

Dirmoser D. 2007. *Energisicherheit. Neue Knappheiten, das Wiederaufleben des Ressourcennationalismus und die Aussichten für multilaterale Ansätze*, Friedrich Ebert Stiftung, Berlin, Tyskland.

EG Kommissionen 2000. *Mot en europeisk strategi för trygg energiförsörjning*, KOM(2000) 769

EG kommissionen. 2006. *En europeisk strategi för en hållbar, konkurrenskraftig och trygg energiförsörjning*, KOM(2006) 105.

EG kommissionen. 2007a. United Kingdom – Internal Market Fact Sheet, 2007. Hämtat från www.ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/market/market_uk_en.pdf.

EG kommissionen. 2007a. *En energipolitik för Europa*, KOM (2007) 001

EG kommissionen 2008. *Andra strategiska energiöversynen. En handlingsplan för energitrygghet och energisolidaritet*, KOM(2008) 781 slutlig.

EG kommissionen. 2009. *Förslag till europaparlamentets och rådets förordning om åtgärder för att trygga naturgasförsörjningen och om upphävande av direktiv 2004/67/EG*.

Elhefanwy N. 2008. The impending oil shock, *Survival*, **50** (2), 37-66.

Energimarknadsinspektionen. 2008. *Effektfrågan. Behövs en centralt upphandlad effektreserv?* EI R 2008:15. Eskilstuna.

Energimarknadsinspektionen. 2009a. *Energimarknadsinspektionens rapport enligt EG:s direktiv för de inre marknaderna för el och naturgas 2009*. EI R2009:08, Eskilstuna.

Energimarknadsinspektionen. 2009b. *Ökad andel biogas på en utvecklad biogasmarknad. Analys över förutsättningarna för och förslag till en ökad andel biogas på den svenska marknaden*, EI R 2009:12. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2000. *Översyn av beredskapslagstiftningen inom oljeområdet*. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2004a. *Styrning av el till prioriterade användare vid bristsituationer. Förstudie av tekniska, juridiska och organisatoriska förutsättningar*, ER 31:2004, Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2004b. *Uppföljning av nätföretagens åtgärder mot elavbrott på grund av snöoväder. Investeringar och skogsåtgärder under 2003 samt erfarenheter från vintern 2003/2004*. ER 13:2004, Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2005a. *Stormen Gudrun – konsekvenser för nätbolag och samhälle*, ER 16:2005. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2005b. *Priserna på el och utsläppsrätter samt de internationella bränslemarknaderna. En del av Energimyndighetens omvärldsanalys*, ER 2005:35. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2006a. *Stormen Gudrun. Vad kan vi lära av naturkatastrofen 2005?* ER 2006:32. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2006b. *Oljans ändlighet – Ett rörligt mål! En del av Energimyndighetens omvärldsanalys*. ER 2006:21. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2007a. *Hur trygg är vår energiförsörjning? En översiktlig analys av hot, risker och sårbarheter inom energisektorn år 2006*, ER 2007:06. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2007b. *Indikatorer för försörjningstrygghet*, ER 2007:04. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2007c. *Energiindikatorer 2007*, ET2007:30. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2007d. *Prioritering av elanvändare vid elbrist. Slutrapport från Energimyndighetens Styrelseprojekt åren 2004-2007*, ER 2007:38. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2007e. *Bränsleberedskap vid kraftvärme- och värmeverk*, ER 2007:43. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2007f. *Långsiktsprogno 2006 – enligt det nationella systemet för klimatrapporering*, ER 2007:02. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2008a. *Trygg energiförsörjning 2007. En översiktlig analys av risker och sårbarheter i energiförsörjningen*, ER 2008:07. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2008b. *Orkaner i mexikanska golfen – och deras konsekvenser för den globala oljemarknaden*, ET 2008:02. Eskilstuna.

Energimyndigheten 2008c, *Energiläget 2008*. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2009a. *Energiläget 2009*, ET 2009:28. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2009b. *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2007*, ES 2009:06. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2009c. *Transportsektorns energianvändning 2008*, ES 2009:04. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2009d. *Långsiktsprogno 2008*, ER 2009:14. Eskilstuna.

Energimyndigheten. 2009e. *Extrema väderhändelser och klimatförändringens effekter på energisystemet*. Slutrapportering av regeringsuppdrag, ER 2009:33. Eskilstuna

Energimyndigheten och Naturvårdsverket. 2007. *Den svenska klimatstrategins utveckling. En sammanfattning av Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008*. Eskilstuna och Stockholm.

Energivärlden. 2009. Tema CCS. Nr 1 2009.

EU. 2003a. *Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/54/EG av den 26 juni 2003 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om upphävande av direktiv 96/92/EG*.

EU. 2003b. *Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport*.

EU. 2006. *Rådets direktiv 2006/67/EG av den 24 juli 2006 om en skyldighet för medlemsstaterna att inneha minimilager av råolja och/eller petroleumprodukter*.

EU. 2009a. *Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020*.

EU. 2009b. *Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/29/EG av den 23 april 2009 om ändring av direktiv 2003/87/EG i avsikt att förbättra och utvidga gemenskapssystemet för handel med utsläppsrätter för växthusgaser*.

EU. 2009c. *Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/28/EG av den 23 april 2009 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor och om ändring och senare upphävande av direktiven 2001/77/EG och 2003/30/EG*.

EurActiv. 2009. First steps to bring Saharan solar to Europe, July 22nd www.euractiv.com.

EurActiv. 2010a. Liberalising the EU energy sector <http://www.euractiv.com/> Besökt 2010-03-10.

EurActiv. 2010b. World's largest solar project set to gain new partners, February 23rd www.euractiv.com.

Euroobserver. 2010. *Wind Power Barometer*, <http://www.euroobserver.org/pdf/baro195.pdf>

European Commission. 2008. *HyWays – the European Hydrogen Roadmap*. Directorate-General for Research, Directorate K – Energy.

European Commission. 2009. Communication from the commission to the council and the European parliament *Report on progress in creating the internal gas and electricity market*, COM (2009)115.

European Economic and Social Committee. 2010. A positive step towards the security of gas supply, Press release 21 January 2010, CES/10/7.

Europeiska unionens råd. 2007. Europeiska rådets energihandlingsplan 2007-2009. Energipolitik för Europa. Bilaga till *Europeiska rådet i Bryssel den 8-9 mars 2007. Ordförandeskapets slutsatser*, 7224/07.

Eurostat. 2009, *Panorama of Energy, Energy statistics to support EU policies and solutions*, Eurostat Statistical Books, 2009 edition

Evans, K. 2009. The Future of Electric Vehicles: Setting the Record Straight on Lithium Availability. *Journal of Energy Security*, August 2009
<http://www.ensec.org/>

EWEA. 2010., *The European offshore wind industry – key trends and statistics 2009*. The European Wind Energy Association. www.ewea.org .

Falk, M. 2008. Bioenergi inget hot mot industrin, i *Skogsvärden* Nr. 3 2008, www.skogssallskapet.se/skogsvarden

Fenger, J. (ed.) 2007. *Impacts of Climate Change on Renewable Energy Sources. Their role in the Nordic energy system. A comprehensive report resulting from a Nordic Energy research project*. Nord 2007:003. Nordiska ministerrådet, Köpenhamn.

Fettweiss C. J. 2009. No blood for oil. Why resource wars are obsolete. i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Contemporary Military, Strategic, and Security Issues, Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Fidje, A., Martinsson, T. 2007. Solar energy. In Fenger, J. (ed.) (2007). *Impacts of Climate Change on Renewable Energy Sources. Their role in the Nordic energy system. A comprehensive report resulting from a Nordic Energy research project*. Nord 2007:003

Fischer G. m.fl. 2005. *Säkring av Viktig Infrastruktur – Syntesrapport från forskningsprogrammet SAVI*. FOI-R--1547--SE, Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

FN. 2005. Central Asia, Map No. 3763 Rev.6 United Nations, Department of Peacekeeping Operations, Cartographic Section.

Foster, J. 2010. Afghanistan, the TAPI Pipeline, and Energy Geopolitics, *Journal of Energy Security*, March 2010 Issue.

Frost C., Barck-Holst S., Ånäs P. Lökvist Andersen A-L. 2004. *Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning*, FOI-R-1163--SE, Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Försvarsmakten 2009. *Rapport från perspektivstudien 2009 – Det militärstrategiska utfallsrummet*, PERP rapport 2009. Högkvarteret, Stockholm.

Garibaldi, I. 2008, NATO and European Energy Security, *European Outlook*, No 1, March 2008. American Enterprise Institute for Public Policy Research. http://www.aei.org/docLib/20080402_EuONo1_g.pdf

Gautier, D.L. 2009. Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic. *Science* 29 May 2009: Vol. 324. no. 5931, pp. 1175 – 1179

German Aerospace Center. 2005. *Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region*. German Aerospace Center (DLR) Institute of Technical Thermodynamics Section Systems Analysis and Technology Assessment, commissioned by Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety Germany.

German Aerospace Center. 2006. *Trans-Mediterranean Interconnection for Concentrating Solar Power*, Institute of Technical Thermodynamics, Section Systems Analysis and Technical Assessment, German Aerospace Center

German Aerospace Center 2007. *Concentrating Solar Power for Seawater Desalination*. German Aerospace Center (DLR) Institute of Technical Thermodynamics Section Systems Analysis and Technology Assessment, commissioned by Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety Germany.

Giroux J och Hilpert C. 2009. The relationship between energy infrastructure attacks and crude oil prices. *Journal of Energy Security*, October 27th 2009. <http://www.ensec.org/>

Gode, J., Axelsson, J., Eriksson, S., Hovsenius, G., Kjellström, E., Larsson, P., Lundström, L., Persson, G. 2007. *Tänkbara konsekvenser för energisektorn av klimatförändringar. Effekter, sårbarhet och anpassning*. Rapport nr 07:39, Elforsk, Stockholm.

Granhölm, N. 2009. Arktis – ny utmaning för Sverige. I Granhölm, N., Malminen, J., Rydqvist, *Strategisk utblick 2009. Säkerhetspolitisk försränning?* s. 24-26. FOI-R--2745--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Granhölm, N., Kiesow, I. 2010. *Olja och gas i ett nytt och förändrat Arktis. Energifrågans utveckling mot bakgrund av regionens strategiska dynamik*. FOI-R--2971--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Greene D. 2010. Measuring energy security: Can the United States achieve oil independence? *Energy Policy*, **38**, 1614-1621.

Greenpeace .2008. *World's largest photovoltaic power plants*. Greenpeace Energy.

Grom, J. 2009. Arctic May Boost Oil and Gas Reserves. *ScienceNOW* Daily News 28 May 2009

Grubb M., Butler L., Twomwy P. 2006. Diversity and security in UK electricity generation: The influence of low-carbon objectives. *Energy Policy*, **34**, 4050-4062.

Guardian. 2006. Morales' Gas Nationalization Complete. October 29th www.guardian.co.uk.

Guardian. 2008. Germany drops 'roadmap to biofuels' for cars, April 8th, <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/apr/08/biofuels.travelandtransport>

Haldén P. 2007. *The Geopolitics of Climate Change: Challenges to the International System*. FOI-R—2377—SE FOI, Stockholm.

Hansson H., Larsson S-E., Nyström O., Olsson F., Ridell B. 2007. *El från nya anläggningar -2007. Jämförelse mellan olika tekniker för elgenerering med avseende på kostnader och utvecklingstendenser*. Rapport 07:50, Elforsk, Stockholm.

Haraldsson, K., Grundfelt, E. 2007. *Nationalisering av naturresurser*. Sammanfattning av NOG-seminarium den 15 november 2007, baserat på föredrag av Marian Radetzki, Juan Carlos Boué och Robert Larsson.

Harriman D. 2010. *Brussels without muscles. A Critical Examination of the EU's Limited Political Capacity in the Gas Relation with Russia* FOI-R--2969--SE Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Hedenus F. Azar C., Johansson D. J. A., 2010. Energy security policies in EU-25 – The expected cost of oil supply disruptions, *Energy Policy*, **38**, 1241-1250.

HM Government. 2008. *Meeting the Energy Challenge, A White Paper on Nuclear Power*. Department for Business, Enterprise & Regulatory Reform, Januari 2008, London.

HM Government. 2009a, *The UK Low Carbon Transition Plan, National strategy for climate and energy*. London.

HM Government 2009b, *UK Renewable Energy Strategy*. London.

HM Government. 2009c. *The UK Low Carbon Transition Plan, Analytical Annex*. London.

HM Government. 2010, *Government Response to the first annual Progress Report of the Committee on Climate Change*. London.

Hoogwijk M., Faaij A., van den Broek R., Berndes G., Gielen D., Turkenburg W. 2003. Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy, *Biomass and Bioenergy*, **25**, 119-133.

Howell S. 2009. Jia You! (Add Oil!) Chinese Energy Security Strategy. i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Hunt A., Markyandra A. and Arnold S. 2007. Some macro-economic estimates of energy security externalities, *Proceedings of the NEEDS Forum 2. Energy Supply Security – Present and Future Issues, Krakow, Poland 5-6 July 2007*.

Huntington H. G. Shares, gaps and the economy's response to oil disruptions, *Energy Economics*, **26**, 415-424.

Hurst C. 2009. Liquefied natural gas: The next price, i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Höök M., Söderbergh B. och Aleklett K. 2009 Future Danish Oil and Gas Export, *Energy*, **34**, 1826-1834.

IEA. 1974. *Agreement on an international energy program* As amended 25 September 2008 <http://www.iea.org/about/docs/IEP.PDF>

IEA. 2005. *Lessons from liberalised electricity markets*, International Energy Agency, Paris.

IEA. 2007. *World Energy Outlook 2007. China and India Insights*. International Energy Agency, Paris.

IEA. 2007a. *Energy Security and Climate Policy. Assessing Interactions*. IEA/OECD, Paris.

IEA 2007b, *Energy Policies of IEA Countries, Germany 2007 Review*. IEA/OECD, Paris.

IEA 2007c, *Energy Policies of IEA Countries, The United Kingdom 2006 Review*. IEA/OECD, Paris.

IEA. 2008a. *World Energy Outlook 2008*, IEA/OECD, Paris.

IEA 2008b. *Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios and strategies to 2050*. International Energy Agency, Paris.

IEA. 2009. *World Energy Outlook 2009*, IEA/OECD, Paris.

IEA 2009b. *Lessons Learned from the Energy Policies of IEA Countries, Key Cross-cutting Issues 2007/2008*, IEA Information Paper, September 2009, Paris

International Crisis Group. 2007. *Central Asia's energy risks*. Report No. 133. www.crisisgroup.org

Jansen J. C., van Arkel W. G., Boots M. G. 2004. *Designing indicators of long-term energy supply security*, ECN-C--04-007.

Johansson B. 1996. Will Swedish Biomass be Sufficient for Future Transportation Fuel Demands? *Energy - the International Journal*, **21**, 1059-1069.

Johansson B. 2009. Will reductions on CO2 emissions require reductions in transport demand? *Energy Policy*, **37**, 3212-3220.

Johansson, B., Jonsson, D.K. 2009, *Transportsektorns energiförsörjning. En utblick med ett europeiskt perspektiv*. FOI-R--2724--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Johansson L. Molander P. Steen P. 1983. *Säkerhetspolitiska aspekter på energiförsörjningen*. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm.

Jonsson D. K., Atarodi A., Dreborg K. H., Hellström J., Johansson B., Larsson R. L., Magnusson R., Östensson M. 2009. *Energisäkerhet: syntes och sammanfattning av ett tvåårigt forskningsprojekt för Försvarmakten*, FOI-R--2839--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Jun E., Kim W. och Chang S. H. 2009 The analysis of security cost for different energy sources, *Applied Energy*, **86**, 1894-1901

Kempton W. och Tomic J. 2005. Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large scale renewable energy. *Journal of Power Sources*, **144**, 280-294.

Kesicki F. 2010. The third oil price surge – What different this time? *Energy Policy*, **38**, 1596-1606.

Kidd, S. 2009. *Nuclear in France – what did they get right?* Nuclear Engineering International. June 22 issue, 2009.

Kiesow I. 2004. *China's Quest for Energy: Impact upon Foreign and Security Policy*, FOI-R--1371--SE, Swedish Defence Research Agency, 172 90 Stockholm.

Kjärstad J. Jonsson F. 2009. Resources and future supply of oil, *Energy Policy*, **37**, 441-464.

Kjølle G. 2009. Security of electricity supply. Different elements and influencing factors. Presentation December 2009.

Klare M. T. 2009. There will be blood: political violence, regional warfare, and the risk of great-power conflict over contested energy resources, i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Klimat- och sårbarhetsutredningen. 2007. *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*. SOU 2007:60, Fritzes, Stockholm.

Knies, G. 2008. *EU-MENA solar power partnership for energy, water and climate security case for a joint policy on clean power from deserts (the DESERTEC Concept)*. TREC, the Club of Rome.

Koknar A. M. 2009. The epidemic of energy terrorism, i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*., Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Kolesnikov A. Kutcherov V., och Goncharovs, A. 2009. Methane-derived hydrocarbons produced under upper-mantle conditions, *Nature Geoscience*, **2**, 566-570.

Kommissionen mot oljeberoende. 2006. *På väg mot ett oljefritt Sverige*. Stadsrådsberedningen, Stockholm.

Krisberedskapsmyndigheten. 2007. *Beroende- och konsekvensanalys, energi. Offentligt arbetsmaterial från KBM:s projekt Samhällskritiska beroenden*, 2007-05-20, Dnr 0021/2007.

Kromer, M.A., Joseck, F., Rhodes, T., Guernsey, M., Marcinkoski, J. 2009. Evaluation of a platinum leasing program for fuel cell vehicles. *International Journal of Hydrogen Energy*, **34:19**, 8276-8288.

Kruyt B. van Vuuren D. P., de Vries H. J. M. och Groenenberg H. 2009. Indicators for energy security, *Energy Policy*, **37**, 2166-2181.

Laksjö Ö. 2006. *Att fråga om och mäta säkerhet i vardagen: En litteraturstudie*, Räddningsverket, Karlstad.

Larsson R. L. 2006. *Energisäkerhet. Sveriges och Europas beroende av importerade energibärare*. FOI-R--2092--SE, Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Larsson R. L. 2007. *Tackling dependency: The EU and its Energy Security Challenges*. FOI-R--2311--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Larsson R. L. 2008. Arktis och energifrågorna i Granholm m.fl., *Arktis – strategiska frågor i en region i förändring*, FOI-R--2469--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Le Coq, C., Paltseva, E. 2008, *Common Energy Policy in the EU: The Moral Hazard of the Security of External Supply*, SIEPS 2008:1, Svenska institutet för europapolitiska studier, Stockholm.

Le Coq C. och Paltseva E. 2009 Measuring the security of supply in the European Union, *Energy Policy*, **37**, 4474-4481.

Leijonhielm J., Hedenskog J., Knoph J. T., Larsson R. L., Oldberg I., Roffey R., Tisell M., Westerlund F. 2009. *Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv – ambitioner och utmaningar 2008*, FOI-R--2707--SE, Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Leonard M., Popescu N. 2007. *A Power Audit of the EU-Russia Relations*, Policy Paper, European Council on Foreign Relations (ECFR), November 2007.

Luft G. 2009. United States: A Shackled Superpower i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Luft, G. 2010. The Falkland Islands: A New Frontier in the 21st Century Resource War? *Journal of Energy Security*. March 2010 Issue.

Luft G. och Korin A. 2009. Energy Security. In the eyes of the beholder. i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Lönnroth, M., Johansson, Thomas, B., Steen, P. 1978, *Sol eller Uran – att välja energiframtid*. LiberFörlag, Stockholm.

Löschel A, Moslener U., Rübelke D. T.G. 2010. Indicators of energy security in industrialised countries, *Energy Policy* **38**, 1665-1671.

Maugeri L. 2009. Squeezing more oil from the ground. *Scientific American*, October 2009, p 36-43.

Nilsen P., Hudson D. S., Kullberg A., Timpka T., Ekman R., Lindqvist K. 2007. Making sense of safety. *Inj Prev*, **10**, 72-73.

Nincic D. J. 2009. Troubled Waters: Energy Security and Maritime Security. i Luft G. and Korin A. (Eds.) *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, Denver, Colorado, Oxford, England.

Noël P. 2008. *Beyond dependence: How to deal with Russian gas*. European Council on Foreign Relations. www.Ecfr.eu.

Nuclear Energy Agency .2006. *Forty Years of Uranium Resources, Production and Demand in Perspective*. The red Book Retrospective. NEA No. 6096. OECD.

Nuclear Energy Agency .2008. *Uranium 2007: Resources, Production and Demand*. NEA No. 6345. OECD.

Nutall W. J. Manz D. L 2008. A new energy security paradigm for the twenty-first century, *Technological Forecasting & Social Change*, 75, 1247-1259.

OECD-FAO .2009. Agricultural Outlook 2008-2017. Database. OECD/FAO.

Ofgem. 2010., *Action needed so energy supplies remain secure: Ofgem's Project Discovery Findings* Factsheet 88, 2010-15-02, Office of the Gas and Electricity Markets,
<http://www.ofgem.gov.uk/Media/FactSheets/Documents1/discoveryfs.pdf>

Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Eds.) 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Pronińska K. 2007. Energy and security: regional and global dimensions. i *SIPRI Yearbook 2007. Armaments, Disarmament and International Security*. SIPRI, Stockholm.

Regeringen. 2002. *Samverkan för en trygg, effektiv och miljövänlig energiförsörjning*. Proposition 2001/02:143.

Regeringen. 2008. *Stärkt krisberedskap – för säkerhets skull*, Proposition 2007/08:92.

Regeringen 2009a. *Ett användbart försvar*, Proposition 2008/09:140.

Regeringen 2009b. *En sammanhållen energi- och klimatpolitik. Klimat*. Proposition 2008/09:162.

Regeringen 2009c. *En sammanhållen energi- och klimatpolitik*. Energi. Proposition 2008/09:163.

Regeringen 2010. *Höjt mål och vidareutveckling av elcertifikatsystemet*. Proposition 2009/10:133.

Regeringskansliet 2008. *Andra strategiska energiöversynen - tema försörjningstrygghet* Faktapromemoria 2008/09:FPM51, Näringsdepartementet.

Renewable Fuels Association. 2008. *Industry Statistics: 2008 World Fuel Ethanol Production*. <http://www.ethanolrfa.orgistics>

Reuters. 2008a. German govt cuts 2009 biofuels blending target, October 22nd. <http://www.reuters.com/article/idUSTRE49L2GW20081022>.

Reuters. 2008b. Biofuels blamed for food price crisis. July 4th <http://www.reuters.com/article/idUSL0340750020080704>

Reuters 2009a. FACTBOX German parties' plans on energy policy <http://www.reuters.com/article/idUSLN30254220091024>

Reuters. 2009b. FACTBOX: Controversial German coal-fired power plant projects, September 17th, www.reuters.com/article/idUSTRE58G33020090917

Rosner, K. 2010. China Scores Again in Energy: Russia & Central Asia. *Journal of Energy Security*, January 12th, 2010.

Rudea. 2010. <http://rudea-energy.com/de/start>. Besökt 2010-03-12.

Råde, I. 2001. *Requirement and Availability of Scarce Metals for Fuel-Cell and Battery Electric Vehicles*. Doktorsavhandling, Chalmers, Göteborg.

SCB. 2008. *Energianvändningen inom jordbruket 2007*. Stockholm.

SCB. 2009. *Statistisk årsbok*. SCB, Stockholm.

Sjöfartens bok. 2008. Svensk sjöfarts tidning nr 23, 5 december 2008.

Smeets, E.M.W., H.M. Junginger, A.P.C. Faaij, A. Walter, Dolzan, P. (2006). *Sustainability of Brazilian bio-ethanol*. Report commissioned by SenterNovem, the Netherlands Agency for Sustainable Development and Innovation. Unit Science, Technology and Society, Copernicus Institute, Utrecht University, Utrecht, the Netherlands, NWS-E-2006-110, August 2006

SMHI. 2007. Klimatunderlag från SMHI till Klimat- och sårbarhetsutredningen.

SPI. 2004. *Välkommen till oljans värld - från källa till konsument*. www.spi.se. Besökt 2010-03-11.

SPI. 2008. *Branschfakta 2008*. Stockholm.

Statoil. 2010. The first hydrogen society. <http://www.statoil.com/en/newsandmedia/multimedia/features/pages/hydrogensociety.aspx>

Svensk Energi. 2007. *Klimat- och sårbarhetsutredningen, elförsörjning i Sverige*. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Svensk Energi .2009. *Elåret 2008*. Stockholm.

Svenska kolinstitutet. 2008. *Kolåret 2007-2008*. <http://www.kolinstitutet.se/Kolaret2007-2008.pdf>

Svenska kolinstitutet. 2010. <http://www.kolinstitutet.se/prisbildningen.htm>. Besökt 2010-03-19.

Svenska Kraftnät. 2007. Konsekvenser för Svenska Kraftnäts anläggningar p.g.a. klimatförändringar. Underlagsrapport utarbetad för Klimat- och sårbarhetsutredningen

Söderholm P. 2003. Reflections on the Oil Depletion Controversy. *Minerals & Energy*, **18 (2)**, 2-6.

Tallberg, J. 2007, *Bargaining Power in the European Council*, SIEPS 2007:1. Svenska institutet för europapolitiska studier, Stockholm.

Telegraph 2009. Britain and Argentina lodge rival claims to seabed around Falklands. May 12th www.telegraph.co.uk

Telegraph 2010. Royal Navy warships on standby over Falklands oil dispute. Feb 18th www.telegraph.co.uk

Transparency International 2009. 2008 Corruption Perception Index. www.transparency.org

Turton H. and Barreto L. 2006. Long-term security of supply and climate change, *Energy Policy*, **34**, 2232-2250.

Umbach, F. 2008, Germany's Energy Insecurity, *Journal of Energy Security*, oktober 2008

Umbach F. 2010. Global energy security and the implications for the EU. *Energy Policy*, **38**, 1229-1240.

U.S. Geological Survey. 2009. Mineral commodity summaries 2009. U.S. Geological Survey.

US Energy Information Administration .2009.
http://tonto.eia.doe.gov/energy_in_brief/world_oil_market.cfm

U.S. Energy Information Administration (2010)
http://www.eia.doe.gov/cabs/United_Kingdom/Background.html Besökt 2010-03-19.

Utredningen om en samordnad reglering på kärnteknik- och strålskyddsområdet. 2009. *Kärnkraft – nya reaktorer och ökat skadeståndsansvar*. SOU 2009:88.

Utredningen om översyn av ransonseringslagen och prisregleringslagen. 2009a. *En ny ransonserings och prisregleringslag*, SOU 2009:69.

Utredningen om översyn av ransonseringslagen och prisregleringslagen. 2009b. *Ransonering och prisreglering i krig och fred*, SOU 2009:3.

Winstone R., Bolton P., Gore D. 2007. *Energy Security*, Research Paper 07/42. House of Commons Library, London, UK.

World Energy Assessment. 2000. *Energy and the challenge of sustainability*. United Nations Development Programme, United Nations Department of Economic and Social Affairs, World Energy Council, New York.

World Nuclear Association 2010a. Uranium supplies. <http://www.world-nuclear.org/info/inf75.html>. Besökt 2010-01-22.

World Nuclear Association. 2010b. Uranium markets <http://www.world-nuclear.org/info/inf22.html>. Besökt 2010-01-22.

World Nuclear Association. 2010c. Uranium and Nuclear Power in Kazakhstan. <http://www.world-nuclear.org/info/default.aspx?id=346&terms=kazakhstan>. Besökt 2010-03-30.

Åkerlund J., Mannikoff A., Bollen M., Berglund S-E., Grape U., Johnson T. 2006. *Elöverföring av god kvalitet. Förstudie av Projekt Elkvalitet II- planering av framtidens överföring av el med god kvalitet*. Elforsk rapport 06:81, Stockholm.

Östensson, M., Jonsson, D.K., Magnusson, R., och Dreborg, K.H. 2009. *Energi och säkerhet: framtidsinriktade omvärldsanalyser för Försvarsmakten*. FOI-R--2637--SE FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.

Appendix. Energisäkerhet i EU – beslutsfunktioner och ansvarsförhållanden

David Harriman

Energi är i grunden ett EU-gemensamt politikområde såtillvida att EU-kommissionen arbetar för ett utökat (överstatligt) samarbete mellan unionen och medlemsstaterna. I praktiken ligger dock den verkliga kompetensen och förmågan att agera hos de enskilda medlemsstaterna. Energi är nära förknippat med suveränitet och nationell säkerhet och därmed också nationella intressen. Över tid har det dock vuxit fram en viss enighet mellan olika EU-länder om att beroendet av fossila bränslen är ett problem för energisäkerheten. Stater med så skilda energimixer som Frankrike, Polen, Storbritannien och Tyskland har alla uttryckt oro för detta.³⁸⁶

I stort sett agerar ingen av medlemsstaterna utifrån ett gemenskapsperspektiv även om de ofta företräder policys som ligger mer eller mindre i linje med EU-kommissionens överstatliga inriktning. Bland de nya medlemsstaterna (EU-12) finns t.ex. ett stöd för en gemensam energipolitik framförallt i termer av att EU ska tala med en röst i energifrågor, men detta är i grunden ett sätt för dem att sprida risken med deras ensidiga energiberoende (främst av rysk gas) inom unionen. Även om exempelvis Polen har stött solidaritetsprincipen, d.v.s. att andra medlemsstater ska komma till undsättning i händelse av leveransproblem, och en gemensam energipolitik innebär inte det att de är villiga att ge EU-kommissionen större befogenhet över medlemsstaterna på energiområdet.

Även de stora länderna, d.v.s. Frankrike, Storbritannien och Tyskland, stödjer en mer kollektiv EU-ansats i energipolitiken framförallt när det gäller de externa relationerna. Dessa stater har dock större möjligheter att agera på egen hand utanför EU än t.ex. Baltstaterna och Polen, vilket gör att de inte är lika beroende av en gemensam energipolitik. Därför är inte heller de stora medlemsstaterna intresserade av att föra över större befogenhet till EU-kommissionen. Kort sagt, även om många medlemsstater ser en fördel med att EU talar med en röst i

³⁸⁶ Geden, Oliver, Marcelis, Clémence och Maurer, Andreas (2006) *Perspectives for the European Union's External Energy Policy: Discourse, Ideas and Interests in Germany, the UK, Poland and France*, SWP Berlin, Working Paper FG 1, 2006/17, december 2006, s. 9-10 (på internet: http://www.swp-berlin.org/common/get_document.php?asset_id=3521 (nedladdad 9 mars 2010)).

energifrågor så är de ovilliga att överföra den kompetens till EU-kommissionen som skulle möjliggöra det.

Oviljan att föra över befogenhet till EU-kommissionen förklarar också den stärkta mellanstatliga karaktär som energisamarbetet fått i och med Lissabonfördraget. Juridiskt sett medför fördraget att europaparlamentet och ministerrådet får gemensam beslutanderätt inom energiområdet och att dessa två instanser ansvarar för att lägga grunden för EU:s gemensamma energipolitik. EU-kommissionen fungerar fortsatt som initiativtagare men får inte någon egentlig ökad makt som t.ex. europaparlamentet. Dessutom inkluderar fördraget en passus om att EU:s mål på energiområdet ska uppnås i en anda av solidaritet mellan medlemsstaterna (se avdelning XXI, artikel 194). Sannolikt är det ett försök att markera att medlemsstaterna bör försöka tänka på det EU-gemensamma men att inga explicit bindande krav finns. Sammantaget pekar dessa omständigheter mot att Lissabonfördraget är en förstärkning av EU:s energipolitik som ett mellanstatligt samarbete.

Lissabonfördraget medför en förändring av maktbalansen i EU:s ministerråd. Förvisso kommer det även framöver att krävas en bred uppslutning bland medlemsstaterna men fördraget innebär att stora länder som Frankrike och Tyskland får en större röstandel i omröstningar med kvalificerad majoritet. Detta leder inte nödvändigtvis till avgörande förändringar när det gäller energisäkerhet men innebär ändå en maktförskjutning som kan påverka EU:s energipolitik, inte minst då åsiktsyttringar inom unionen tenderar att följa Frankrike och Tysklands (och Storbritanniens) positioner. Tidigare har både Frankrike och Tyskland varit skeptiska mot en integrering av EU:s energimarknad vilket kan ses mot bakgrund av länderna har stora energiföretag som tjänar på den nuvarande marknadsstrukturen. Utifrån det perspektivet är Lissabonfördragets förändring av maktbalansen i rådet intressant att notera gällande utvecklingen av EU:s energipolitik framöver.

Lissabonfördraget ger också rådet möjlighet att på förslag av EU-kommissionen i en anda av solidaritet besluta om lämpliga åtgärder i händelse av allvarliga energiförsörjningsproblem i medlemsstaterna (se avdelning VIII, artikel 122). Det faktum att frågan om försörjningsproblem inlemmats i Lissabonfördraget vittnar om att leveranssäkerhet fått en förhöjd betydelse när det gäller energisäkerhet. En viss förskjutning i diskussionen om importberoende kan alltså skönjas, men vad innebär det i praktiken? Förvisso är tanken att försörjningsproblemsartikeln ska fungera som ett skydd för utsatta medlemsstater i händelse av t.ex. en gaskris liknande den i januari 2009. Återigen pekar dock passusen ”i en anda av solidaritet” mot att inga bindande krav egentligen finns, vilket innebär att de medlemsstater som vill får bidra. Artikel om hantering av försörjningsproblem är således en viktig symbolisk utveckling av EU:s energisamarbete men dess faktiska effekter för energisäkerheten är osäkra framförallt då mandatet är svagt.

På det stora hela medför Lissabonfördraget förmodligen inte några avgörande förändringar för energisäkerheten. Därmed är sannolikheten också stor för att EU-kommissionen kommer att fortsätta ha formellt ansvar för energipolitiken, t.ex. genom sin initiativrätt, men att den reella kompetensen kommer att ligga kvar hos medlemsstaterna.

Det är dock viktigt att poängtera att konstitutionella förändringar inte nödvändigtvis är EU:s starkaste verktyg för att öka energisäkerheten inom unionen. Genom olika beslut har EU skaffat sig ett antal juridiska verktyg som skulle kunna ha konkret betydelse för energisäkerheten. Ett exempel är det så kallade tredje energipaketet rörande EU:s el- och gasmarknad som europaparlamentet och rådet enats kring – parlamentet godkände i sin tur denna överenskommelse i april 2009.³⁸⁷ Dess mest betydelsefulla bidrag är att det utgör ett steg mot en mer liberaliserad energimarknad inom EU genom att det skapar ett juridiskt skydd för konsumenter mot energimonopol. En grundläggande princip i paketet handlar om ägarskapsåtskillnad, så kallad ”unbundling”, vilket innebär att samma energiföretag inte ska producera gas eller el och samtidigt leverera den. Dessa regler ska som senast börja tillämpas av medlemsstaterna den 3 mars 2013.

Samtidigt innehåller principen olika grader av ägarskapsåtskillnad från full åtskillnad till en modell med en självständig transmissionsoperatör (ITO). I princip innebär det att företagen kan behålla ägandet i form utav dotterbolag. EU-kommissionen har förespråkat full ägarskapsåtskillnad alternativt ett system där driften av nätverken överförs till en oberoende systemoperatör (ISO). ISO-modellen innebär att företag kan fortsätta äga nätet under förutsättning att det *de facto* drivs av ett oberoende företag eller organ. Ministerrådet å andra sidan har förespråkat den mer modesta ITO-modellen. I det avseendet tydliggörs skillnaderna mellan kommissionen och rådet med den förres fokus på det EU-gemensamma och den senares fokus på staternas nationella intressen. Till saken hör också att länder som Estland, Lettland och Litauen är undantagna från ägarskapsåtskillnadsvillkoren. Samtidigt har dessa länder ett betydande gasberoende och ett stort ägarinflytande från energiföretag som tyska E.ON Ruhrgas samt ryska Gazprom och Itera. Under sådana förutsättningar riskerar marknadsstrukturer som inte främjar liberalisering att fortsätta att existera.

Ett annat exempel är EU:s antitrustlagstiftning som just möjliggör för unionen att bemöta snedvriden konkurrens på den europeiska energimarknaden genom att den försvårar för monopolbildning. Under 2009 har EU-kommissionen uppmärksammat flera antitrustfall gällande franska, italienska och tyska

³⁸⁷ Europaparlamentet (2009) "The third energy package and the protection of European energy consumers", frågor till Kommissionen, 26 november 2009 (på internet: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+CRE+20091126+ANN-01+DOC+XML+V0//SV&language=SV&detail=H-2009-0408&query=QUESTION> (nedladdad 9 mars 2010)).

energiföretag. Om liknande uppmärksamhet riktas mot Öst- och Centraleuropa skulle existerande antitrustlagstiftning kunna bidra till ökad energisäkerhet i termer av att minska riskerna för politiska påtryckningar från aktörer som kontrollerar energiresurser. I det avseendet är alltså inte bristen på beslut själva problemet utan den begränsade implementeringen. Detta får bedömas som anmärkningsvärt givet Gazproms starka ägarinflytande i Baltstaterna och dessa länders oro för ryska påtryckningar.

Den svenska regeringen har uttryckt viss oro för att frågan om energisäkerhet och importberoende är på väg att begränsas till en diskussion om nya infrastrukturdragningar och kris- och solidaritetsmekanismer. Förvisso betonar regeringen att detta är viktiga aspekter men att den bästa vägen bort från importberoende är energieffektiviseringar och utveckling av förnybar energi. Generellt sett har de nya medlemsstaterna (EU-12) fäst störst vikt vid åtgärder som relaterar till leveranssäkerhet, t.ex. infrastrukturutbyggnad och olika kris- och solidaritetsmekanismer, för att komma åt importberoendet. Det andra lägret, framförallt de gamla medlemsstaterna (EU-15), har snarare betonat kopplingen mellan klimatåtgärder och försörjningstrygghet, d.v.s. att förnybar energi och energieffektiviseringar utgör det främsta sättet att minska importberoendet.³⁸⁸ Frågan är om denna åtskillnad kan påverka genomförandet av EU:s övriga energipolitiska mål, t.ex. att medlemsstaterna ska minska utsläppen av växthusgaser med 20 %, öka användningen av förnybar energi med 20 % och öka energieffektiviseringen med 20 % till år 2020. I dagsläget finns det risk för det. Exempelvis har den ekonomiska krisen tvingat länder som Litauen att under en förutsebar framtid importera fossila bränslen istället för att satsa på utveckling av förnybar energi. I ljuset av sådana omständigheter kan det därför inte uteslutas att genomförandet av EU:s energipolitiska mål påverkas negativt av medlemsstaternas skilda syn på hur importberoendet snabbast bör åtgärdas.

I det sammanhanget är det intressant att notera att EU hittills varit mer framgångsrikt när det gäller att driva på klimatåtgärder än åtgärder för leveranssäkerhet (EU är t.ex. i fortsatt stort behov av utökad gemensam el- och gasinfrastruktur). Det beror delvis på EU saknat en gemensam strategi för leveranssäkerhet – exempelvis har EU-kommissionen och medlemsstaterna varit splittrade över den rysk-tyska gasledningen Nord Stream. Det beror också på att EU-kommissionen och de gamla medlemsstaterna tidigare inte prioriterat detta på samma sätt. T.ex. togs klimatperspektivet upp i EU:s första Strategiska energiöversyn och resulterade bl.a. i EU:s 20-20-20-mål till 2020 medan försörjningstrygghet togs upp först i den andra Strategiska energiöversynen från 2008. Under 2009 förde EU fram olika initiativ för att integrera unionens energimarknad och i mars 2010 meddelade EU-kommissionen att ca 980 miljoner euro ska satsas på att sammankoppla gasledningar och elnät mellan

³⁸⁸ Näringsdepartementet (2008), *Andra strategiska översynen – tema försörjningstrygghet*, Faktapromemoria 2008/09:FPM51.

olika medlemsstater samt på att möjliggöra motsatta flöden i existerande ledningar i Centraleuropa.

När det gäller Östersjöregionen har EU tagit fram en ambitiös handlingsplan som EU-kommissionen står bakom som bl.a. går ut på att sammankoppla infrastruktur mellan Danmark, Estland, Finland, Lettland, Litauen, Polen, Sverige och Tyskland. Handlingsplanens genomförande är dock i ett tidigt skede och är dessutom ett flerårigt projekt varför det är för tidigt att bedöma effekterna för energisäkerheten. Samtidigt har bristen på gemensam infrastruktur tidigare varit ett grundproblem för EU när det gäller att skapa en gemensam marknad vilket gör det till ett viktigt initiativ. Gaskrisen 2009 mellan Ukraina och Ryssland har också bidragit till att accentuera frågan om försörjningstrygghet och stärkt dess plats på den politiska agendan.

Sedan krisen har EU bl.a. arbetat med att utveckla olika krislösningsmekanismer och krisplaner för att hantera eventuella framtida leveransstopp. T.ex. ska medlemsstaterna, enligt ett förslag från EU-kommissionen bygga upp en tillräcklig kapacitet i kvarvarande infrastruktur (d.v.s. den som inte påverkas av leveransstoppet) så att de vid en kris klarar energibehovet under 60 dagar i ett värsta vädersscenario.³⁸⁹ Detta ska ha uppfyllts till mars 2014. Även om såväl krisplaner som EU-finansiering av infrastrukturprojekt är viktiga initiativ så indikerar det en prioriteringsordning gällande EU:s agerande för att åtgärda sitt importberoende av energi. Detta ska också ses mot bakgrund av att de olika stimulanspaketen efter den ekonomiska krisen erbjuder en möjlighet för EU att satsa ännu mer på energieffektivisering och utveckling av förnybar energi inom ramen för dessa stödåtgärder. Givet dessa omständigheter kan man säga att det pågår en viss omdefiniering av energisäkerhet från ett användarproblem till mer av ett leveransproblem. Detta kan i sin tur ha betydelse för framtida åtgärdssatsningar.

³⁸⁹ European Commission (2009) "Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council concerning measures to safeguard security of gas supply and repealing Directive 2004/67/EC", COM(2009) 363 Final, 16 July 2009.