



Klimatpolitik och energisäkerhet: konflikter och synergier

Bengt Johansson, Daniel K Jonsson, André Månsson,
Lars J Nilsson, Måns Nilsson

Bengt Johansson, Daniel K Jonsson, André
Månsson, Lars J Nilsson, Måns Nilsson

Klimatpolitik och energisäkerhet: konflikter och synergier

Bild/Cover: Trons/TT

Titel	Klimatpolitik och energisäkerhet: konflikter och synergier
Title	Climate Policy and Energy Security: Conflicts and Synergies
Rapportnr/Report no	3896
Månad/Month	September
Utgivningsår/Year	2014
Antal sidor/Pages	67 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Energimyndigheten
Forskningsområde	5. Krisberedskap och samhällssäkerhet
Projektnr/Project no	B1026
Godkänd av/Approved by	Maria Lignell Jakobsson
Ansvarig avdelning	Försvarsanalys

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Förord

Denna rapport sammanfattar ett tre och ett halvt år långt forskningsprojekt med namnet ”Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten”. Projektet, som har finansierats av Energimyndigheten inom ramen för dess AES-program, har varit ett samarbetsprojekt mellan FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut, avdelningen för miljö- och energisystem vid Lunds universitet och SEI, Stockholm Environment Institute. Syftet med projektet har varit att studera vilka effekter en klimatpolitiskt driven omställning av energisystemet kan få för energisäkerheten sett i vid bemärkelse. Projektet har resulterat i ett antal publikationer vilka redovisas i bilaga A.

Till projektet har en referensgrupp varit knuten som på många sätt har bidragit med värdefulla synpunkter under projektets gång. I referensgruppen har följande ingått: Johan Askerlund, Försvarsmakten, Urban Bergström, Energimyndigheten, Eva Jernbäcker, Naturvårdsverket, Lars Karlström, Svenska kraftnät och Maria Wahlberg, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Under arbetet med slutrapporten har värdefulla synpunkter även erhållits från Eva Mittermaier och Richard Langlais.

Sammanfattning

För att begränsa risken för allvarliga klimatförändringar måste utsläppen av växthusgaser minskas kraftigt. Detta kommer att kräva en omställning av energisystemet där energieffektivisering och en ökad elektrifiering, förnybar energi, avskiljning och lagring av koldioxid samt kärnkraft kan få stor betydelse.

I denna rapport analyseras hur en sådan omställning kan påverka olika aspekter av energisäkerhet. Det rör sig bland annat om försörjningstryggheten och risken för energibrist och volatila priser, risken för negativa konsekvenser för energiexportörers ekonomi, risken för att energi bidrar till konflikter och används som politiskt påtryckningsmedel samt risken för att olyckor och andra oönskade händelser kan leda till hot mot människors hälsa och miljön, en risk som även kan uppkomma vid normal drift.

Enligt våra analyser finns det inget som motsäger att framtida energisystem med låga utsläpp av växthusgaser kan vara minst lika säkra som dagens huvudsakligen fossilbaserade system. Vad gäller många aspekter ser vi i stället betydande fördelar. Energieffektivisering och förnybar energi är huvudsakligen bra för såväl klimat som energisäkerhet men löser inte alla problem. Omställningen kommer att kräva ökad integrering av elmarknader. Under omställningsperioden är det också viktigt att ekonomiska resurser och kompetens tillförs expanderande energislag, samtidigt som tillräckliga resurser och kompetens bibehålls för energislag på tillbakagång. Detta behövs för att inte energisäkerheten ska sjunka för dessa. Vidare måste de nya affärsmodeller, som krävs för att dra full nytta av effektiviserings- och förnybarhetspotentialen, kunna utvecklas i samspel med, eller ersätta, de gamla. Investeringar och nya regelverk kommer också att krävas för att de nya systemen ska kunna leverera en hög energisäkerhetsnivå i bred bemärkelse.

Det finns också en rad mer generella slutsatser kring energisäkerhet som kan sammanfattas i följande punkter:

- Det finns många sätt att mäta energisäkerhet på – men inga heltäckande.
- Vad man lägger in i begreppet energisäkerhet beror på vems säkerhet det gäller. Importberoende är ett ofta använt men trubbigt mått på energisäkerhet. Hur olika energisäkerhetsaspekter ska prioriteras är huvudsakligen en politisk snarare än en vetenskaplig fråga.
- Energisäkerhet handlar inte bara om olja och gas även om detta dominerar i den internationella diskussionen och litteraturen. Energisäkerhet för el och förnybara energisystem är också viktigt att studera. Den överordnade prioriteringen bör vara att säkra nyttan av energitjänster snarare än tillförseln av en viss mängd kWh.
- Man kan inte enkelt ranka energisäkerheten hos framtida system eftersom olika omvärldsfaktorer är avgörande för hur energisäkerheten påverkas av exempelvis klimatåtgärder. Många energisäkerhetsaspekter kommer dessutom att förändras oberoende av klimatomställningen.
- Det finns brister i hur energisäkerhet integreras med andra energipolitiska mål inom EU.
- Svensk energipolitik utgår från en global liberal marknadsstrategi men det är viktigt att ta hänsyn till att andra länder och aktörer på energimarknaden har andra utgångspunkter, t.ex. geopolitiska.

Mot bakgrund av kommande förändringar i energisystemen finns det anledning för Sverige att se över hanteringen av energisäkerhetsfrågorna, bland annat för en bättre framförhållning och en starkare samordning mellan olika departement, myndigheter och andra aktörer.

Nyckelord:

Klimatpolitik, energiomställning, energisäkerhet, försörjningstrygghet

Summary

Emissions of greenhouse gases must be significantly reduced in order to limit the risk of severe climatic change. Such reductions will require a long-term transition of the energy system to one in which energy efficiency improvements, electrification, renewable energy, carbon capture and storage and nuclear energy can play important roles.

In this report, the implications of such a transition for various aspects of energy security are studied. Such aspects include security of supply and the risk of energy shortages and price volatility; the risk of negative consequences for the economies of energy exporters; the risk that energy contributes to conflict, or is used as a tool for political pressure; as well as hazards to human health and the environment that emanate from accidents, antagonistic threats, or the normal operation of various energy technologies.

According to our analyses, there is nothing that contradicts the possibility that future energy systems with low carbon emissions can be at least as secure as current systems. On the contrary, we see major advantages for several aspects of energy security. The transition period requires special attention, however, since even though economic resources and competencies need to be redirected to new, expanding, energy systems, there is a risk that contracting technologies may receive insufficient allocation of resources for maintaining a high level of energy security. Furthermore, new business models designed for new technologies have to develop and co-exist with, or replace, the old ones. Investments and new regulations will also be required to safeguard high energy security.

Several more general conclusions about energy security can be summarised as follows:

- There are many ways to measure energy security – but none fully cover all aspects.
- What is included in the concept of energy security partly depends on whose security is in focus. Import dependency is an often used, albeit blunt, measure of energy security. How various aspects of energy

security should be weighed against each other is mainly a political rather than a scientific question.

- Energy security is not only about oil and gas, even if they dominate both international debate and literature. Electricity and renewable energy are also important. The priority should be to secure energy services, rather than the supply of a certain amount of energy.
- It is not a straightforward task to rank the energy security of future energy systems, since that security is determined by the impact of various external factors. At the same time, changes in many of those characteristics of an energy system that are important for energy security will be occurring anyway, independent of the level of climate mitigation.
- There are shortcomings in how the EU integrates energy security with other energy policy targets.
- Swedish energy policy takes its starting point in a liberal global, market strategy, but it is important to take into account that some other countries and actors in the energy market base their actions on other perspectives, e.g., geopolitical.

Against the background of future changes in energy systems, Sweden has reason to revisit how energy security issues are dealt with, in order to improve its preparedness for a changing and uncertain future, and to establish stronger coordination between ministries, agencies and other important actors.

Keywords:

Climate policy, energy transition, energy security, security of supply

Innehållsförteckning

1	Policyrelevanta slutsatser	11
2	Inledning	16
3	Den klimatpolitiskt drivna energiomställningen	19
3.1	Utsläppsminskningar för att klara klimatmålet	19
3.2	Beståndsdelar i en klimatpolitiskt driven energiomställning.....	20
3.2.1	Energieffektivisering och minskad efterfrågan på energitjänster	22
3.2.2	Förnybar energi.....	22
3.2.3	CCS och kärnkraft.....	23
3.2.4	Elektrifiering och förändringar i elsystemet.....	24
4	Några perspektiv på energisäkerhet	25
4.1	Olika perspektiv på energisäkerhet.....	25
4.2	En typologi för energi och säkerhet	27
4.3	Kvantitativa metoder för att studera trygg energiförsörjning	30
4.4	Ett analytiskt ramverk för att studera kopplingen mellan energi och konflikter	34
5	Hur kan energisäkerheten påverkas av klimatomställningen?	37
5.1	Energieffektivisering och energisäkerhet	37
5.2	Förnybar energi och energisäkerhet	38
5.3	CCS, kärnkraft och energisäkerhet.....	40
5.4	Elektrifiering och energisäkerhet.....	42
6	EU:s klimat- och energipolitik och dess effekter på energisäkerheten	43
6.1	En översikt av EU:s klimat- och energipolitik	43
6.2	EU:s energifärdplan och dess energisäkerhetskonsekvenser.....	47
6.2.1	Energitillgångar som potentiell hotspot.....	49
6.2.2	Ekonomiska aspekter på energisäkerhet.....	50

6.2.3	Avsättningen av energi kan hotas för vissa länder men inte nödvändigtvis inkomsterna.....	51
6.2.4	Externa faktorer centrala för om energisystemet bidrar med nya eller förstärkta säkerhetshot.....	52
6.2.5	Tekniska risker	55
7	Avslutande diskussion	56
8	Referenser	60
Bilaga A. Publikationer helt eller delvis framtagna inom projektet		
	“Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten”	66

1 Policyrelevanta slutsatser

Klimatomställning och energisäkerhet är två viktiga områden inom energipolitiken. Energisystemet är globalt och genomgår omfattande förändringar med exempelvis snabbt ökande efterfrågan i tillväxtländer och höga klimatambitioner i vissa länder. En omställning av energisystemet i riktning mot att eliminera utsläppen av växthusgaser, kan påverka energisäkerheten på olika sätt. I ett flerårigt forskningsprojekt har vi studerat synergier och konflikter mellan dessa två politikområden. För att göra detta har vi också som en del av arbetet fördjupat förståelsen för vad begreppet energisäkerhet betyder. I det följande sammanfattas de viktigaste slutsatserna som har kommit fram i projektet:

Det finns många sätt att mäta energisäkerhet på – men inga heltäckande

Under senare år har det tagits fram ett stort antal mått och indikatorer för energisäkerhet men dessa täcker bara delar av området. Metodutvecklingen har hittills varit huvudsakligen kvantitativt inriktad. Detta behöver kompletteras med kvalitativa angreppssätt för att öka förståelsen för vad energisäkerhet är och hur energisäkerheten kan ökas. I projektet har vi bidragit till begreppsutvecklingen bl.a. genom en breddad typologi för kopplingen mellan energi och säkerhet samt ett kvalitativt ramverk för att mer specifikt analysera kopplingen mellan energi och konflikter.

Energisäkerhet handlar inte bara om olja och gas

Förutsättningarna för att skapa energisäkerhet skiljer sig kraftigt åt mellan olika delar av energisystemet. Energisäkerhet har internationellt mest handlat om olja och gas. I framtiden kommer det att bli allt viktigare att förstå hur energisäkerheten kommer att se ut i ett system till stor del baserat på andra energislag (biomassa, vindkraft m.m.) och nya tekniker (t.ex. avskiljning och lagring av koldioxid, s.k. CCS och elfordon). Dessa skiljer sig från olja och gas vad gäller både tekniska egenskaper och var energislagen geografiskt kan utvinnas.

Svenskt fokus på el – men oljeberoendet är stort

I det svenska perspektivet är mycket av diskussionerna inom energiområdet fokuserade på en tillförlitlig elförsörjning men det näst intill totala beroendet av oljeprodukter i transportsektorn gör att energisäkerhetsdiskussionen behöver omfatta drivmedel i minst lika stor grad.

Vad man lägger in i begreppet energisäkerhet beror till stor del på vems säkerhet det gäller

Energisäkerhet handlar om olika saker beroende på vems säkerhet man studerar. Olika länder har olika syn på energisäkerhet och prioriteringarna hos olika företag och hushåll skiljer sig åt. Förutsättningarna för de olika aktörerna att agera för att stärka sin energisäkerhet skiljer sig också åt. Det finns därför ett behov av att öka den mer aktörsorienterade forskningen.

Importberoende är ett trubbigt mått på energisäkerhet

I många studier används importberoende som huvudsakligt mått på energisäkerheten. Detta är ett trubbigt mått av åtminstone två skäl. Dels kan ömsesidiga beroenden och ekonomisk integration i många fall vara säkerhetshöjande. Dels riskerar ett ensidigt fokus på importberoende att dölja viktiga aspekter av energisäkerhet såsom en välfungerande och robust infrastruktur, kapacitet att hantera oväntade störningar och stabila priser.

Det är inte levererade kWh som behöver säkras utan nyttan av energitjänsterna

Fokus inom området energisäkerhet ligger ofta på att säkra leveranser av olika energibärare. Vi anser att det är viktigare att koncentrera sig på att säkra de tjänster som energin ska bidra till att leverera. Med ett sådant perspektiv kommer fokus att flyttas från energitillförsel till effektiv och flexibel energianvändning vilket ger goda förutsättningar för synergier med klimatstrategier. Energieffektivitet och efterfrågestyrning kan exempelvis vara hörnpelare i en integrerad klimat- och energisäkerhetsstrategi.

Man kan inte enkelt ranka energisäkerheten hos framtida system

Ett flertal tidigare studier har försökt ranka energisäkerheten hos dagens och framtida energisystem genom att använda aggregerade index som huvudsakligen utgår från hur energisystemet ser ut. Bedömningen av hur viktiga olika faktorer är, för energisystemet såväl som omvärldsutvecklingen, baseras ofta på subjektiva värderingar. För att sådana jämförelser ska vara relevanta är det viktigt att dessa värderingar och osäkerheter diskuteras och presenteras på ett transparent sätt.

Omvärldsfaktorer är avgörande för hur energisäkerheten påverkas av klimatåtgärder

En analys av energisäkerheten måste tydligt ta hänsyn till externa faktorer såsom marknadsstruktur, säkerhetspolitiska förutsättningar, internationell klimatpolitik och relativa energipriser. För att få en relevant uppfattning om den framtida

energisäkerheten kan scenarier, som speglar olika möjliga utvecklingar av energisystemet och där de externa faktorerna varieras, vara bra hjälpmedel.

Hur olika energisäkerhetsaspekter ska prioriteras är en politisk snarare än en vetenskaplig fråga

Forskare som studerar energisäkerhet måste göra ett urval av vilka energisäkerhetsfaktorer som ska studeras. Vilka faktorer som är viktiga beror på vilka mål som ska uppnås och vilka åtgärder som står till buds för att uppnå målen. Vilka energisäkerhetsfaktorer som ska anses som viktiga är en politisk snarare än en vetenskaplig fråga att avgöra. Däremot har forskarna en viktig uppgift i att granska och problematisera dessa politiska prioriteringar.

Energieffektivisering är huvudsakligen bra för såväl klimat som energisäkerhet men löser inte alla problem

Energieffektivisering, som är en central beståndsdel i klimatomställningen, har även många positiva egenskaper sett ur ett energisäkerhetsperspektiv. Minskad belastning på fossila och förnybara energiresurser, färre energitransporter som kan utsättas för hot, minskad sårbarhet för prissvängningar samt lägre energipriser som en följd av lägre energiefterfrågan är exempel på sådana positiva aspekter. På kort sikt kan effektivisering även ge större redundans i energitillförseln men denna kan på längre sikt försvinna om systemen anpassas efter sin nya och mindre kostym. Andra mer tekniska aspekter på energi, t.ex. risk för avbrott, torde endast marginellt påverkas av energieffektivisering så andra strategier krävs för att hantera denna typ av problem.

Förnybar energi har många fördelar ur ett energisäkerhetsperspektiv men skapar nya utmaningar

Den andra huvudstrategin för en klimatomställning, ökad användning av förnybar energi, innebär huvudsakligen fördelar för energisäkerheten utifrån flera centrala aspekter. Det gäller till exempel långsiktig resurstillgång, diversifiering av energislag och minskat beroende av koncentrerade energiresurser. Förnybar energi kan också vara ett medel för att bygga säkerhetshöjande samverkan med grannländer. Men förnybar energi genererar också vissa utmaningar vad gäller exempelvis leveranssäkerhet vid variabel elproduktion samt konflikter om markanvändning. Samspelet mellan utbyggnad av förnybar elproduktion och infrastruktur är inte självklar eftersom det finns skillnader i anläggningarnas livslängd och, såsom dagens reglering av elsystemet ser ut, i ägarstruktur.

Omställningen kommer att kräva integrering av elmarknader

För att omställningen av energisystemet ska fungera effektivt krävs en fortsatt integrering av elmarknaderna. Detta eftersom förutsättningarna att bygga ut förnybar elproduktion skiljer sig kraftigt åt mellan olika länder och eftersom

hanteringen av variabel elproduktion underlättas om olika geografiska områden, där väderförhållandena skiljer sig åt, integreras med hjälp av nya överföringsförbindelser. Nationell självförsörjning kommer inte vara en ekonomiskt rationell strategi för flertalet länder men kan ändå komma att anses eftersträvansvärt av andra politiska skäl.

Framtidens energisystem med låg klimatpåverkan kan vara minst lika säkra som dagens – men omställningsperioden kan vara en utmaning

Enligt våra analyser finns det inget som motsäger att framtida energisystem med låga växthusgaser kan vara minst lika säkra som dagens huvudsakligen fossilbaserade.

Omställningen kommer att kräva ökad integrering av elmarknader. Under omställningsperioden är det också viktigt att ekonomiska resurser och kompetens tillförs expanderande energislag, samtidigt som tillräckliga resurser och kompetens bibehålls för energislag på tillbakagång. Detta behövs för att inte energisäkerheten ska sjunka för dessa. Vidare måste de nya affärsmodeller, som krävs för att dra full nytta av effektiviserings- och förnybarhetspotentialen, kunna utvecklas i samspel med, eller ersätta, de gamla. Investeringar och nya regelverk kommer också krävas för att de nya systemen ska kunna ha en hög energisäkerhetsnivå i bred bemärkelse.

Många energisäkerhetsaspekter förändras oavsett klimatomställningen

Alldeles oavsett om klimatomställningen kommer att äga rum kommer energisäkerheten att förändras i framtiden. Nya smarta tekniker, minskat nationellt ägande av infrastrukturen och förskjutningen av olika länders betydelse på den internationella energimarknaden introducerar nya möjligheter såväl som energisäkerhetsproblem som måste kunna hanteras.

Det finns brister i hur energisäkerhet integreras med andra energipolitiska mål

Sveriges energipolitik har, liksom EU:s, tre huvudsakliga mål nämligen hållbarhet, försörjningstrygghet och konkurrenskraft. Andra delar av energisäkerhetsfrågan, med den breda tolkning vi har gett den, hanteras inte i energipolitiken utan snarare i utrikes- och säkerhetspolitiken. I Sverige har man, liksom i EU, inte på ett tillräckligt sätt integrerat energisäkerhetsaspekten med andra politiska frågor. Till exempel har klimatpolitiken huvudsakligen behandlats separat från energisäkerhetsfrågan. Vi menar att denna brist på integration riskerar att leda till att potentiella synergier inte utnyttjas och att konflikter mellan de olika energipolitiska målen inte hanteras i tid.

Svensk energipolitik utgår från en global liberal marknadsstrategi men det är viktigt att ta hänsyn till att andra länder och aktörer på energimarknaden agerar utifrån andra prioriteringsgrunder

Den huvudsakliga inriktningen för svensk energipolitik är att marknaden ska klara av de energisäkerhetsproblem som kan uppkomma. Det offentliga förväntas stötta med regelverk genom krav på elleverantörer, upphandling av effektreserven och krav på lagring av fossila bränslen. Att förlita sig på fungerande globala marknader ligger i linje med flera andra västerländska stater men man måste beakta att inte alla länder följer denna typ av strategi utan har ett mer maktorienterat realpolitiskt perspektiv. Dessa länder kan å ena sidan vilja ta kontroll över resurser istället för att förlita sig på marknaden, å andra sidan försöka påverka marknaden med politiska medel för att försöka vinna ekonomiska och/eller säkerhetspolitiska fördelar.

2 Inledning

Klimat och energisäkerhet är två områden som spelar en viktig roll för energipolitiken. Områdenas relativa vikt har varierat över tiden men också hanterats olika i olika regioner och länder. Olika länders ekonomiska situation, geopolitiska läge, politiska prioriteringar och geografiska förutsättningar för att utvinna fossil och förnybara energi är samtliga faktorer som har varit av stor betydelse för den vikt som har lagts vid klimatpolitik respektive energisäkerhet och ekonomisk utveckling.

Kopplingarna mellan energisäkerhet och klimatpolitiken har återigen aktualiserats under 2014, som ett resultat av flera viktiga internationella skeenden. Det som kallas ”geopolitikens återkomst”, delvis på grund av Rysslands utrikespolitiska ambitioner men också ökad nationalisering av energitillgångar och marknadernas oförmåga att förhindra den senaste ekonomiska krisen, har sedan mitten av 2000-talet påverkat energisäkerheten i Europa, något som har kommit att belysas på ett akut sätt under den senaste Ukrainakrisen. Globalt sker samtidigt stora förändringar på energimarknaderna där nya tekniker för gas och oljeutvinning skapar ökat utbud samtidigt som den fossila energianvändningen i de stora tillväxtekonomierna växer mycket snabbt. Kolanvändningen i Indien och Kina har ökat så snabbt att länderna har gått från självförsörjning till stort importberoende under bara några år.¹ Parallellt med detta sker mycket dramatiska kostnadsminskningar för förnybar energi (i synnerhet sol- och vindkraft). EU har också, parallellt med det ökade intresset för energisäkerhet, upprätthållit sina klimatpolitiska ambitioner och en rad medlemsländer såsom t.ex. Tyskland fortsätter sin omställning (Energiewende) i riktning mot förnybara energikällor med oförminskad kraft. Den Europeiska kommissionens retorik är därvidlag tydlig:

*“And energy security in the long term is also intrinsically linked to the EU becoming a competitive, low-carbon economy. Stronger energy security and the 2030 energy and climate framework go hand in hand. Energy security and decarbonization are actually two sides of the same coin.”*²

Inte sedan 1970-talet och oljekrisen har energisäkerheten stått lika högt på den politiska dagordningen. Oljekrisen under 1970-talet är en naturlig startpunkt för den moderna energisäkerhetsdiskussionen även om försörjningstrygghet spelade en stor roll för vilka strategier som valdes under såväl det första som andra världskriget³. Oljekrisen ledde till ökat fokus på energieffektivisering och

¹ Planning Commission of the Government of India (2013), IEA (2012a), Lin och Wang (2012).

² Utdrag från tal av Europeiska kommissionens ordförande Barroso vid konferensen "Paving the way for a European Energy Security Strategy" Energy Security Strategy Conference, Bryssel, 21 maj 2014.

³ Se t.ex. Yergin (1991).

diversifiering av energitillförseln genom ökade satsningar på kärnkraft, kol, gas och förnybar energi. I början var fokus på risker förknippade med oljeberoendet generellt sett men har i Europa under de senaste decennierna alltmer kommit att förskjutas mot beroendet av rysk energi, främst gas. Energisäkerhet och trygg energiförsörjning handlar dock inte bara om energiberoenden utan även bland annat om att skapa väl fungerande transporter och distribution av energibärare och skydd av kritisk infrastruktur.

För Sveriges del har utvecklingen från 1970-talet inneburit en kraftig förskjutning från ett nästan totalt oljeberoende till en ökad användning av kärnkraft, torv, avfall, naturgas och förnybar energi för el- och värmeproduktion vilket innebär att det främst är transportsektorn som idag fortsatt har ett stort beroende av olja.⁴

Klimatfrågans inverkan på energisystemets utveckling har under de senaste två decennierna vuxit kraftigt allteftersom förståelsen för kopplingen mellan användningen av fossila bränslen och risken för omfattande klimatförändringar har blivit allt tydligare. Den tidigare inriktningen mot ökad kolanvändning som kunde motiveras av försörjningstrygghetsskäl har i detta sammanhang visat sig vara problematisk. För att begränsa klimatpåverkan står energisystemen inför stora utmaningar att ställa om till låga utsläpp. Nya tekniska lösningar inom områdena energieffektivisering, förnybar energi, kärnkraft och CCS (avskiljning och lagring av koldioxid) har presenterats som nödvändiga för att nå de långsiktiga utsläppsminskningar som krävs.⁵ Många analyser pekar dock på att det inte är tillräckligt med ny teknik, utan även beteendeförändringar behövs för att klimatmålen ska nås.⁶

Inom energiforskningen har klimataspekter och energisäkerhet oftast behandlats var för sig och i olika forskningsgrupperingar.⁷ Den klimatpolitiska forskningen har till stor del inriktat sig på att identifiera lösningar och strategier för att nå klimatmålen till en låg kostnad och att identifiera lämpliga policys för att uppnå dessa mål. Energisäkerhetsforskningen har till stor del koncentrerats sig på geopolitiska och ekonomiska aspekter av olje- och naturgasberoenden och de strategier som kan användas för att reducera de risker dessa beroenden innebär. Även frågor kopplade till elinfrastruktur har varit centrala forskningsområden. Med detta sagt har dock under senare år en del studier genomförts som har försökt att integrera de två energipolitiska aspekterna.⁸

Syftet med denna rapport är att sammanfatta resultaten från ett tre och ett halvår långt forskningsprojekt, ”Den klimatdrivna energiomställningen och

⁴ Energimyndigheten (2013a).

⁵ Se t.ex. Naturvårdsverket (2012a).

⁶ Se t. ex. Åkerman m fl. (2007).

⁷ Jonsson m.fl. (2013).

⁸ Se översikt i Jonsson m.fl. (2013).

energisäkerheten”, som har haft som inriktning att analysera vilka konsekvenser en klimatpolitiskt driven energiomställning skulle kunna få på olika aspekter av energisäkerhet.

Rapporten börjar med att kortfattat beskriva de krav som ställs på energisystemets omställning för att uppnå klimatpolitiska mål och vilka beståndsdelar en sådan förändring kan bestå av (kapitel 3). I kapitel 4 beskrivs begreppet energisäkerhet och hur det kan tolkas och förstås både kvalitativt och kvantitativt. I kapitel 5 följer sedan en generell genomgång av möjliga kopplingar mellan en klimatpolitiskt driven omställning av energisystemet och energisäkerhet. I kapitel 6 diskuteras mer specifikt förhållandena inom EU. Kapitel 7 utgör avslutande diskussion.

3 Den klimatpolitiskt drivna energiomställningen

För att klara högt ställda ambitioner inom klimatpolitiken är betydande utsläppsminskningar nödvändiga. Eftersom användningen av fossil energi svarar för det dominerande bidraget till klimatförändringarna står det klart att energisystemet behöver ställas om för att ambitionerna ska kunna uppfyllas. I de följande avsnitten sammanfattas relativt kortfattat vilka förändringar som kommer att krävas.

3.1 Utsläppsminskningar för att klara klimatmålet

Eftersom koldioxid har en mycket lång livslängd bestäms klimatförändringen av den ackumulerade mängden koldioxid som har släppts ut. Ju högre ambition att begränsa den globala medeltemperaturhöjningen desto mindre mängder koldioxid kan släppas ut. Ju senare en utsläppsminskning inleds desto snabbare måste utsläppsreduktionen ske. Utifrån totala möjliga globala utsläppskvantiteter, för att nå klimatmålet, kan utsläppsminskningar fördelas mellan regioner och länder på ett stort antal sätt. Det kan ske exempelvis genom att anta lika procentuella utsläppsminskningar, lika per capita utsläpp vid ett bestämt årtal, eller att utgå från ackumulerade historiska utsläpp.⁹ Vilket val av utsläppsfördelning man gör kommer att påverka vilket bidrag olika regioner och länder måste göra inom ramen för global utsläppsminskning och det har under klimatförhandlingarna varit en svår fråga att enas kring.

Såväl globalt som inom EU och Sverige har tvågradersmålet fått en särskild status som gällande mål.¹⁰ Utgångspunkten för detta mål har varit bedömningar, bl.a. i tidigare IPCC-rapporter¹¹, att större temperaturförändringar än två grader orsakar betydande miljöförändringar förknippade med stora risker för människor och ekosystem. Det finns fortfarande en vetenskaplig osäkerhet kring den exakta relationen mellan växthusgaskoncentration och temperaturhöjning.¹²

Flera scenarier, exempelvis IEA: s¹³ utsläppsminskningsscenarier, utgår från en koncentration av växthusgaser motsvarande 450 ppm koldioxidekvivalenter,

⁹ Se t.ex. Naturvårdsverket (2012b).

¹⁰ UNFCCC (2010), Randalls (2010), Prop. 2008/09:162.

¹¹ IPCC = FN:s klimatpanel, Intergovernmental Panel on Climate Change.

¹² IPCC (2013). Värt att notera är att en global temperaturhöjning fördelar sig olika mellan olika regioner. Det finns också osäkerheter i hur andra klimatförändringar som t.ex. nederbördsmonster påverkas av en viss temperaturhöjning och vilka effekter klimatförändringarna i sin tur får på bl.a. människa och miljö.

¹³ IEA = International Energy Agency.

vilket är en koncentration som har bedömts innebära 50 % sannolikhet för att tvågradersmålet ska kunna nås. Vetenskapliga rådet¹⁴ angav 400 ppm koldioxidekvivalenter som den nivå vid vilken tvågradersmålet sannolikt (med 66-90 % säkerhet) kommer att nås.

Utifrån tvågradersmålet har bedömningen gjorts att de globala växthusgasutsläppen behöver börja minska före 2020 och halveras fram till 2050.¹⁵ Utsläppen måste fortsätta att minska efter 2050 för att sedan i princip upphöra mot seklets slut. Om de industrialiserade länderna ska ta ett större ansvar för utsläppsminskningarna, t.ex. för att uppnå lika per capita utsläpp under andra halvan av seklet,¹⁶ måste utsläppsminskningarna vara betydligt större i dessa länder.

Europeiska kommissionen har gjort bedömningen att unionens utsläpp behöver reduceras med 80-95 % till 2050 jämfört med 1990.¹⁷ För Sverige kan kraven på utsläppsminskningar vara något lägre eftersom per capita utsläppen är lägre i Sverige än i EU som helhet.¹⁸ På längre sikt behöver reduktionen leda till utsläpp som är nära noll. Som diskuterats ovan kan det finnas många olika tänkbara reduktionsbanor för att nå en och samma koncentrationsnivå. Fördröjs reduktionerna kommer hastigheten att behöva vara högre längre fram i tiden. Ur ett energisäkerhetsperspektiv kan hastigheten vara av betydelse även om slutnivån, ett energisystem med nollutsläpp, är densamma eftersom den påverkar den takt med vilken systemet behöver anpassa sig till nya förhållanden, vilket i sin tur kan påverka systemens riskutsatthet och sårbarhet för störningar.

3.2 Beståndsdelar i en klimatpolitiskt driven energiomställning

De energiscenarier, förenliga med tvågradersmålet, som har tagits fram av IEA, EU och många andra länder för perioden 2030-2050¹⁹ består av ungefär samma uppsättning av åtgärder: energieffektivisering, elektrifiering, ökad användning av förnybar energi, införandet av CCS och i vissa fall ökad användning av

¹⁴ Vetenskapliga rådet för klimatförändringar (2007).

¹⁵ Naturvårdsverket (2012b).

¹⁶ Bl.a. Brasilien har argumenterat att man i en framtida bördefördelning bör baseras på ackumulerade historiska utsläpp (Naturvårdsverket, 2004), vilket skulle innebära ännu större krav på utsläppsminskningar för de industrialiserade länderna än vad lika per capita utsläpp skulle implicera. För en diskussion kring hur man kan tolka historiskt ansvar se t.ex. Friman och Strandberg (2014).

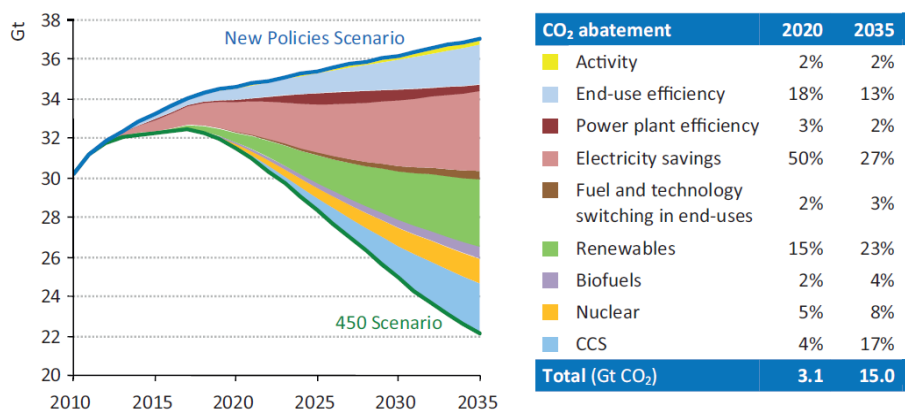
¹⁷ Europeiska kommissionen (2011a).

¹⁸ Vetenskapliga rådet för klimatförändringar (2007).

¹⁹ Se t.ex. Söderholm m.fl. (2011), Naturvårdsverket (2012a), Johansson (2013) och m.fl. (2014a) för noggrannare beskrivningar.

kärnkraft.²⁰ De flesta scenarierna undviker att anta några förändringar i livsstil och konsumtionsmönster som kan påverka efterfrågan på energitjänster.

De scenarier som har skapats skiljer sig åt med avseende på vilka ambitioner som sätts upp för att uppnå klimatmålen, i vilken grad kärnkraft och CCS anses vara acceptabla energilösningar och hur man ser på teknikutvecklingens hastighet. Ett exempel på den roll olika lösningar kan få i ett scenario som leder till en växthushuskoncentration om 450 ppm²¹ redovisas i Figur 3.1. De åtgärder som redovisas är de som genomförs utöver dem som antas bli genomförda i IEA:s huvudscenario "New Policies Scenario".²² Fördelningen mellan åtgärder utgår från olika åtgärders kostnadseffektivitet.



Figur 3.1. Åtgärder för att minska utsläppen i 450 scenariot (IEA, 2012b). De olika färgfälten speglar de utsläppsminskningar som olika åtgärder bedöms bidra med för att nå 450 ppm utöver vad som genomförs i New Policies Scenario. Activity speglar förändringar i energitjänster som belysning och transporttjänster som följd av prishöjningar. I figuren skiljer IEA på effektivisering av elanvändningen (Electricity savings) och effektivisering av slutlig bränsleanvändning (End-use efficiency). Källa: World Energy Outlook © OECD/IEA, (2012).

²⁰ Naturvårdsverket (2012a).

²¹ IEA (2012b).

²² I New Policies Scenario antas att man genomför dagens beslutade policies och planer och ett antal föreslagna planer och policies där det för närvarande inte finns några specifika åtgärder. Det gäller t.ex. olika mål för energieffektivisering och förnybar energi, nationella mål för utsläppsminskningar inom ramen för Cancun-överenskommelsen inom klimatkonventionen och G20 och APEC:s (Asia-Pacific Economic Cooperation) förslag att fasa ut ineffektiva subventioner av fossila bränslen.

3.2.1 Energieffektivisering och minskad efterfrågan på energitjänster

Energieffektivisering, dvs. att producera en viss mängd energitjänster med en lägre energitillförsel, spelar en nyckelroll i de flesta klimatpolitiska scenarier då åtgärden både har relativt låga kostnader och synergier med de flesta andra miljömål.²³ Dock uppfattas inte alltid effektivisering som så lätt att genomföra då det berör många aktörer och då det finns en hel del genomförandehinder som behöver hanteras. Det handlar exempelvis om bristande information om tillgängliga åtgärder, höga kostnader för olika aktörer att hitta och bedöma energieffektiv teknik och att det inte sällan är olika aktörer som står för investeringar respektive erhåller de ekonomiska vinsterna av dessa, s.k. *split incentives*.²⁴ Utanför OECD-länderna är energisäkerhet, snarare än klimatfrågan, den viktigaste motivationen och drivkraften bakom politik och styrmedel för energieffektivisering.²⁵

Energiefterfrågan kan även reduceras genom att behovet av energitjänster (transporter, uppvärmd yta m.m.) minskas även om denna typ av åtgärder inte föreslås så ofta i klimatpolitiken eftersom de anses kunna uppfattas negativt då det skulle kunna innebära oppoffringar för enskilda människor.²⁶

3.2.2 Förnybar energi

I samtliga klimatambitiösa scenarier ökar den förnybara energin, särskilt för elproduktion. Framför allt ökar elproduktion från solceller, koncentrerad solkraft och vindkraft, men även vattenkraft och biomassabaserad produktion på både global och EU-nivå.²⁷ Även om vattenkraften växer betydligt långsammare än vindkraft och sol i många delar av världen kommer den att vara av stor betydelse eftersom den idag dominerar den förnybara eltillförseln och kan användas för att balansera mer variabel produktion.

Biomassa är redan idag en viktigt förnybar energikälla för att täcka värmebehov men även solvärme kan svara för betydande tillskott. Om förnybar energi används för elproduktion kan förnybar energi även användas indirekt för värmeändamål genom elektrotermiska processer och värmepumpar.

Förnybar energi för transportsektorn domineras idag av biodrivmedel men såväl el som vätgas kan produceras från förnybar energi och integreras i effektiva

²³ Se t ex Johansson (2013a).

²⁴ Se t ex. Nilsson och Stenqvist (2011).

²⁵ IEA (2010).

²⁶ Indirekt kan många strategier påverka efterfrågan på energitjänster genom de högre energipriser som kan följa av klimatomställningen.

²⁷ IEA (2013a). Globalt bedöms solen öka 40 gånger och vindkraft 10 gånger 2011-2035 i 450 ppm scenariot. Vattenkraften ökar med cirka 70 % och bioenergi med 80 % under samma period.

fordonssystem med elmotorer och bränsleceller. Elektrobränslen (kolväten producerade från el) är också ett möjligt alternativ som är lätt att anpassa till befintliga system men som leder till stora energiförluster jämfört med direkt användning av el eller användning av vätgas.²⁸ Utöver vägtransporter kan förnybar el även användas inom andra delar av transportsektorn såsom rälsbundna gods- och persontransporter.

3.2.3 CCS och kärnkraft

Avskiljning och lagring av koldioxid (CCS) spelar en stor roll i många lågmissionsscenarier även om tekniken inte har tillämpats för lagring mer än i enstaka demonstrationsprojekt (däremot används koldioxid i viss omfattning för att öka olje- och gasutvinning). I lågmissionsscenarierna antas CCS framför allt komma till användning vid elproduktion men även i viss grad i industrisektorn. CCS kan användas som klimatverktyg inte enbart för fossila bränslen utan även för förnybar energi²⁹ vilket skulle kunna bidra till s.k. negativa utsläpp.

Förväntningarna om en kraftig utbyggnad av demonstrationsanläggningar, vilken är nödvändig för att uppnå en så snabb expansion som indikeras i flera scenarier, har inte uppfyllts inom EU.³⁰ Detta beror bl.a. på låga priser på utsläppsrätter vilket ger dålig lönsamhet för utsläppsminskningar. De låga priserna är i sin tur delvis kopplade till den svaga konjunkturen inom EU. En annan förklaringsfaktor är de acceptansproblem som finns för transport och lagring av koldioxid i vissa länder, framför allt länder med hög befolkningstäthet. Globalt är, enligt IEA³¹, fyra CCS- anläggningar i drift, fyra under byggnation och nio anläggningar i ett framskridet planeringsläge. Trots det bedömer IEA att utbyggnadshastigheten måste öka snabbt om CCS fulla potential ska kunna utnyttjas.

Kärnkraft är ett energislag som i flera scenarier spelar en roll för att nå reduktioner av växthusgaser, men det är i till exempel IEA:s scenarier klart mindre betydelsefullt än energieffektivisering, förnybar energi och CCS. Kärnkraftens betydelse skiljer sig också åt mellan länder och regioner på grund av dess höga krav på tekniskt kunnande, varierande acceptans för de risker som är förknippade med kärnkraft och den marknadssituation som råder.³²

I de klimatstabiliseringsscenarier som redovisas av IEA (450 ppm) sker den främsta kärnkraftsexpansionen i Asien. De asiatiska länderna utanför OECD står, i scenarierna, för cirka 60 % av den globala ökningen av kärnkraften och är cirka 7 gånger större än ökningen i Nordamerika mätt i absoluta tal. Inom EU sker i

²⁸ Nikoleris och Nilsson (2013).

²⁹ Azar m.fl. (2010).

³⁰ Se Littlecott m.fl. (2013).

³¹ IEA (2014).

³² Bland annat finns det svårigheter för avreglerade marknader att hantera stora kapitalkostnader när framtida marknadspriser är osäkra.

450 ppm-scenariot endast en mindre ökning (+3 %) av kärnkraftsproduktionen till 2035 jämfört med nivån 2011.³³

3.2.4 Elektrifiering och förändringar i elsystemet

En vanlig bedömning i scenarierna är att det jämfört med andra utsläppskällor är relativt lätt att minska koldioxidutsläppen från elproduktionen. Det har bidragit till att elektrifiering bedöms vara en central klimatstrategi. Det gäller inte minst för sektorer där utsläppsminskningar har ansetts varit relativt svåra och kostsamma att genomföra. En ökad mängd elfordon ses i många scenarier som en viktig delösning även om det storskaliga införandet ligger i en relativt avlägsen framtid. Elektrifiering av basindustrins processer är en annan möjlig tillämpning.³⁴

Den kraftiga utbyggnaden av variabel elproduktion³⁵ (t.ex. från sol och vind), som inte självklart produceras nära konsumenterna, antas i scenarierna leda till behov av utbyggd nätinфраstruktur. Sammankoppling av variabel elproduktion i olika regioner ger förutsättningar för att jämna ut produktionen då det t.ex. blåser olika mycket i olika områden vid olika tidpunkter. Smarta elsystem, som innefattar tekniska lösningar för efterfrågestyrning och därtill kopplade nya affärsmodeller, kan också underlätta integration av variabel elproduktion.³⁶ Även detta kräver betydande nya systeminvesteringar.

³³ IEA (2013a).

³⁴ Åhman m.fl. (2012).

³⁵ Där produktionen varierar som en följd av dygns- och vädervariation.

³⁶ T.ex. att parkerade elfordon kan användas som energilager eller att tvättmaskiner körs då det finns elproduktionsöverskott (och därmed låga elpriser).

4 Några perspektiv på energisäkerhet

4.1 Olika perspektiv på energisäkerhet

Begreppet energisäkerhet (på engelska energy security) har ingen entydig definition utan den kan variera beroende på vilket säkerhetsperspektiv man anlägger, vilken vetenskaplig utgångspunkt man väljer eller vad syftet är med att tala om energi i termer av säkerhet.³⁷ Medan forskare med ett ekonomiskt eller energisystemperspektiv oftast fokuserar på frågor som rör en trygg energiförsörjning intresserar sig forskare med ett säkerhetspolitiskt perspektiv ofta för hur energi används som ett verktyg för att vinna politiska fördelar och hur energi indirekt kan orsaka instabilitet och ökad risk för konflikter.

Historiskt har energisäkerhet diskuterats utifrån perspektivet nationell säkerhet där statens aggregerade välstånd, oberoende och handlingsförmåga är centrala aspekter. Detta har varit en naturlig utgångspunkt för säkerhetspolitiska analyser av energisäkerhet som gärna har fokuserat på olika former av energiberoenden. Huruvida energiberoenden är något problematiskt eller inte bedöms olika av olika skolor inom det akademiska fältet internationella relationer (neorealistisk, neoliberal mm).³⁸

En annan säkerhetssyn utgår från begreppet mänsklig säkerhet (human security)³⁹ som fokuserar på individers säkerhet. Här kan energi spela en viktig roll för att kunna ge individer möjlighet att nå mer övergripande mål som tillgång på livsmedel, vatten, bostad, trygghet, försörjning och frisk luft.

Mer övergripande kan stabilitet i det internationella statssystemet vara av stor betydelse i en globaliserad värld eftersom instabilitet kan skapa hot mot viktiga flöden av varor, människor, kapital och information som anses nödvändiga för att upprätthålla nationell och mänsklig säkerhet. Där brukar begreppet flödessäkerhet användas.

Generellt sett finns det en svårighet att avgränsa energisäkerhet från andra delar av energipolitikens huvudfårar såsom konkurrenskraft och hållbarhet. Att definiera frågan som en säkerhetsfråga kan ibland vara en medveten strategi för

³⁷ Ett flertal försök att mejsla ut vad energisäkerhet egentligen är har gjorts under senare år bl.a. i Luft och Korin (2009), Ciută (2010), Chester (2010), Sovacool och Mukherjee (2011), Cherp och Jewell (2011) och Johansson (2013b).

³⁸ Se Jonsson m.fl. (2014a) som mer i detalj diskuterar dessa frågor.

³⁹ Begreppet lanserades av UNDP (1994). UNDP (United Nations Development Programme) är FN:s program för globala utvecklingsfrågor.

att markera frågans betydelse och motivera politiska beslut och beslutsgångar som skiljer från normala rutiner (s.k. säkerhetisering).⁴⁰

Ett exempel på en strukturering av energisäkerhetsområdet som har fått stort genomslag är de fyra A:n som togs fram av Asia Pacific Research Centre⁴¹ som speglar olika men delvis överlappande aspekter som ses som nödvändiga för energisäkerhet:

- *Availability* speglar tillgången på och kontrollen av en resurs.
- *Accessibility* speglar betydelsen av att resurserna utvinns och kan levereras till konsument.
- *Affordability* speglar vikten av att resursen blir tillgänglig till en rimlig kostnad.
- *Acceptability* speglar att energin utvinns och levereras på ett sätt som är miljömässigt och socialt acceptabelt.

Det är här tydligt att energisäkerhetsbegreppet i detta sammanhang överlappar flera andra mål inom energipolitiken. Om man definierar energisäkerhetspolicy utifrån en sådan tolkning av begreppen blir skillnaden mellan energisäkerhetspolicy och energipolicy marginell.

Man kan också se en tydlig koppling till hur energi kan hanteras i ett hållbart utvecklingsperspektiv. Till exempel definierar Blum och Legey⁴² energisäkerhet (energy security) som: "ability of an economy to provide sufficient, affordable and environmentally sustainable energy services so as to maintain maximum welfare state".

I avsnitt 4.2 beskrivs en typologi som har formulerats för att öka förståelsen för de olika perspektiv på kopplingen mellan energi och säkerhet som utnyttjas i olika vetenskapliga discipliner. Inom de olika forskningsområdena används olika metoder och angreppssätt, såväl kvantitativa som kvalitativa, för att analysera energisäkerhet. I denna rapport redovisas en delmängd av dessa möjliga angreppssätt. I avsnitt 4.3 ges en överblick över olika kvantitativa metoder som används att studera en del av energisäkerhetsområdet, nämligen försörjningstrygghet. I avsnitt 4.4 presenteras ett analytiskt ramverk, vars syfte är att kunna användas för en systematisk analys av kopplingen mellan energi och konflikter.

⁴⁰ Se t.ex. Floyd (2008).

⁴¹ APERC (2007). De fyra a:na har använts bl.a. av Hughes och Shupe (2011) och Kruyt m.fl.(2009) för att analysera energisäkerhet.

⁴² Blum och Legey (2012).

4.2 En typologi för energi och säkerhet⁴³

Inom ramen för projektet har en breddad typologi för energi och säkerhet utvecklats. Syftet med typologin är att systematisera relationen mellan energi och säkerhet och fungera som stöd för analysen av kopplingen mellan den klimatpolitiskt drivna energiomställningen och energisäkerheten.

I typologin, Fig. 4.1., skiljs på säkerhetsfrågor kopplade till att skydda ett fungerande energisystem (energisystemet som objekt) och de fall där egenskaper hos energisystemet bidrar till att skapa eller förstärka säkerhetshot mot samhället i stort (energisystemet som subjekt).



Fig. 4.1. En breddad typologi för kopplingen mellan energi och säkerhet. Baserad på Johansson (2013b).

Det första fallet – när energisystemet kan ses som ett objekt utsatt för olika typer av interna eller externa säkerhetshot – kan betraktas från såväl energikonsumentens som energileverantörens perspektiv (konsument och producent kan vara nationer, företag, organisationer eller individer). Från konsumentens perspektiv är den viktiga aspekten att kunna erhålla energi utifrån sina behov och till rimliga och helst förutsägbara kostnader. På svenska talar man om försörjningstrygghet, på engelska ofta om *security of supply*. Från leverantörens perspektiv är det viktiga att kunna få avsättning för energi och att

⁴³ Denna del baseras huvudsakligen på Johansson (2013b).

de inkomsterna är tillräckliga för att finansiera samhällets olika åtaganden. Med detta perspektiv utgår man från behovet av avsättningstrygghet, på engelska *security of demand*.⁴⁴

Faktorer som kan försämra försörjningstryggheten kan vara krympande energiresurser, minskade investeringar i produktionskapacitet, bristande kompetens och investeringar som leder till tekniska fel, väderhändelser och antagonistiska handlingar (se Tabell 4.1). Flera av dessa faktorer kan indirekt bero på bristande institutioner, regelverk, och utbildning eller en önskan hos vissa aktörer att vålla skada för enskilda länder, aktörer eller det internationella systemet. Det senare är en aspekt som binder samman försörjningstrygghetsperspektivet med det perspektiv som behandlar hur energisystemet kan fungera som ett hot mot samhällets säkerhet i vidare bemärkelse.

Tabell 4.1. Skyddsvärda faktorer, hot mot försörjningstrygghet och direkta och indirekta orsaker till dessa hot. Listan utgör exempel. Baserad på Johansson (2013b).

Skyddsvärden	Hot	Direkta orsaker	Indirekta orsaker
Hälsa Ekonomisk tillväxt Trygghet för befolkningen Tillit till det politiska systemet Tillit till energisystemet	Avbrott i energitillförseln Prischocker Långsiktigt höga priser	Tekniska fel Hanteringsfel Väderhändelser Antagonistiska händelser (terrorism, blockader, etc.) Obalans mellan tillförselkapacitet och efterfrågan Brist på fysiska resurser	Brist på underhållsinvesteringar Bristande utbildning Brist på investering i fysiskt skydd Bristande resurser för sökning efter och utvinning Bristande investeringar i alternativa energikällor Dåligt fungerande marknader Brister i reglering Instabila politiska förhållanden i länder viktiga för utvinning och distribution Icke framgångsrik utveckling av alternativa energikällor

Hoten mot avsättningstrygghet är i mångt och mycket desamma som de som är riktade mot tillförseltrygghet, med undantaget att leverantörländerna gynnas av höga priser vilket är motsatt konsumenternas intressen. Däremot har konsumenter och leverantörer likartade intressen med avseende på fungerande

⁴⁴ Avsättningstrygghet berör inte bara exporterande länder utan också företag – från stora oljebolag till elhandelsföretag och mindre biomassa-producenter.

produktions-, transport- och distributionssystem och stabila prisnivåer vilket möjliggör anpassning av respektive länder och företag efter dessa nivåer.

Den andra typen av koppling mellan energi och säkerhet – när energisystemet skapar eller bidrar till ökade hot mot samhället – innehåller olika slags säkerhetshot (se Tabell 4.2). Det kan vara fråga om kamp om resursrika områden eller blockader av energitillförsel riktade mot antingen leverantörer och konsumenter för att vinna politiska fördelar. Rika råvaruresurser kan i vissa fall leda till instabilitet och regionala konflikter som en följd av kamp om resurser, en ojämn fördelning av resurserna, sårbarhet i den nationella och regionala ekonomin för störningar på energimarknader samt bristande institutionell stabilitet. En konkurrens om markresurser mellan bioenergiintressen och livsmedelsproduktion kan leda till negativa effekter för livsmedelssäkerheten.

De tekniska systemen kan drabbas av väderhändelser, olyckor, terroristangrepp, kriminella handlingar eller skadegörelse vilka kan riskera att påverka människor, miljö och annan egendom som en följd av exempelvis bränslens explosivitet, förstörda vattenkraftsdammar och radioaktivitet från kärnbränslecykeln. Effekterna på miljön, även från välfungerande energisystem, är väl kända och behandlas oftast som en miljöpolitisk fråga snarare än en säkerhetsfråga även om till exempel klimatfrågan under de senaste åren i många fall har lyfts fram som just en säkerhetsfråga.

Exempel på några fundamentala orsaker till att energin kan leda till energigenererade hot redovisas i Tabell 4.2.

Tabell 4.2. Värden att skydda, energigenererade hot och möjliga orsaker till dessa (listan utgör exempel). Baserad på Johansson (2013b).

Skyddsvärden	Energigenererade hot	Orsaker
Fred	Kamp om resursrika områden	Energins ekonomiska värde
Stabila stater	Energiblockader	Beroende av en specifik energileverantör
Demokratiska institutioner	Energi som faktor i politiska förhandlingar	Ojämn fördelning av välstånd
Nationellt inflytande	Inbördeskrig och interna konflikter	Bristande investeringar i teknik och kompetens
Hälsa	Olyckor (vattenkraft, kärnkraft, olja)	Bristande fysiskt skydd
Ekonomiska tillgångar	Terrorism (vattenkraft, kärnkraft, olja)	Utsläpp av koldioxid
Naturmiljön	Kriminella handlingar (utpressning, etc.)	
	Klimatförändringar	

Sammantaget ger typologin en struktur för att förstå olika möjliga kopplingar mellan energi och säkerhet. Det innebär dock inte att det måste finnas en sådan koppling för varje typ av energislag, energisystem eller omvärldskontext.

Olika metoder, såväl kvantitativa som kvalitativa, kan användas för att studera de olika kopplingarna. Detta projekt har huvudsakligen varit kvalitativt inriktat men många av våra bedömningar och analyser baserar sig på kvantitativa data varför vi i det följande avsnittet gör en kort presentation av några sådana metoder.

4.3 Kvantitativa metoder för att studera trygg energiförsörjning⁴⁵

Även om denna studie är huvudsakligen kvalitativ till sin karaktär är vi medvetna om att det har genomförts ett stort antal kvantitativa studier av olika aspekter av energisäkerhet. Vi har därför i en särskild delstudie gått igenom dessa kvantitativa metodansatser och diskuterat för- och nackdelar med dem.⁴⁶ En kortversion av sammanställningen återfinns i Tabell 4.3.

Metoderna fokuserar på olika delar av energikedjan och behandlar aspekter som tillgång på energiresurser, grad av diversifiering av tillförseln, infrastrukturers

⁴⁵ Detta avsnitt baserar sig till största delen på Månsson m.fl. (2014a) som är en genomgång av befintliga kvantitativa metoder för energisäkerhetsaspekten *Security of supply* som vi här översätter till *Trygg energiförsörjning*.

⁴⁶ Månsson m.fl. (2014).

sårbarhet för störningar och grupper och hela ekonomiers känslighet för prisstörningar eller avbrott. Även metoder som integrerar ett flertal energisäkerhetsaspekter till ett index är vanliga. Kvantifieringarna kan avse fysiska resurstillgångar (energimängd), tillförselflöden (energimängd/år), olika former av diversitetsindex och olika ekonomiska mått.

De olika metoderna tar sin utgångspunkt i ett flertal olika vetenskaper och har olika för- och nackdelar. En slutsats som dras i Månsson m.fl. är att det inte finns *en* metod som bäst beskriver konceptet energisäkerhet utan att det behövs en bredd av angreppssätt. I studien noteras också ett behov att lämna ett dominerande statistiskt perspektiv på säkerhet och bättre ta hänsyn till hur osäkerheter utvecklas över tiden. Det finns också ett tydligare behov av att bredda studierna från att i mindre grad studera enskilda energislag var för sig och i större grad ta ett bredare anslag och studera och jämföra olika energislag i ett sammanhang. Slutligen finns det behov av att lämna den huvudsakligen statistiska synen på systemstrukturen som förekommer i de flesta av de studerade arbetena och i högre grad inkludera systemens adaptiva kapacitet och omformningsbarhet.

Tabell 4.3. Sammanställning av kvantitativa metoder för att studera trygg energiförsörjning

Disciplin	Nationalekonomi				Teknik	
Inriktning	Makroekonomi	Mikroekonomi	Industriell organisation	Finansiell ekonomi	Kraftteknik	Operationsanalys
Metod (exempel)	Jämviktsmodell, kostnadsnyttoanalys	Enkätstudier, produktionsfunktionsmetod	Diversitetsindex (dualt, ex. Herfindahl-Hirschman)	Finansiella portföljer, options-teori	Tillförlitlighetsmodellering	Multikriterieanalys, Fuzzy logik
Faktorer som utvärderas (exempel)	Välfärds-effekter orsakade av prisvolatilitet	Kostnad som orsakas av elavbrott	Exponering mot marknadsrisk eller specifik risk ^a	Exponering mot marknadsrisk och specifik risk ^a	Driftsäkerhet i elnät (sannolikhet att nät fungerar som tänkt)	Generell grad av försörjningstrygghet
Styrkor (exempel)	Möjlighet att jämföra och identifiera kostnadseffektiva strategier	Tillsammans med kraftteknikmetoder kan kostnadseffektiva investeringar identifieras	Ofta god tillgång på data, lätta att applicera	Möjlighet att undersöka målkonflikter mellan en portföljs diversitet och kostnad	Användbart för att hantera frekvent förekommande (tekniska) fel	Användbart för att jämföra faktorer som är svåra att kvantifiera
Svagheter (exempel)	Kräver att konsekvenser av störningar är kända och att dessa kan formuleras i monetära termer	Makroekonomiska kostnader vid strömbavbrott och upprepade avbrott förbises	Korrelationer mellan risker förbises	Främst användbart för korta tidshorisonter, underskattar risker med ovanliga händelser	Kräver detaljerad kunskap om system och störning (ex frekvensfördelning)	Resultatet kan ha låg transparens vilket begränsar möjligheterna att dra generella slutsatser

^a Specifik risk, eller diversifierbar risk, är unik för varje tillgång (med tillgång menas här producent eller exportör av energi). Marknadsrisk, eller systematisk risk, är den aggregerade risk som påverkar alla på marknaden.

Tabell 4.3. (forts.) Sammanställning av kvantitativa metoder för att studera trygg energiförsörjning

Disciplin	Statsvetenskap	Systemstudier			Naturvetenskap	
Inriktning	Internationella relationer	Komplexa systemstudier	Generella systemstudier		Geologi, resursteori	Biologi, ekologi
Metod (exempel)	Skattning av förhandlings-asymmetri, spelteori	Nätverksmodeller, agentbase-rad simulering	Energisystemmodeller (ex. MARKAL)	Komplexa indikatorer	Skattning av flödes/utvinnings-hastighet	Diversitetsindex (trippel)
Faktorer som utvärderas (exempel)	Beroendeförhållande mellan stater	Resilient/robust infrastruktur, interdependens mellan system	Geografisk koncentration av resurser, importberoende, etc.	Generell grad av försörjningstrygghet	Resurspotential, fysiska begränsningar	Diversitet (Proxy för resiliens, mm.)
Styrkor (exempel)	Kan användas för analys av antagonistiska hot	Användbar för att analysera effekter av korta störningar	Kan generera internt konsistenta scenarier	Kan användas vid komparativa studier	Kan identifiera potentiella (framtida) flaskhalsar	Användbar då förmåga till prediktering är kraftigt begränsad
Svagheter (exempel)	Kräver att aktörernas agenda är känd samt att dessa agerar rationellt	Liten förmåga att analysera långsiktiga obalanser	Låg upplösning och långa iterationssteg kan dölja kortsiktiga obalanser	Aggregering av data kan dölja sårbarheter, exv. beroende av kritiska sektorer	Känslig för antaganden om framtida teknisk utveckling och substituerbarhet,	Skattning görs ej av systems förmåga att dra nytta av diversitet

4.4 Ett analytiskt ramverk för att studera kopplingen mellan energi och konflikter⁴⁷

Det finns en uppsjö av litteratur som har pekat på att energiförsörjningen på olika sätt kan interagera med konflikter, från rent politiska till väpnade.⁴⁸ För att få en bättre överblick över dessa samband och kunna bedöma hur ett förändrat energisystem skulle påverka risken för att vissa konflikter uppstår har det inom ramen för detta projekt utvecklats ett analytiskt ramverk.

Konfliktramverket tar som utgångspunkt tre grupper av konfliktsamband, se Fig. 4.2., där energisystemet ingår:

- konflikter där energisystemet utgör ett mål i en konflikt där en part främst vill förbättra den egna säkerheten (för energi och/eller i allmänhet),
- konflikter i vilka energisystemet används som ett medel där en part främst vill försämrå någon annans försörjningssituation, och
- konflikter som kan uppstå utan direkt intention om att någons energiförsörjning ska påverkas men där energisystemet orsakar och/eller bidrar till instabilitet.

I den första kategorin återfinns konflikter som inträffar då en eller flera aktörer försöker ta kontroll över eller få tillgång till en energiresurs. Dessa konflikter är nära kopplade till frågor beträffande staters territoriella suveränitet. Global asymmetrisk fördelning av energiresurser är en förutsättning för dessa konflikter samt att stater bedömer energiresurser som strategiskt viktiga.⁴⁹

I den andra kategorin används energisystemet avsiktligt som ett maktmedel för att utöva påtryckningar i frågor som annars inte är direkt kopplade till energipolitiken. Energisystemet blir ett instrument för att utöva påtryckning på en part som är sårbar för en störning av energileveranser. Beroende på aktörers motiv kan två olika typer av konflikter särskiljas i denna kategori, i) när en exportör eller importör avsiktligt minskar flödet av energi, även känt som energivapnet, och ii) när en tredjepart angriper energisystemet med avsikten att åstadkomma skada.

I den tredje kategorin återfinns konflikter där energisystemet har bidragit till instabilitet och därigenom orsakat eller förvärrat en konflikt. Detta innebär

⁴⁷ Detta avsnitt baserar sig huvudsakligen på Månsson (2014).

⁴⁸ Ciută (2010), Freedman och Murray (2013), Koubi m.fl. (2013), Stokes och Raphael (2010).

⁴⁹ Exempelvis genomfördes operationer under andra världskriget för att bl.a. säkra tillgången till olja, se Arbatov (1986). Vissa författare har pekat på Storbritannien och senare USA:s militära närvaro i oljeexporterande regioner som ett sätt att, utöver säkrad egen tillförsel, vidmakthålla den egna hegemoniska ställningen i världsordningen, se t.ex. Stokes och Raphael (2010).

således inte att en konflikt nödvändigtvis kommer att inträffa men risken ökar, i synnerhet om utsatta samhällen har låg adaptiv kapacitet. Dessa, vanligen oavsiktliga, effekter kan uppstå till följd av exempelvis ekonomiska, fysiska eller politiska faktorer. I flera fall beror detta på spridningseffekter som inträffar då andra system, exempelvis för livsmedelsproduktion, blir påverkade av energisystemet.⁵⁰

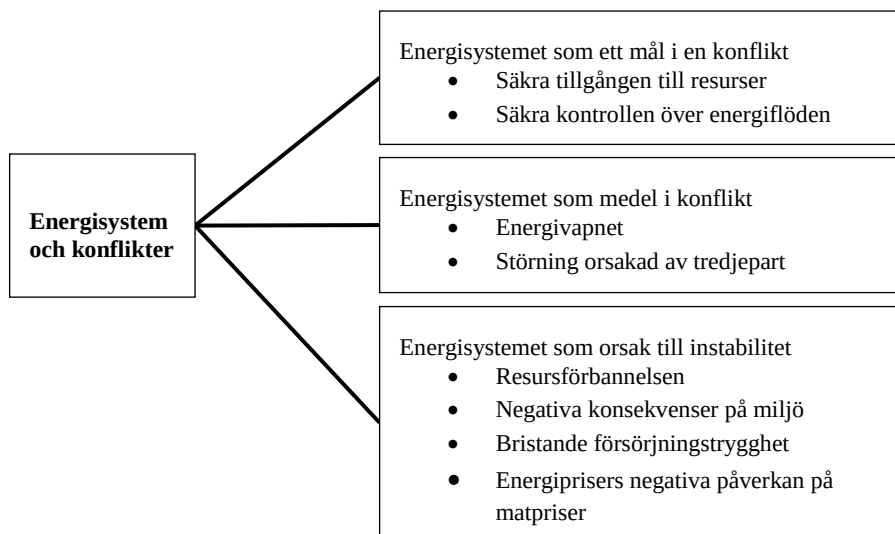


Fig. 4.2. Typologi som beskriver samband mellan energisystem och konflikter.

För att förstå om och hur energirelaterade konflikter kan uppstå i framtiden är det, utöver energisystemet, även nödvändigt att se till rådande kontextuella förhållanden. Sådana förhållanden kan vara utrikespolitiska relationer mellan stater, vad som anses utgöra legitimt handlande enligt det internationella samfundet och vilken förmåga ett samhälle har till anpassning. Det kan även vara värt att notera att det förekommer olika tolkningar om varför vissa konflikter uppstår och vilken logik som bäst beskriver en aktörs agerande.

Beträffande energisystemet bör det noteras att hela kedjan, från resurs till användning, på olika sätt kan påverka förekomsten av konflikter. För att få en överblick av vilka konflikter energisystemet kan interagera med är det därför, ur denna synvinkel, fördelaktigt att studera det sociotekniska energisystemet i en bred bemärkelse. Nedan ges ett urval av egenskaper för resurser, marknader, infrastruktur och användning som kan vara av intresse att inkludera.

⁵⁰ Låg livsmedelssäkerhet, i form av höga matpriser, har pekats ut som en bakomliggande drivkraft till den sociala instabilitet som rådde under arabiska våren, se exempelvis Messer (2009).

Egenskaper för energiresurser som ökar risken för konflikter är geografisk koncentration, det vill säga att fördelning av resurser är sådan att det globalt kan råda knapphet medan det lokalt kan förekomma ett relativt överflöd. Med överflöd åsyftas att resurser kan utvinnas till en kostnad som är betydligt lägre än marknadspriset. På platser med överflöd kan stora intäkter från resurser uppstå. Geografisk koncentration av högvärdiga resurser möjliggör även för stater att försöka ackumulera och kontrollera resurser över tid och rum. Denna situation råder främst för vissa icke-förnybara energiresurser, så som olja och gas. För förnybara resurser är risken för denna typ av konflikter generellt sett låg eftersom dessa resurser är mindre geografiskt koncentrerade och i många fall är svåra att ackumulera genom deras flödande karaktär (t.ex. sol- och vindenergi). Lokal brist på förnybara resurser skulle dock, i vissa situationer, kunna bidra till konflikter.

Beträffande internationella energimarknader är det strukturen, i form av diversitet (antal exportörer och balans mellan dessa), i kombination med exportvolymen och likviditeten som påverkar incitamentet för en stat att försöka säkra sin uppströms tillgång till energiresurser. Tillgång till en välfungerande internationell marknad minskar incitamenten att använda våldsmedel för att säkra den egna tillförseln och minskar också effektiviteten i energivapnet. Beträffande internationella energimarknader är även prisvolatiliteten av betydelse då prisförändringar kan påverka försörjningstrygghet, livsmedelspriser samt exportländers intäkter.

Egenskaper hos infrastruktur som kan öka risken för konflikter är olika former av sårbarheter. Historiskt sett har dessa faktorer gjort att det främst är flaskhalsar i fysisk infrastruktur, så som pipelines och transmissionsnät, som har associerats med avsiktliga attacker men ett ökat behov av informations- och styrsystem öppnar möjligheten för att virtuella attacker kan leda till liknande skador i framtiden.

Om samhällen är sårbara för avbrott och inte har tillräckliga möjligheter att reagera när störningar inträffar kan vissa resurser och energibärare komma att uppfattas som strategiskt viktiga för dessa samhällen. Detta ökar i sin tur motiven bakom konflikter där energisystemet betraktas som ett mål samt möjliggör konflikter där energisystemet används som ett medel. Exempel på egenskaper för användarsidan som skulle kunna vara värdefulla att studera för att se om dessa kan bidra till konflikter är således relaterade till förmågan att hantera avbrott (substituerbarhet av energibärare, elasticitet, etc.) samt vilka effekter en störning orsakar (exempelvis spridningseffekter till följd av olika beroenden).

5 Hur kan energisäkerheten påverkas av klimatomställningen?

I detta avsnitt sammanfattas de observationer, viktiga frågor, och resultat som har framkommit om hur klimatomställningen generellt kan påverka energisäkerheten. I avsnitt 6 står de specifika konsekvenserna för energisäkerheten av EU:s klimatstrategi mer i fokus. Förnybar energi och energieffektivisering har studerats i separata studier inom projektet och får därför större utrymme än övriga delar av klimatomställningen som vi inte har fördjupat oss lika mycket i. För samtliga alternativ beror de slutliga konsekvenserna för energisäkerheten i stor grad av i vilken mån institutioner anpassas, ekonomiska resurser allokeras till lämpliga investeringar och kompetensuppbyggnad, utfallet av ett stort antal externa faktorer som rör den globala säkerhetsordningen, samt den politiska utvecklingen i specifika länder. Utvecklingen inom dessa områden är osäker och vi gör här inga bedömningar av hur framtiden mest sannolikt kommer att se ut. Däremot lyfter vi under de olika avsnitten upp faktorer som kan vara viktiga för den framtida energisäkerheten.

5.1 Energieffektivisering och energisäkerhet⁵¹

Energieffektivisering minskar efterfrågan på knappa energiresurser (fossila och förnybara) och belastningen på flera infrastruktursystem och deras komponenter, t.ex. kraftverk, raffinaderier, pipelines, hamnar och elöverföringsnät. En lägre energianvändningsnivå gör att en viss lagrad energimängd räcker under en längre tid vid ett avbrott. Minskade värmeförluster i välisolerade hus gör att konsekvenserna av ett avbrott också blir mindre. Sammantaget kan energieffektivisering på kort- och medellång sikt ge mer redundans eller överskott i tillförselssystemet och därmed mindre risk för störningar. På sikt är det dock troligt att systemen anpassar sig efter nya energianvändningsnivåer och att dessa fördelar därmed avtar med tiden.

Energieffektivisering reducerar energiintensiteten i ekonomin (och hos enskilda aktörer) vilket gör att ekonomin blir mindre sårbar för förändringar av energipriserna. Vissa aspekter rörande försörjningstrygghet påverkas dock inte märkbart av energieffektivisering (t.ex. konsekvenserna av ett elavbrott).

För energileverantörerna innebär energieffektivisering en risk för minskade intäkter om effektiviseringen inte kompenseras av att efterfrågan på energitjänster ökar som följd av ekonomisk tillväxt eller förändrad

⁵¹ Detta avsnitt bygger på Jonsson och Johansson (2013).

konsumtionsinriktning. Eftersom många exportländer subventionerar inhemsk energianvändning skulle dock effektivare energianvändning inom landet kunna innebära ökade intäkter genom att en större andel av den utvunna energin kan säljas till internationella marknadspriser.

Energieffektivisering ger upphov till minskat importberoende men huruvida det ger upphov till ökad säkerhet tolkas olika inom olika säkerhetspolitiska skolor. Även om minskad energiimport skulle ge upphov till mindre beroende av andra aktörers agerande pekar vissa skolor på de fördelar som ett ömsesidigt beroende (på engelska: *interdependency*) kan ha på den allmänna säkerhetsnivån.

Effektivare energianvändning torde dock minska risken för negativ påverkan från energisystemet på livsmedelstryggheten eftersom fallande energipriser (som följer av lägre energiefterfrågan) leder till billigare insatsvaror i jordbruksproduktionen och genom att en lägre efterfrågan på bioenergi direkt leder till minskad konkurrens om landresurserna. Det innebär också i de flesta fallen att de risker som härrör från olika former av miljöpåverkan minskar.

5.2 Förnybar energi och energisäkerhet⁵²

En ökad användning av förnybar energi reducerar beroendet av uttömningsbara fossila resurser och möjliggör en långsiktig försörjning så länge inte de förnybara resurserna utnyttjas utöver deras långsiktiga produktionsförmåga.⁵³ Eftersom det idag fortfarande finns stora kvantiteter fossila bränslen tillgängliga blir denna resursaspekt framför allt relevant på lite längre sikt. En aspekt som är särskilt intressant under en övergångsperiod är att minskad efterfrågan av fossil energi kan innebära minskad ekonomisk bärkraft för fossil teknologi och infrastruktur, vilket kan leda till minskad tillförselkapacitet och ökad risk för avbrott på grund av eftersatt underhåll.

I länder och sektorer där fossil energi dominerar skulle en ökad användning av förnybar energi öka diversiteten och minska sårbarheten för störningar i tillförseln av fossil energi. Eftersom den förnybara energin är mer utspridd än de fossila resurserna kan också beroendet av enskilda leverantörsländer och transportrutter minska betydligt. Det kan dock finnas interaktioner och spridningseffekter mellan marknader för fossil och förnybar energi, exempelvis till följd av substituerbarhet mellan energibärare och när fossil energi utgör

⁵² Detta avsnitt bygger på Johansson (2013c) och Månsson m.fl. (2014b).

⁵³ Eftersom den potential som sol-, vind- och vågenergi har är teoretiskt sett betydligt större än någon tänkbar framtida efterfrågan är den senare aspekten framför allt relevant för biomassa där möjlig produktion styrs av markens produktivitet, konkurrens om mark- och vattenresurser gentemot andra ändamål såsom mat, fibrer och kemikalier, samt önskan att bevara miljövärden såsom biologisk mångfald.

insatsvara i bioenergiproduktion. Därför kan användare av förnybar energi påverkas av störningar som härrör från marknader för fossil energi.

En leveranssäkerhetsaspekt som har lyfts fram i många sammanhang för förnybar energi är de utmaningar som ökad variabel elproduktion med låga rörliga kostnader (främst vindkraft och solel) kan skapa för elsystemet vad gäller att balansera tillgång och efterfrågan. För att hantera detta pekar studier på att det finns fördelar både av att investera i tekniska lösningar som transmissionsledningar, energilagring och smarta elsystem⁵⁴ och att anpassa metoderna för prissättning bl.a. för att hantera att elpriserna under långa perioder kan understiga de nivåer som krävs för att täcka investeringsbehov. En fördel som ofta lyfts fram är å andra sidan att produktionsanläggningarna ofta är mindre och mer utspridda än vad som är det vanliga för fossilbaserad energi och kärnkraft, och att konsekvenserna av avbrott på enstaka anläggningar och transportlänkar blir mindre. Det är dock inte självklart att produktionen av förnybar el i realiteten äger rum nära konsumtionen utan den kan lika gärna ske där produktionen är billig, lättare att bygga utan lokalt motstånd och kan ske storskaligt.

En ökande användning av biodrivmedel påverkar energisäkerheten på olika sätt beroende på hur försörjningskedjorna ser ut.⁵⁵ Försörjningskedjorna för energibärarna skiljer sig åt avseende vilka resurser som används, hur mycket som importeras av primära resurser respektive sekundära energibärare, vilken flexibilitet produktionssystemet har att hantera störningar och vilken förmåga det finns på användarsidan att hantera ett avbrott. Det är också av betydelse i vilka fordon bränslet används och vilket bränsle som där ersätts.

I Sverige dominerar idag biogas, biodiesel (FAME⁵⁶, HVO⁵⁷) och etanol med olika konsekvenser för försörjningstryggheten. Medan biogas har en låg exponering mot internationella marknader är användningen av såväl biodiesel som etanol idag till stor del baserad på import antingen i form av färdiga energibärare eller av råvaror. Vidare produceras biogas i ett stort antal mindre anläggningar, till skillnad mot såväl biodiesel som etanol där anläggningarna i regel är större. Biodiesel och biogas, som idag ersätter diesel i tung trafik, bidrar till att den existerande obalansen på petroleummarknaden⁵⁸ minskar medan etanol, som främst ersätter bensin i personbilar, snarare ökar den. Jämfört med biogas kan biodiesel och etanol öka flexibiliteten i bränslesystemet eftersom de kan blandas in i befintliga flytande bränslen. Baksidan med substituerbarheten är att den blir beroende av utvecklingen på den globala bränslemarknaden.

⁵⁴ Se t.ex. Kempton m.fl. (2005). Purvins m.fl. (2011) och Bove m.fl. (2012).

⁵⁵ Månsson m.fl. (2014).

⁵⁶ Fatty Acid Methyl Ester.

⁵⁷ Hydrogenated Vegetable Oils.

⁵⁸ Idag finns det ett överskott på bensin relativt diesel.

En ökad användning av förnybar energi kan påverka dagens exportörer av fossila bränslen negativt med fallande kvantiteter och priser. Flera av dagens producentländer har dock goda förutsättningar även för förnybar energi vilket kan kompensera för en del av förlusterna. Dock är det mindre troligt att export av förnybar energi kommer att få samma roll i de nationella ekonomierna eftersom inget land bedöms kunna få samma dominerande roll som är fallet för fossila bränslen. Förutsättningarna att exploatera skillnaden mellan pris och produktionskostnad som görs av många gas- och oljeexportörer idag med stora nettointäkter som följd, torde också bli mindre.

Som antytts ovan borde möjligheterna för exportörer att exploatera energiberoenden ekonomiskt vara mindre för förnybar energi än fossila bränslen. Däremot har risken för målkonflikter mellan bioenergianvändning och bl.a. livsmedelssäkerhet lyfts upp i många studier.⁵⁹ Bioenergi är förknippad med konkurrens, t.ex. avseende mark- och vattenanvändning för att producera livsmedel och djurfoder, produktion av fiber och byggnadsmaterial liksom biokemikalier. Detta kan generera konflikter avseende rådgighet och ägarskap över mark- och vattenresurser, öka priset på odlingsbar mark och öka livsmedelspriserna, vilket kan öka risken för lokala och regionala politiska konflikter i termer av social oro och våldsanvändning.

Utöver ovanstående faktorer finns tydliga kopplingar mellan bioenergi och olika miljöaspekter som kan bli problematiska, i synnerhet om man inte kombinerar bioenergiexpansionen med effektiva styrmedel.⁶⁰ Det kan röra sig om både direkta och indirekta effekter på biologisk mångfald av ökad bioenergianvändning samt mer ansträngd vattenförsörjning eftersom odling av biomassa kan vara mycket vattenkrävande. Indirekta effekter av att utnyttja mark för odling av biomassa kan i vissa fall leda till utsläpp av växthusgaser som helt eller delvis åter upp de vinster som erhålls från användningen av bioenergi.

5.3 CCS, kärnkraft och energisäkerhet

En framgångsrik utveckling av CCS innebär att det från ett klimatperspektiv kan vara möjligt med en fortsatt användning av fossila bränslen, särskilt i större förbränningsanläggningar där tekniken är mest tillämplig. Det innebär att det finns ett större antal koldioxidsnåla alternativ att välja bland, vilket skulle kunna möjliggöra en större diversitet i energiförsörjningen än om inte CCS finns tillgängligt. En viktig aspekt är också att fossila resurser genom fortsatt efterfrågan inte behöver tappa så mycket i värde även med höga klimatambitioner. Å andra sidan kan tillgången till tekniken leda till en fortsatt inlåsning i befintliga fossilbaserade alternativ såsom naturgas och kol med de väl

⁵⁹ Se t.ex. Thompson och Meyer (2013) och Bryngelsson och Lindgren (2013).

⁶⁰ Johansson (2012).

beforskade energisäkerhetsproblem som vissa av dessa är förknippade med, framför allt naturgas.

Avskiljning, transport och injektion av koldioxid för ökad utvinning av gas och olja är teknik som har använts i många decennier. Däremot har dessa steg inte integrerats i storskaliga system för att ta hand om koldioxid från elproduktion och annan förbränning av fossila bränslen. CCS på förbränning av bioenergi (så kallad BECCS) är en möjlig väg att ta bort koldioxid som redan finns i atmosfären och biosfären. CCS skiljer sig från andra klimatåtgärder genom att tekniken, som kostar en del, inte har någon annan nytta än just att minska utsläppen och koncentrationen av växthusgaser. Ett undantag från detta kan vara ökad energisäkerhet för länder med fossila energiresurser. För det enda brett accepterade alternativet med geologisk lagring är miljöriskerna mycket små. I princip kan det orsaka små seismiska effekter och koldioxid kan sakta läcka ut om man väljer olämpliga platser för lagring. Stora ledningsbrott kan leda till att koldioxiden tränger undan luft och orsakar kvävning hos djur och människor. De främsta problemen för CCS förefaller vara allmänhetens acceptans, och därmed svagt politiskt stöd, samt att en utbyggnad skulle kräva hård offentlig styrning och planering.⁶¹

De säkerhetsaspekter som dominerar diskussionerna kring kärnkraft är tydligt kopplad till tekniska risker med att hantera radioaktivt material, riskerna för kärnkraftsolyckor med omfattande skador på samhällen och miljön, risken för attacker mot dessa känsliga system och risken för att ökad tillgång till klyvbart material ska leda till spridning av kärnvapen. Dessa aspekter har sammantaget lett till olika förhållningssätt till kärnkraften där en del nationer vill bevara eller kraftigt expandera kärnkraften medan andra, exempelvis Tyskland, har fattat beslut om avveckling. Vid en storskalig expansion av kärnkraften globalt uppstår på längre sikt nya eller förvärrade risker eftersom begränsade resurser av Uran-235 innebär att upparbetning av avfall och utveckling av brydreaktorer kan bli aktuellt. Detta skulle sannolikt öka riskerna för olyckor, attacker och vapenspridning.⁶²

Det kärnbränsle som används idag kommer från ett begränsat antal länder vilket skulle kunna innebära potentiella säkerhetsproblem. Den globala användningen av uran har sedan 1990 varje år överstigit utvinningen och mellanskillnaden har främst tillgodosetts genom minskade militära- och civila lager. På grund av sekretess råder osäkerhet beträffande nuvarande lagernivåer, framförallt storleken på ryska lager. Det är även ovisst vilken lageravtappning till den civila markanden som kommer göras i framtiden och på sikt finns troligen ett behov av ökad brytning, i synnerhet vid händelse av en kärnkraftsrenässans.⁶³

⁶¹ Se t.ex. IEA (2013b).

⁶² MIT (2003).

⁶³ OECD NEA, IAEA (2011).

Känsligheten för kostnadsökningar på kärnbränsle och kortsiktiga störningar i tillförseln torde dock inte vara lika stor som för fossila bränslen eftersom bränslekostnaden är en liten del av den totala produktionskostnaden för kärnkraftsel, vilket också gör det ekonomiskt möjligt att lagra bränsle över relativt långa tidsperioder.⁶⁴

5.4 Elektrifiering och energisäkerhet

En ökad elektrifiering av inte minst vägtransporter, men även industriprocesser, kan förenkla övergången till ett energisystem med låga växthusgasutsläpp. Samtidigt ökar det förutsättningen för hög diversitet i val av energislag eftersom ett sådant elsystem kan bestå av en mix av förnybara energislag med olika egenskaper (exempelvis vindkraft, solkraft, vattenkraft och bioenergi), kärnkraft och fossila bränslen med CCS. Jämfört med ett transportsystem baserat helt och hållet på petroleumbränslen kan ett transportsystem huvudsakligen baserat på ett diversifierat elsystem bli mindre beroende av utvecklingen på enskilda bränslemarknader. Om dessutom fordonen kan utnyttja flera energibärare som el och flytande bränslen skulle sårbarheten minska ytterligare. Samtidigt ökar betydelsen av ett robust och välfungerande elsystem om elen tar en mer central position i energisystemet.

Det råder stor osäkerhet kring hur elsystemet i sin helhet kan komma att utvecklas med förväntat stora andelar variabel elproduktion från sol och vind. Därmed förknippas också de framtida energisäkerhetseffekterna med osäkerhet. Balansering av framtida elsystem kommer att ske med en blandning av mer flexibel efterfrågan, integrerade kraftnät med stora överföringsförbindelser samt en rad olika möjligheter till energilagring. Hur bra energi- och leveranssäkerhet man får i ett framtida system är egentligen en ekonomisk fråga som beror av investeringar i redundans (extra ledningar, lagring, reservkraft, osv.). En mycket trolig effekt är starkt varierande elpriser, vars betydelse för olika elkunder naturligtvis kan diskuteras. Distribuerad lagring med batterier på hushållsnivå skulle kunna öka säkerheten för just dessa aktörer.

⁶⁴ Johansson m.fl. (2010).

6 EU:s klimat- och energipolitik och dess effekter på energisäkerheten

I detta kapitel studeras den klimat- och energipolitik som EU har antagit och hur den påverkar och samspelar med energisäkerheten. Först beskrivs översiktligt klimat- och energipolitiken där också energisäkerhetsstrategier ingår. Därefter fördjupar vi oss i EU:s energifärdplan, som främst är inriktad mot klimatmålen, och diskuterar dess effekter på energisäkerheten.

6.1 En översikt av EU:s klimat- och energipolitik

EU har under ett par decennier drivit en gemensam klimatpolitik bl.a. i de internationella förhandlingarna med exempelvis gemensamma åtaganden under Kyotoprotokollet samt genom interna handlingsplaner såsom *European Climate Change Programme* och 20/20/20- strategin från 2007. Dessa handlingsplaner och strategier har tillsammans legat till grund för gemensamma regelverk i form av direktiv.

En gemensam energipolitik har inte varit lika självklar även om energipolitiken har inkluderats i Lissabonfördraget som en del av EU:s ansvarsområden. I EU-fördraget lyfts nu fram att det ligger i EU:s uppgift att:

- garantera att energimarknaden fungerar,
- garantera energiförsörjningen i unionen,
- främja energieffektivitet och energibesparingar samt utveckling av nya och förnybara energikällor, och
- främja sammankopplade energinät.

Ett annat sätt att formulera utgångspunkten för EU:s energipolitik är genom de tre övergripande mål för EU:s energipolitik som har formulerats vilka överensstämmer väl med de mål som också framhålls i Sverige. Målen är:

- Hållbarhet
- Trygg energiförsörjning
- Konkurrenskraft

Hållbarhetsaspekten har under de senaste decennierna dominerats av klimatfrågan även om regelverk för reduktion av luftföroreningar har haft en tydlig koppling till energisystemet liksom regler kring skydd av biologisk mångfald som ingår i hållbarhetskriterier för biodrivmedel.

EU åtog sig inom ramen för Kyotoprotokollet att gemensamt reducera sina utsläpp av växthusgaser med 8 % mellan 1990 och 2008-2012. Som en del i detta arbete lanserades *European Climate Change Programme* (ECCP) år 2000, vilket i sin tur även resulterade i direktiv för förnybar elproduktion (2001) och biodrivmedel (2003). Som det stora flaggskeppet inom ramen för EU:s klimatpolitik infördes 2005 EU:s system för utsläppshandel (ETS). Inför förhandlingarna om vad som skulle följa efter Kyotoperiodens slut lanserades 2008 ett klimat- och energipaket som hade en målbild till 2020 och innehöll de s.k. 20/20/20- målen som rådet antog 2007:

- att utsläppen av växthusgaser ska reduceras med 20 % till 2020 jämfört med 1990. För detta har EU anammat både marknadsstyrmedel såsom EU-ETS och regleringar för utsläpp i transportsektorn,
- att förnybar energi ska svara för 20 % av den slutliga energianvändningen, där EU har satt bindande mål för varje medlemsland till 2020 samt ett krav att 10 % av energianvändningen inom transportsektorn ska vara förnybar,
- att primärenergianvändningen ska vara 20 % lägre än i ett business-as-usual scenario, där en blandning av åtgärder finns såsom nationella mål, krav för byggnader, belysning och produkter, samt krav på energimärkning av olika produkter.

I anslutning till dessa målformuleringar beslutades också om ett direktiv om revidering av utsläppshandelssystemet, ett direktiv om nationell bördefördelning av utsläppsminskningen utanför EU:s handelssystem, ett direktiv om förnybar energi samt ett direktiv om effektiv energianvändning. Utöver detta finns bl.a. direktiv om ekodesign och byggnader som leder till energieffektivisering.

Kommissionen har senare tagit fram en färdplan för en ekonomi med låga utsläpp av växthusgaser⁶⁵ följt av en energifärdplan⁶⁶. Målet med dessa var att spegla hur EU kan klara reduktioner nödvändiga för att nå tvågradersmålet, vilket bedömdes kräva utsläppsreduktioner på 80-95 % till 2050. Dessa färdplaner har behandlats såväl inom rådet som i parlamentet men har inte kunnat antas på grund av motstånd från enskilda länder.

Under våren 2014 presenterade kommissionen ett förslag om mål för 2030.⁶⁷ Det innehöll ett mål för att reducera utsläpp av växthusgaser med 40 % jämfört med 1990 och att andelen förnybar energi skulle uppgå till 27 %. Inget mål föreslogs dock för energieffektivisering – något som relativt omgående kritiserades av parlamentet.

⁶⁵ Europeiska kommissionen (2011a).

⁶⁶ Europeiska kommissionen (2011b).

⁶⁷ European Commission (2014a).

Avregleringen av el- och gasmarknaden har genomförts med hjälp av tre marknadspaket och syftat till att öppna upp energimarknaderna för konkurrens. Detta har bland annat skett genom krav på att separera producenter och distributörer, s.k. ”unbundling”.

Att skapa en effektiv inre marknad anges av kommissionen som centralt för en trygg energiförsörjning. I den andra strategiska energiöversynen⁶⁸ lyftes också behovet av en utbyggd infrastruktur och diversifierad energiförsörjning fram som viktiga områden. Detsamma gäller utvecklingen av externa förbindelser inom energiområdet, olje- och gaslager samt krishanteringsmekanismer. Energieffektivisering och bästa möjliga utnyttjande av inhemska energiresurser lyfts också fram. Dessa faktorer har behandlats även i senare dokument från kommissionen såsom energistrategin för 2020⁶⁹ och kommunikationen om internationellt samarbete inom energiområdet.⁷⁰

I maj 2014 presenterade Europeiska kommissionen⁷¹ en ny energisäkerhetsstrategi. I denna lyftes åtta byggstenar fram för en ökad energisäkerhet utifrån olika tidshorisonter:

- Direkta åtgärder för att öka EU:s kapacitet att klara en större störning under vintern 2014/2015
- Stärkande av krishanterings- och solidaritetsmekanismerna
- Begränsa energiefterfrågan
- Byggande av en välfungerande och helt integrerad marknad
- Öka energiproduktionen inom EU
- Fortsatt utvecklande av energitekniker
- Diversifiering av extern tillförsel och relaterad infrastruktur
- Förbättrad koordinering av nationell energipolitik och att tala med en röst i den externa energipolitiken.

Annorlunda formulerat kan de stora energisäkerhetsmålen inom EU idag klassificeras som;

- *Tillgänglighet* till energiresurser. EU har mål kring minskat importberoende och diversifiering av energislåg. EU arbetar även här med grannskapspolitik för att upprätthålla goda relationer med

⁶⁸ Europeiska kommissionen(2008).

⁶⁹ Europeiska kommissionen(2010).

⁷⁰ Europeiska kommissionen(2011c).

⁷¹ European Commission (2014b).

angränsande regioner (t.ex. Black Sea Synergy; Eastern Partnership; the Union for the Mediterranean, the Central Asia Strategy).

- *Tillförsäkerhet* i termer av robust infrastruktur. EU har regler för exempelvis strategiska reserver för olja, ramverk för investeringar i gasnät och infrastruktur för flytande naturgas (LNG), och regler för säkerhet i elsystem. EU stödjer specifika internationella gasledningsprojekt såsom Southern Gas Corridor, Nabucco och TANAP.
- *Marknader och prisstabilitet*, vilka EU verkar för främst genom utvecklingen av den inre energimarknaden, och genom att ställa krav på långtgående nätsamarbeten som ENTSO-E, och (på längre sikt) ansträngningar att förbättra balansen mellan utbud och efterfrågan genom smarta elnät.

Dessa energisäkerhetsfrågor är som indikerats ovan numera prioriterat som policyområde i det europeiska samarbetet, samtidigt som EU:s klimatpolitiska ambitioner fortlever på hög nivå, senast med kommissionens förslag om ett mål att utsläppen ska minska med 40 % till 2030. Frågan är dock hur dessa delar inom energisäkerhet och klimatpolitik förhåller sig till varandra. Utnyttjar man möjliga synergier när policys utvecklas, eller har det i stället inneburit att de olika policyerna motverkar varandra? I ett delprojekt⁷² har vi studerat policykoherensen på EU-nivå mellan klimatpolitiken och energisäkerhetspolitiken genom att granska delområden inom de två politikområdena i relation till varandra. Koherensbedömningen visade att de två policyfälten energisäkerhet och klimat är huvudsakligen koherenta på målnivå och att intresset för energisäkerhet inte principiellt behöver hindra genomförandet av klimatomställningen. Att fortsätta med specifika policys för förnybar energi i tillägg till utsläppshandeln (en fråga som nu har öppnats på EU-nivå) skapar möjligheter för starka synergier genom att diversifiering av energi förbättras, importberoendet minskar samtidigt som i synnerhet elproduktionen får lägre utsläpp.

Analysen visar dock att det i ett antal delområden krävs specifika åtgärder eller ansatser i genomförandet för att säkra koherens. Detta gäller t.ex. utbyggnad av elnäten och energieffektivisering där elsektorn idag tampas med lönsamhetsproblem, delvis på grund av lågkonjunktur och delvis på grund av klimatpolitiken, och har svårt att mobilisera investeringskapital för nätinфраstruktur. Ett annat område som kan vara problematiskt är den inre marknadens funktion i relation till EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU ETS) och ökningen av förnybar energi, där varje land idag väljer sina specifika styrmedel för förnybar energi vilket försämrar förutsättningarna för en

⁷² Baseras på Nilsson m.fl. (2014).

fungerande inre marknad. Man kan även fundera på den nuvarande interaktionen mellan EU:s grannskapspolitik och utvecklingen av förnybar energi, där det kan finnas outnyttjad potential för mer synergier än vad fallet är idag. Idag verkar grannskapspolitiken huvudsakligen rikta sig mot fossil energitillförsel. Klimatpolitiken har under de senaste två decennierna varit ett verktyg för europeisk integration och bör även kunna användas för att främja säkrare och starkare relationer med övriga världen.

6.2 EU:s energifärdplan och dess energisäkerhetskonskvenser

Som nämnts ovan presenterade kommissionen 2011 två färdplaner, en färdplan för en ekonomi med låga utsläpp av växthusgaser och en energifärdplan. Båda har samma ambitionsnivå vad gäller låga utsläpp av växthusgaser men medan färdplanen för låga växthusgaser studerade samtliga utsläpp i samhället och också alternativa klimatpolitiska scenarier koncentrerade man sig i energifärdplanen på energiområdet och endast ett omvärldsscenario (Global Action⁷³). I stället valde man att studera flera alternativa utvecklingar av energisystemet inom EU som samtliga var förenliga med att EU bidrar med sin del till att tvågradersmålet kan uppnås. EU:s energifärdplan har varit en grund för de studier som har genomförts i detta projekt.

I EU:s energifärdplan presenteras, utöver ett referensscenario och ett policyscenario baserat på några aktuella policyinitiativ, fem scenarier som medför en utsläppsminskning med 80 % till 2050. De har beteckningarna ”High Energy Efficiency”, ”High Renewables”, ”Diversified Supply Technologies”, ”Delayed CCS”, samt ”Low Nuclear”. I tabell 6.1 redovisas några egenskaper hos de presenterade scenarierna.

I en analys⁷⁴ inom ramen för projektet noterar vi att även om det finns skillnader mellan scenarierna är de relativt små, förmodligen till stor del beroende på att man har utgått från ett specifikt modellramverk med kostnadsminimering som central parameter. Jämfört med referensscenariot har till exempel samtliga scenarier ett kraftigt minskat primärenergiuttag, en ökad elektrifieringsgrad samt en markant ökad andel förnybar energi. Vi noterade också att energisäkerhetsaspekten hade studerats med hjälp av ett begränsat antal parametrar såsom importberoenden och andel variabel elproduktion.

⁷³ I scenariot Global Action antas det finnas en globalt spridd strävan att bidra till globala utsläppsminskningar motsvarande en halvering av de globala utsläppen av växthusgaser till 2050. I EU:s klimatfärdplan fanns även ett omvärldsscenario där EU gick vidare med en ambitiös klimatpolitik medan omvärlden följde en mindre ambitiös klimatpolitik.

⁷⁴ Johansson m.fl.(2014).

Tabell 6.1: Några egenskaper hos scenarierna i EU:s energifärdplan (European Commission, 2011). Alla värden är för 2050.

	Reference scenario	Current Policy Initiatives	High Energy Efficiency	Diversified Supply Technologies	High Renewables	Delayed CCS	Low Nuclear
Primärenergi (% jämfört med 2005)	-3.5	-11.6	-40.6	-33.3	-37.9	-32.2	-37.7
Elektrifierings-grad (%)	29.1	29.4	37.3	38.7	36.1	38.7	38.5
Förnybar energi i andel av slutlig energianv. (%)	25.5	29	57.3	54.6	75.2	55.7	57.5
CCS i andel av elproduktionen (%)	17.8	7.6	20.5	24.2	6.9	19	31.9
Kärnkraft i andel av primär energi (%)	16.7	13.5	13.5	15.3	3.8	17.5	2.6
Importberoende (%)	57.6	58.0	39.7	39.7	35.1	38.8	45.1

Inom ramen för projektet har vi försökt fylla upp några tomrum genom att göra en integrerad analys⁷⁵ av hur olika energisäkerhetsaspekter kan påverkas om EU:s energisystem utvecklas i enlighet med de olika scenarierna i EU:s energifärdplan. Särskilt fokus har riktats mot att identifiera ”hotspots” – dvs. områden där nya risker och hot kan dyka upp och energisäkerheten försämras om inte åtgärder vidtas för att undvika dessa. I och med att vi har riktat in oss specifikt mot ”hotspots” kan man inte direkt peka på att en viss scenarioutveckling är att föredra eftersom en sådan bedömning även bör väga in de olika scenariernas fördelar i form av ökad energisäkerhet. I de följande avsnitten sammanfattas en del av de huvudsakliga slutsatserna framför allt de som inte har täckts i den generella beskrivningen i avsnitt 5. Beskrivningen sker också med en annan skärning än den åtgärdsbaserade analysen i avsnitt 5.

⁷⁵ Jonsson m.fl. (2014b).

6.2.1 Energitillgångar som potentiell hotspot

EU:s efterfrågan av energi utgör bara en mindre andel av den totala globala efterfrågan. EU kan därför inte ensam, mer än marginellt, bidra till ett minskat tryck på de globala energitillgångarna via klimatåtgärder. Denna energisäkerhetsfaktor är således främst beroende av andra staters klimatpolitik. Om resten av världen fortsätter på den inslagna fossila vägen kommer EU att riskera att drabbas av tillgänglighets- och konkurrensproblem (avseende fossil energi) oavsett den egna politiken. Resten av världen kommer visserligen att ha ännu större problem än EU men de färdplansscenarioer som trots allt har en tämligen hög andel fossil energi kommer att bli extra sårbara. Det handlar i synnerhet om de scenarier där man förlitar sig på CCS och en hög andel naturgas.

Om å andra sidan globala klimatåtaganden görs så kan EU få problem med tillgängligheten avseende förnybar energi. Detta gör ”High Renewable”-scenariot sårbart men samtidigt råder skillnader mellan olika slags förnybar energi. Tillgängligheten på raffinerad biomassa och biodrivmedel kan förväntas styras av den globala marknaden medan flödande förnybar energi (från sol, vind och vågor) snarare beror av lokala och regionala användningsmönster och produktionsförutsättningar.

Samtliga scenarier innebär ett minskat totalt energiuttag, men det gäller i synnerhet ”High Energy Efficiency”-scenariot. Energieffektivisering som en unilateral EU-strategi kan bidra till ökad energisäkerhet i termer av minskad sårbarhet men risken för störningar och avbrott i distributionen kvarstår. Ett globalt minskat totalt energiuttag bidrar till ökade kollektiva energisäkerhetsvinster genom att trycket på begränsade resurser minskar men på längre sikt kommer sannolikt produktionskapaciteten för exempelvis olja och naturgas att justeras mot efterfrågan vilket gör att risken för kortsiktiga obalanser mellan efterfrågan och utbud återkommer. Det bör dock noteras att de ekonomiska effekterna av sådana obalanser blir mindre i lågutsläppscenarierna jämfört med referensscenariot eftersom det totala energiberoendet blivit mindre.

Energitillförsel omfattar import av energiråvaror och energibärare liksom inhemsk produktion. Utifrån ett nationellt (eller EU-) perspektiv kan minskad efterfrågan tack vare energieffektivisering bidra till minskat importbehov. Samtidigt bidrar energieffektivisering till sjunkande priser vilket kan innebära minskade investeringar i inhemsk utvinning och produktion och att de inhemska alternativens konkurrenskraft gentemot importerad energi kan komma att försämrats. På sikt kan detta leda till minskad diversitet. Detta behöver inte vara något problem under normala förhållanden men kan innebära tillförselrisker i händelse av störningar eller avbrott på de internationella marknaderna, exempelvis på grund av naturkatastrofer eller krig.

Denna insikt kan dock inte generaliseras för alla områden eftersom marknaderna, infrastrukturen och de institutionella förutsättningarna skiljer sig åt för olika energibärandesystem. Ibland kan diversifiering via inhemsk produktion innebära ökad energisäkerhet totalt sett men ibland kan det innebära nya potentiella problem och sårbarheter, t.ex. tekniska risker eller indirekta beroenden (t.ex. svårigheter att få fram reservdelar). En viktig slutsats i detta sammanhang är att den mest kritiska faktorn måste identifieras för att kunna göra en relevant analys för ett visst energibärandesystem. Avslutningsvis, flexibilitet kan vara en minst lika viktig aspekt som diversitet i detta sammanhang, t.ex. att ha omvandlingssystem (t.ex. fjärrvärme) som kan hantera flera olika energiråvaror.

Batterier, bränsleceller, solceller, vindturbiner och andra tekniska delar i energiförsörjningskedjan kräver vissa mineraler och material. Eftersom teknikutvecklingen är förknippad med osäkerhet är det svårt att säga vilka resurser som kan drabbas av framtida tillgångsproblem. Det man ser som potentiella bristkomponenter idag, t.ex. vissa jordartsmetaller, kan komma att ersättas med andra material. Vidare kan nya tekniker komma att ersätta de gamla, vilket kan innebära nya kritiska beroenden. Om det finns tekniska möjligheter, liksom ekonomisk rationalitet, kan återvinningssystem komma att etableras för vissa material.

6.2.2 Ekonomiska aspekter på energisäkerhet

Enligt EU:s färdplan kommer de totala energisystemkostnaderna att öka i samtliga scenarier men på längre sikt inte skilja sig så mycket från referensscenariot. Lågst kostnader bedöms scenarierna "Delayed CCS" och "Diversified Supply Technologies" ha. Det är dock svårt att göra kostnadsjämförelser mellan scenarierna i ett 2050-perspektiv då stora osäkerheter råder kring exempelvis framtida energipriser – vilket i sin tur är beroende av omvärldsfaktorer förknippade med osäkerhet. Dessutom är den tekniska utvecklingen och därmed kostnaderna för framtida teknik, såväl förnybar som CCS och kärnkraft osäker. Vad gäller kärnkraft tillkommer osäkerheter på grund av externa faktorer såsom ökade säkerhetskrav och nya lagar och regler, vilka kan innebära fördyringar.

Det man dock kan säga säkert när det gäller ökad elektrifiering i linje med färdplanen är att kostnaderna förskjuts från rörliga kostnader till kostnader förknippade med investeringar i infrastruktur, kapitaltunga produktionsanläggningar och effektivare slutanvändning. Tyngdpunkten förskjuts med andra ord mot ökade kapitalkostnader.

"High Energy Efficiency"-scenariot bedöms i färdplanen vara något kostsammare än övriga scenarier på grund av att effektiviseringarna kräver stora investeringar på användarsidan. Vi vill dock understryka att skillnaderna är

relativt små och beroende av underliggande antaganden om utveckling och kostnader för teknik som naturligtvis är förknippat med osäkerheter.

Prischocker är en ekonomisk energisäkerhetsaspekt som drabbar hushåll och företag. Hushållen tyngs genom att utrymmet för övrig konsumtion minskar och företagen tappar i konkurrenskraft. På nationell nivå kan handelsbalansen försämrast. Sannolikt innebär de mest effektiva och diversifierade scenarierna minst sårbarhet för prischocker. Detta gäller inte minst ”High Energy Efficiency”-scenariot där en mindre del av ekonomin (jämfört med övriga scenarier) är allokerad till rörliga energikostnader. Scenariot ”Low Nuclear” förlitar sig i hög grad på naturgas i kombination med CCS, vilket kan innebära viss risk för volatila priser. Prischocker kan också tänkas i scenarier med hög andel kärnkraft, vars storskaliga egenskaper utgör potentiella risker. Enstaka verk kan spela stor roll för eltillgången som helhet och om vissa reaktortyper tillfälligt måste stoppas, t.ex. på grund av nyupptäckta säkerhetsproblem, uppkommer en akut bristsituation som samtidigt kan leda till skenande priser.

Variabel elproduktion ökar i betydelse i samtliga färdplansscenarier men i synnerhet i scenariot ”High Renewables”. Detta kan innebära försvårad drift om inte nödvändiga investeringar görs i ökad transmissions- och distributionskapacitet, liksom nya funktioner inom ramen för ”smarta nät”-konceptet. Detta är dock ett välanalyserat forskningsområde och det är svårt att tänka sig att systemansvariga myndigheter tillåter en ohejdad expansion av variabel elproduktion utan att systemet i övrigt anpassas. Detta medför dock ökade kostnader. I EU:s färdplan innebär det att scenariot ”High Renewables” förknippas med betydligt högre kostnader för infrastrukturinvesteringar jämfört med de andra scenarierna.

6.2.3 Avsättningen av energi kan hotas för vissa länder men inte nödvändigtvis inkomsterna

En slentrianmässig slutsats är att klimatåtgärder är dåligt för bolag som producerar – och länder som exporterar – olja, gas och kol. Denna slutsats är i många avseenden rimlig men bör nyanseras. Även om efterfrågan minskar i absoluta tal så kan intäkterna bibehållas via högre priser när den relativa tillgången minskar. I ett medellångt perspektiv kan efterfrågan på gas dessutom snarare öka än minska.

Framgång för energihandelsföretag och energimäklare beror i hög grad på vilken affärsmodell de använder och vad förutsättningarna är för att implementera nya affärsmodeller som gör att de kan tjäna pengar även i en framtid i linje med EU:s färdplan. Eftersom samtliga scenarier innebär stora minskningar av såväl fossil som total energiefterfrågan är affärsmodeller där vinsten är nära kopplad till sålda volymer särskilt sårbara. Affärsmodeller som snarare baseras på tillgänglighet till energitjänster (oavsett volymer) torde vara mer gynnsamma.

Det går dock inte att komma ifrån att bolag och länder som idag är beroende av att sälja råvaruvolymer av olja, gas och kol blir sårbara om klimatåtgärder implementeras på global nivå. Detta gäller i synnerhet scenarierna ”High Energy Efficiency” och ”High Renewables” där den sammantagna energiefterfrågan minskar mest och där också möjligheten att kompensera detta med högre priser är små. Å ena sidan kan minskad efterfrågan innebära sjunkande priser och minskad lönsamhet vilket till slut gör att produktionen läggs ner. Å andra sidan kan minskad efterfrågan göra att den ändliga energiresursen räcker längre. Under förutsättningen att t.ex. olja inte fullt ut ersätts av andra alternativ behöver intäkterna över tid inte nödvändigtvis bli mindre sammantaget.

Om EU ensamt genomför klimatåtgärder begränsas påverkan på de internationella marknaderna. Globala marknader för exempelvis olja, kol och LNG kan enkelt anpassas medan de regionala energimarknaderna för exempelvis naturgas via pipeline inte är lika flexibel.

Samtliga lågutsläppscenarier innebär stora investeringar i såväl användar- och omvandlingsteknologi som infrastruktur. Den övergripande kostnadsbilden kommer att förändras då kapitalkostnadernas vikt ökar och kostnaderna för råvaror minskar (sol, vind och vågor är ju ”gratis”). Detta innebär nya förutsättningar för hela energisektorn, inte minst infrastrukturägarna som behöver incitament för att våga göra investeringar för att säkerställa framtida intäkter samtidigt som efterfrågan förväntas minska. Nya marknads- och affärsmodeller är därför nödvändiga.

6.2.4 Externa faktorer centrala för om energisystemet bidrar med nya eller förstärkta säkerhetshot

De flesta energisäkerhetsaspekter avgörs inte av det energiscenario man föreställer sig utan av externa faktorer.⁷⁶ Den viktigaste externa faktorn utifrån perspektivet om *energisystemet utsätts för risker och hot* är om globala klimatåtaganden föreligger eller om EU agerar på egen hand. Den faktorn har också betydelse avseende om *energisystemet genererar eller innebär förstärkta säkerhetshot* men där spelar också specifika lokala, nationella och regionala kontextuella faktorer en viktig roll, t.ex. institutionella, politiska och geografiska förhållanden.

Exempelvis kan uppkomsten av konflikter påverkas av energisituationen men för det mesta endast som en delmängd bland andra orsaker.⁷⁷ Om det inte handlar om konfliktsituationer i EU:s närmaste grannskap där EU har en nära energirelation är det svårt att se att EU:s energipolitik som främsta bidragande faktor till konflikt.

⁷⁶ Se Jonsson m.fl. (2014b).

⁷⁷ Se t.ex. Andrews-Speed m.fl. (2014)

Den geopolitiska riskfaktorn, dvs. det möjliga utfallet av en osund beroendesituation, är ett resultat av olika politiska intentioner men beror samtidigt av subjektiva uppfattningar av säkerhetsbegreppet. Ett stort beroende brukar förknippas med hög risk. Men å andra sidan har stora importörer större möjligheter att påverka exportörerna jämfört med de mindre konsumenterna. En samordnad europeisk energipolitik baserad på enighet och solidaritet, oavsett om färdplanen följs eller inte, torde därför vara en övergripande strategi för att hantera den geopolitiska riskfaktorn. Förutsättningarna för detta har mindre att göra med den specifika energipolitik som förs inom EU utan snarare med EU:s utveckling i stort, vilket i detta sammanhang kan betraktas som en omvärldsfaktor.

Ökad säkerhetisering av energiförsörjningskedjan som leder till ökad militarisering och spända internationella relationer bedöms inte kunna bli en direkt effekt av förverkligandet av EU:s färdplan. Ökad säkerhetisering som en enskild unilateral strategi kan betraktas som lämplig för att skydda specifika flöden. Men när det handlar om att säkerhetisering för att upprätthålla internationell flödessäkerhet – med det högre syftet att stödja fortsatt globalisering – så kan EU knappast agera unilateralt utan är beroende av samverkan och andra aktörers politiska intentioner (dvs. externa faktorer). I dagsläget förlitar sig EU (liksom USA) på fungerande internationella energimarknader som åtminstone till viss del skyddas av (främst USA:s) militärmakt.

Energisäkerhetsaspekter relaterade till institutionella brister såsom ”resursförbannelsen” och socioekonomiska orättvisor i exportländer är till stor del beroende av lokala förutsättningar i exportländerna. Det är svårt att se framtida EU-energipolicy som den främsta orsaken till ökade eller minskade problem avseende dessa aspekter. Andra mer viktiga faktorer i producentländerna (dvs. externa sådana) förefaller vara exempelvis förekomsten av ett fungerande demokratiskt system (t.ex. Kanada) eller frånvaron av ett sådant (t.ex. Turkmenistan), eller om intäkterna från energin kommer befolkningen till godo (t.ex. Norge), eller om den generella korruptionsnivån i samhället är hög (t.ex. Venezuela), eller på bristen av diversifiering i ekonomin (t.ex. Saudiarabien).

En övergripande slutsats är således att externa faktorer spelar en avgörande roll utifrån perspektivet om *energisystemet förstärker risker eller genererar nya hot*. Några specifika potentiella ”hotspots”, som en följd av EU:s färdplan diskuteras dock som exempel i följande avsnitt; betydelsen av ömsesidigt beroende, nukleära och andra tekniska risker, samt nya potentiella risker från förnybar energi.

6.2.4.1 Betydelsen av ömsesidigt beroende

Ömsesidigt beroende (eng. *interdependency*) länder emellan kan ses som en säkerhetshöjande faktor tack vare de konfliktdämpande incitament som uppstår när olika ekonomier är sammanflätade. Den nyliberala inriktningen inom det akademiska fältet internationella relationer lyfter gärna fram den komplexa väven av beroenden förknippad med globalisering som en kollektiv säkerhetshöjande faktor.⁷⁸ Synsättet kan sammanfattas som att ju mer beroende vi är av varandra, desto säkrare blir världen, vilket i sin tur innebär ökad säkerhet för enskilda länder. Säkerheten anses bli stärkt inte bara av antalet relationer (t.ex. externa energiberoenden) utan också av graden av ekonomiskt utbyte (t.ex. i form av större volymer olja eller gas). Givet det perspektivet innebär EU:s färdplan åtminstone ett litet bidrag till minskad säkerhet baserad på ömsesidigt beroende, i synnerhet vad gäller scenarierna ”High Energy Efficiency” och ”High Renewables”.

En kraftfull ökning av användningen av förnybar energi kan dock innebära nya beroenden med potentiella säkerhetsimplikationer för EU, t.ex. via nya länkar till Nordafrika, för att förse Europa med solgenererad el, eller via långväga transporter av bioenergi. Säkerhetseffekterna av detta kommer dels att bero på externa faktorer såsom stabilitet i exporterande länder och de internationella säkerhetsstrukturerna liksom förutsättningarna för internationell handel, dels på interna faktorer såsom EU-policy för hur intäkterna ska delas med de exporterande länderna.

Teorin om säkerhet via ömsesidigt beroende har dock blivit ifrågasatt med argumentet att beroendet inte eliminerar kampen om naturresurser eller relaterade konflikter utan snarare innebär en förskjutning av vilka maktmedel som kan användas.⁷⁹ Vidare kan man hävda att det inte existerar några symmetriska beroenden – i ett ömsesidigt beroende är någon alltid något mer beroende av relationen än den andra. Vidare bör man notera att detta inte är någon exklusiv energifråga utan att ömsesidigt beroende kan upprätthållas via annat ekonomiskt utbyte.

Vår slutsats är att om EU agerar på ett helt annat sätt än vad resten av världen gör så kommer sannolikt problem att uppstå – oavsett vilken väg inom ramen för färdplanen som väljs. Om andra stora och betydelsefulla aktörer och regioner bejakar och tjänar på fortsatt globalisering i en liberalt sinnad och marknadsorienterad värld så är antagligen självförsörjning en ogynnsam strategi för EU. Om globaliseringstrenden bryts och omvärlden präglas av geopolitik och nollsummespel så bör beroenden undvikas.

⁷⁸ Keohane och Nye (1997), Nye (2004).

⁷⁹ Mearsheimer (1994), Waltz (2000).

6.2.5 Tekniska risker

Tekniska riskfaktorer handlar å ena sidan om driftssäkerhetsfrågor under normala förhållanden. Vad avser exempelvis elsäkerhetsrisker, så kommer inte dessa att minska när energiefterfrågan minskar i enlighet med färdplanen eftersom riskerna är förknippade med Volt och Ampere snarare än med kWh. Just i det exemplet kan snarare den ökade elektrifieringen i scenarierna leda till ökad exponering för elsäkerhetsrisker.

En något annan typ av tekniska risker är mer förknippad med enskilda händelser, t.ex. oljetankerolyckor. Tekniska risker kan aldrig elimineras – så länge som systemen består så kvarstår riskerna. Men minskad efterfrågan kan minska vissa risker. Ju fler oljetankers som finns på haven desto större sannolikhet är det att *en* olycka inträffar.

Generellt sett ökar risken för olyckor också när tekniskt komplexa system, t.ex. kärnkraftverk, stressas nära sin maxkapacitet.⁸⁰ De scenarier med hög andel kärnkraft skiljer sig utifrån ett riskperspektiv från de andra scenarierna eftersom de nukleära riskerna har en särskilt mångfacetterad karaktär. De nukleära riskerna omfattar strålningsrisker, kärnavfallshanteringsfrågor, kopplingen mellan kärnkraft och kärnvapen liksom radiologiska vapen, spridningen av klyvbart material, samt inte minst de olika effekterna i händelse av en större olyckor (ekonomi, miljö, hälsa, etc.). Detta gör att riskerna förknippade med kärnkraft inte bara kan ses som en teknisk fråga utan är i högsta grad även en säkerhetspolitisk riskfaktor i bred bemärkelse. Exempelvis handlar en terrorattack mot en kärnanläggning sannolikt inte enbart om att störa energiförsörjningen och orsaka ekonomisk skada utan också att sprida rädsla och påvisa befolkningen att makthavarna är oförmögna att skydda dem.

Vi bedömer dock inte att scenarierna med hög andel kärnkraft, i detta sammanhang, skiljer sig åt från det referensscenario som används i färdplanen. Så länge som systemen består så kvarstår riskerna – oavsett scenario. Sammanfattningsvis kan man se att de tekniska riskfaktorerna kan elimineras först då efterfrågan blir tillräckligt låg – eller då radikala politiska beslut fattas – så att de delar i energiförsörjningskedjan som associeras med särskilt hög risk och är möjliga att tas bort också verkligen tas bort.

⁸⁰ Perrow (1984).

7 Avslutande diskussion

I den här rapporten har vi diskuterat vilka konsekvenser en klimatpolitiskt driven energiomställning kan få på energisäkerheten. Det är dock inte alls självklart att en fullständig omställning i enlighet med tvågradersmålet kommer att äga rum. Energiframtiden kan se helt annorlunda ut med exempelvis fortsatt omfattande användning av fossil energi och med det följer en helt annan energisäkerhetssituation. Vi tror dock att många av de angreppssätt och perspektiv som vi har utnyttjat för att studera energisystem med låga växthusgasutsläpp kan användas även för att analysera andra system där de fossila energikällorna fortsatt spelar en stor roll.

Beroende på vilken energistrategi man väljer så kan olika energisäkerhetsaspekter vara mest problematiska. Inga energisystem är utan problem och även om det finns flera energisäkerhetsstrategier som fungerar bra i de flesta fall (till exempel diversifiering, kompetensuppbyggnad, och investeringar i välfungerande infrastrukturer) finns det andra som är mer viktiga i specifika fall.

Bedömningen av vad man ska lägga in i begreppet energisäkerhet skiljer sig åt mellan olika analytiska traditioner. Vi har i denna studie valt att anlägga ett brett perspektiv och inkludera ett stort antal möjliga kopplingar mellan energi och säkerhet men det kan i andra sammanhang finnas skäl att snäva in frågeställningen och därmed fördjupa analysen. Vi har också huvudsakligen genomfört en kvalitativ analys men en sådan kan med fördel kompletteras med kvantitativa analyser. Hur betydande bidrag en kvantitativ analys kan ge till förståelsen beror delvis på vilken tidsskala man anlägger.

Tidsperspektivet är också viktigt när man studerar konsekvenserna av en omställning. Även om man kan peka på att en hög energisäkerhetsnivå kan nås även med framtida energisystem med mycket låga utsläpp kan omställningen i sig leda till turbulens. Befintliga system som ska avvecklas kan till exempel leda till att det blir svårt att rekrytera kompetens och dra till sig nödvändigt kapital för att upprätthålla leveranssäkerhet. På samma sätt kan investeringarna i nya infrastruktursystem och införandet av lämpliga regelverk gå för långsamt för att säkerställa att den nya tekniken inte ökar risknivån i samhället.⁸¹ Omvänt kan en del fördelar av en omställningsfas huvudsakligen uppkomma i ett initialt skede men minska på sikt. Exempelvis kan effektiviseringar skapa ett överskott eller redundans i systemen som dock kan minska över tid om man ”anpassar kostymen” efter de nya förhållandena.

⁸¹ Ett exempel kan vara om regelverk för markskydd globalt inte införs i fas med att styrmedel för ökade förnybara drivmedel införs. Om så inte sker kan både livsmedelstrygghet och biodiversitet hotas.

Det finns fortfarande ett stort behov av att vidareutveckla analysmetoder och analysperspektiv. I detta projekt har analysen baserats på ett forskarperspektiv men för att en analys ska fungera riktigt bra som beslutsstöd är det av vikt att beslutsfattare involveras mer i den strategiska bedömningen för att tydligare kunna bidra med sina perspektiv och prioriteringar.

Denna studie har huvudsakligen anlagt ett EU perspektiv. Detta ”statscentrerade” perspektiv är också det som dominerar i övrigt i litteraturen. Det finns dock, som vi ser det, ett behov att anlägga ett tydligare aktörsperspektiv på energisäkerhetsfrågan och tydligare studera även exempelvis hushålls, företags och andra organisationers energisäkerhet, för att bättre förstå vad energisäkerhet betyder på olika nivåer och vilka förutsättningar olika aktörer har att stärka sin egen (och andras) energisäkerhet.

Vi noterar i denna studie betydelsen av hur olika omvärldsfaktorer utvecklas för vilken koppling det kommer att finnas mellan energi och säkerhet. Faktorer som inte är direkt kopplade till energisystemet – t.ex. hur de internationella relationerna utvecklas – påverkar vilken betydelse olika energisäkerhetsfaktorer har. Faktorer som energiberoende och energioberoende kan också värderas olika beroende på vilket säkerhetsperspektiv man anlägger. Det är dessutom inte viktigt enbart vilket perspektiv på säkerhet man själv har utan även vilket perspektiv andra aktörer anlägger eftersom det styr deras beteende.

Även i framtiden kommer det att finnas behov av styrning för att säkerställa försörjningstrygghet och energisäkerhet. En stor del av dessa regleringar behöver inte skilja sig avsevärt mellan olika typer av framtida energisystem. Samtidigt kan man se behov av nya marknadslogiker och marknadsstyrning när mängden variabel elproduktion ökar i elsystemet. Styrningen av markanvändningen kommer också att bli central för att minska konflikter när markintensiva energislag som exempelvis vattenkraft och bioenergi expanderar.

Man måste alltid göra en avvägning mellan säkerhet och ekonomi. Även om man till exempel skulle anta att minskat importberoende skulle vara fördelaktigt ur ett säkerhetsperspektiv⁸² måste det vägas mot ekonomiska skäl för extern produktion. Ett typiskt exempel skulle kunna vara att det är ekonomiskt sett mer fördelaktigt att importera sol eller bioenergi till EU från grannländerna även om man skulle kunna producera en större andel själv.

Svensk energipolitik följer i stora drag EU:s inriktning och har i vissa fall legat före bl. a. vad gäller avregleringen av energimarknaden (Nilsson, 2011). Sverige har emellertid några egenskaper som gör att förutsättningarna skiljer sig åt mot EU i stort.

⁸² Vilket antytts ovan inte alls är helt självklart.

Sveriges elsystem är i princip fossilbränslefritt, vilket gör att det ur ett klimatpolitiskt perspektiv finns ett mindre behov att minska utsläppen från den sektorn. På uppvärmningssidan dominerar fjärrvärme vilket också minskar beroendet av ett enskilt bränsle, vilket kan jämföras med länder som huvudsakligen baserar sin uppvärmning på ledningsbunden naturgas.

Sverige har dessutom goda förutsättningar för de flesta förnybara energislagen och har störst andel idag av samtliga EU-länder och har också fått det största åtagandet i bördefördelningen av målet för förnybar energi 2020. Förutom av de goda geografiska förutsättningarna har detta varit en följd av en medveten policyinriktning med bl.a. jämförelsevis höga koldioxidskatter framför allt för uppvärmning.

Den energipolitiska debatten har i Sverige i ovanligt hög grad handlat om el, till stor del som en följd av den debatt om kärnkraftens vara eller inte vara som har legat latent ända sedan 1970-talet. Den kraftiga expansionen av kärnkraften har också bidragit till att Sverige, i en internationell jämförelse, är ett ovanligt elintensivt land.

Jämfört med de flesta övriga EU-länder är beroendet av naturgas mycket lågt med undantag av delar av södra och västra Sverige. Det har inneburit att den kanske mest profilerade energisäkerhetsfrågan på EU-nivå, dvs. beroendet av rysk gas, har varit av mindre betydelse för Sverige.

Det bör noteras att det inte är enbart Sverige som skiljer sig från ett EU-snitt utan det finns stora skillnader också mellan de andra EU-ländernas energibalanser, energiberoenden, ekonomiska förhållanden, industristruktur, förhandlingspositioner och historiska erfarenheter. Detta gör att synen på vad en lämplig energipolitik är skiljer sig åt.

Avslutningsvis vill vi peka på vikten av att, på nationell och EU-nivå, se över samordning och integreringsarbete för att upprätthålla och stärka koherensen mellan de många politiska målen och instrumenten riktade mot klimat och energisäkerhet. Interaktioner mellan energisäkerhet och klimatpolitik hanteras av ett stort antal departement och myndigheter. Energifrågor hanteras i Sverige bl.a. på Näringsdepartementet, Energimyndigheten, Svenska kraftnät och Energimarknadsinspektionen; klimatfrågan på bl.a. Miljödepartementet och Naturvårdsverket, och säkerhetsaspekter på Försvarsdepartementet, Myndigheten för samhällskydd och beredskap (MSB), Strålsäkerhetsmyndigheten, Försvarsmakten, m.fl. Risken är stor för institutionell fragmentering och målkonflikter i genomförandet. Motsvarande utmaning kan identifieras på EU-nivå med de olika direktoraten inom Europeiska Kommissionen.

Även om vi idag har en i stort sett väl fungerande samordning sker nu utvecklingen inom fältet så snabbt, både vad gäller energisäkerhetsläget inom Europa och energisystemets omställning, att samordningsutmaningarna snabbt skiftar och de två policyområdena närmar sig varandra. Energisäkerhetsfrågan

förskjuts från beredskapslager för olja och elnätsbalansering mot frågeställningar kring integrering av förnybar energi, kapacitetsmarknader och utveckling av klimatmarknader inom EU. Det kan därför vara lämpligt att skapa nya institutionella former för policysamordning och integrering som är anpassningsbara och kan hantera dessa föränderliga förutsättningar för energisäkerheten. Hur dessa former bör se ut är ett viktigt men ännu outforskat fält för policyforskningen.

Inom detta forskningsprojekt har vi visat nyttan av att även kunskapsutvecklingen samordnas genom tvärvetenskapligt och tvärsektoriellt samarbete, i detta fall mellan forskningsorganisationer förankrade i säkerhetsfrågor (FOI), miljö (SEI) och energisystem (Lunds Universitet).

8 Referenser

Andrews-Speed, P., van der Linde, C., Keramidas, K. 2014. Conflict and cooperation over access to energy: Implications for a low-carbon future. *Futures*, **58**, 103-114.

APEREC. 2007. *A Quest for Energy Security in the 21st century. Resources and Constraints*. Retrieved September 29, 2011, from http://www.iece.or.jp/aperc/2007pdf/2007_Reports/APERC_2007_A_Quest_for_Energy_Security.pdf

Arbatov A. A.1986. Oil as a factor in strategic policy and action: past and present. I: Westing A, (red.). *Global resources and international conflict: environmental factors in strategic policy and action*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) and United Nations Environment Programme (UNEP), Oxford University Press, Oxford.

Azar C., Lindgren K., Obersteiner M., Riahi K., van Vuuren D.P., den Elzen M.G.J., Möllersten K., Larson E.D. 2010. The feasibility of low CO₂ concentration targets and the role of bio-energy with carbon capture and storage (BECCS). *Climatic Change*, **100**, 195-202.

Blum H., Legey L.F.L. 2012.The challenging economics of energy security: Ensuring energy benefits in support to sustainable development. *Energy Economics*, **34**, 1982-1989.

Bove R., Bucher M., Ferretti F. 2012.Integrating large shares of wind power in a macro-economical cost-effective way. *Energy*, **43**, 438-447.

Bryngelsson, D. K. och Lindgren, K. 2013. Why large-scale bioenergy production on marginal land is unfeasible: A conceptual partial equilibrium analysis. *Energy Policy*, **55**, 454-466.

Cherp A. och Jewell J. 2011. The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **3**, 202-212.

Chester L. 2010. Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature. *Energy Policy*, **38**, 887-895.

Ciută F. 2010. Conceptual notes on energy security: total or banal security. *Security Dialogue*, **41**, 123-144.

Energimyndigheten. 2013. *Energiläget*, ET 2013:22., Eskilstuna.

European Commission, 2011. *Impact Assessment. Accompanying document to Energy Roadmap 2050*, Commission Staff Working Document SEC (2011) 1565.

European Commission. 2014a. *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*, COM (2014) 15 final.

European Commission. 2014b. *European Energy Security Strategy*, COM (2014) 330 final.

Europeiska kommissionen. 2008. *Andra strategiska energiöversynen. En handlingsplan för energitrygghet och energisolidaritet*, KOM (2008) 781 (slutlig).

Europeiska kommissionen. 2010. *Energi 2020. En strategi för hållbar och trygg energiförsörjning på en konkurrensutsatt marknad*, KOM (2010), 639 (slutlig).

Europeiska kommissionen. 2011a. *Färdplan för ett konkurrenskraftigt utsläppssnålt samhälle 2050*, KOM(2011) 112 slutlig.

Europeiska kommissionen. 2011b. *Energifärdplan för 2050*, KOM (2011) 885 slutlig.

Europeiska kommissionen. 2011c. *Om trygg energiförsörjning och internationellt samarbete – EU:s energipolitik: Samarbete med partner utanför våra gränser*, KOM (2011) 539 slutlig.

Floyd R. 2008. The environmental security debate and its significance for climate change. *The International Spectator*, **43**, 51-65.

Freedman, A.L., Murray, S.D. 2013. Theories, Tools and Lenses, in: Freedman, A.L. (Ed), *The Internationalization of Internal conflicts: Threatening the State*. Routledge, London, UK.

Friman M. Strandberg G. 2014. Historical responsibility for climate change: science and the science–policy interface *WIREs Clim Change*, **5**, 297–316.

Hughes L. och Shupe D. 2011. Applying the four ‘A’s of energy security as criteria in an energy security ranking method, i Sovacool B. K (ed.), *The Routledge Handbook of Energy Security*. Routledge, London.

IEA. 2010. *Energy Efficiency Governance*. International Energy Agency, Paris.

IEA. 2012a. *Medium-Term Coal Market Report 2012*. International Energy Agency, Paris.

IEA. 2012b. *World Energy Outlook 2012*. IEA/OECD, Paris.

IEA. 2013a. *World Energy Outlook 2013*. IEA/OECD, Paris.

IEA 2013b. *Technology Roadmap, Carbon capture and storage*. International Energy Agency, Paris.

IEA. 2014. *Energy Technology Perspectives*. IEA/OECD, Paris.

- IPCC. 2013. Summary for Policymakers, i Stocker, T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Johansson B., Jonsson D. K., Östensson M. 2010. *Energisäkerhet och energiberoenden på kort och lång sikt. En pilotstudie*. FOI-R--2979--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.
- Johansson B. 2012. *Klimatomställningens förenlighet med de svenska miljömålen*. Rapport nr 75. Miljö- och energisystem. Institutionen för teknik och samhälle, Lunds universitet, Lund.
- Johansson B. 2013a. Energy efficiency in low-carbon and energy roadmaps. *Eceee 2013 Summer study, France 3-8 June*.
- Johansson B. 2013b. A broadened typology on energy and security. *Energy*, **53**, 199-205.
- Johansson B. 2013c. Security Aspects of Future Renewable Energy Systems – A Short Overview. *Energy*, **61**, 598-605.
- Johansson B., Jonsson D. K., Månsson A., Nilsson L. J., Nilsson M. 2014. The treatment of energy security in the EU energy roadmap. SEI Discussion Brief. Stockholm Environment Institute.
- Jonsson D. K., Johansson B. 2013. How can improved energy efficiency affect energy security? *Eceee 2013 Summer study, France 3-8 June*.
- Jonsson, D. K., Månsson, A., Johansson, B. 2013. Energy Security and Climate Change Mitigation as Combined Areas of Analysis in Contemporary Research, *Energy Studies Review*: Vol. 20: Iss. 2, Article 5.
- Jonsson, D.K. (red.), Johansson, B., Månsson, A., Sonnsjö, H. 2014a. *Energi, säkerhet och konflikt i ett framtidsperspektiv*. FOI-R--3813--SE. FOI, Stockholm.
- Jonsson D. K. Johansson B., Månsson A., Nilsson L. J., Nilsson M., Sonnsjö H. 2014b. Energy Security Matters in low-carbon energy systems. *Manuscript*.
- Kempton W, 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.
- Keohane, R., Nye, J.S. (1997). Realism and Complex Interdependence, i Crane, G.T. & Amawi A. (red.): *The Theoretical Evolution of International Political Economy*. Oxford University Press, New York

- Koubi V., Spilker G., Bohmelt T., Bernauer T., 2013. Do natural resources matter for interstate and intrastate armed conflict? *Journal of Peace Research*, August 21: 1-17.
- Kruyt B., van Vuuren D.P., de Vries H.J.M., Groenenberg H. 2009. Indicators for energy security, *Energy Policy*, **37**, 2166-2181.
- Lin B., Wang T. 2012. Forecasting natural gas supply in China: Production peak and import trends. *Energy policy*, **49**, 225-233.
- Littlecott C., Pearson I., Whiriskey K., Svendsen Skriung C., 2013. *Moving CCS Forward in Europe*. ENGO Network on CCS. May 2013.
http://www.engonetwork.org/Moving_CCS_Forward_in_Europe_May_24.pdf
- Luft G, Korin A. Energy Security. In the eyes of the beholder. I Luft G, Korin A, editors. *Energy Security Challenges for the 21st century. A Reference Handbook*, Santa Barbara, California: Praeger Security International; 2009, p.1-17.
- Mearsheimer, J. 1994. The False Promise of International Institutions. *International security* **19(3)**, 5-49
- Messer, E. 2009. Rising food prices, social mobilizations, and violence: conceptual issues in understanding and responding to the connections linking hunger and conflict. *NAPA Bulletin*, **32**, 12-22.
- MIT. 2003. *The Future of Nuclear Power, an Interdisciplinary MIT Study*, Massachusetts Institute of Technology, Boston.
- Månsson, A., 2014. Energi och konflikter: översikt och analytiskt ramverk. I Jonsson, D.K., (Red.), *Energi, säkerhet och konflikt i ett framtidsperspektiv*. FOI-R--3813--SE. Totalförsvarets forskningsinstitut, Stockholm.
- Månsson, A., Johansson, B., Nilsson, L.J., 2014a. Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies. *Energy*, **73**, 1-14.
- Månsson, A., Sanches-Pereira, A., Hermann, S., 2014b. Biofuels for road transport: Analysing evolving supply chains in Sweden from an energy security perspective. *Applied Energy*, **123**, 349-357.
- Naturvårdsverket. 2004. "Post Kyoto". *Klimatsamarbete efter 2012. Redovisning av ett regeringsuppdrag om framtida internationellt klimatsamarbete*. Rapport 5397, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2012a. Strategier och färdplaner utanför Sverige. I Naturvårdsverket, 2012. *Underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050. Bilagor till rapport 6537*. Rapport 6525, Stockholm.
- Naturvårdsverket. 2012b. *Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050. Delrapport*. Rapport 6487, Stockholm.

Nikoleris A., Nilsson L. J. 2013. *Elektrobränslen – en kunskapsöversikt*. IMES rapport nr 85, Miljö- och energisystem, Lunds universitet, Lund.

Nilsson, M. 2011. Changing the decision space: European policy influences on energy policy and systems change in Sweden, *Public Administration*, **89** (4), 1509-1525.

Nilsson L.J. och Stenqvist C. 2011 Politik för energieffektivisering, rapport för Nordiska ministerrådet. Miljö- och energisystem, Lunds universitet, Lund.

Nilsson M., Strambo C. och Månsson A. (2014). Are EU energy security and climate change policies coherent? *Conference paper, BIEE 10th Academic Conference. Balancing Competing Energy Policy Goals 17-18 September 2014*, British Institute for Energy Economics, Oxford.

Nye, J.S. 2004. Soft Power and Leadership. *Compass: A journal of leadership*. [online] <http://hbswk.hbs.edu/archive/4290.html>

OECD NEA, IAEA. 2011. *Uranium 2011: Resources, Production and Demand*, NEA rapport 7059, Paris.

Perrow, C. 1984. *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*. Basic Books, New York.

Planning Commission of the Government of India. 2013. *India Energy Security Scenarios 2047*. Available at: <http://indiaenergy.gov.in/>.

Prop 2008/09:162. *En sammanhållen klimat- och energipolitik. Klimat*.

Purvins A., Zubaryeva A., Llorente M., Tzimas E., Mercier A. 2011. Challenges and options for a large wind power uptake by the European electricity system. *Applied Energy*, **88**, 1461-1469.

Randalls S. 2010. History of the 2°C climate target. *WIREs Climate Change*, **1**, 598-605.

Sovacool B.K., Mukherjee I. 2011. Conceptualising and measuring energy security: A synthesis approach. *Energy*, **36**: 5846-5853.

SOU 2013:84. Utredningen om en fossilbränslefri fordonstrafik. *Fossilfrihet på väg*, Fritzes, Stockholm.

Stokes, D., Raphael, S., 2010. *Global Energy Security and American Hegemony*. The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Söderholm P., Hildingsson R., Johansson B., Khan J., Wilhelmsson F. 2011. Governing the transition to low-carbon futures: A critical survey of energy scenarios for 2050. *Futures*, **43**, 10, 1105-1116.

Thompson W. och Meyer, S. 2013. Second generation biofuels and food crops: Co-products or competitors? *Global Food Security*, **2**, 89-96.

UNDP. 1994. *Human development report 1994*. Oxford University Press, Oxford, UK.

UNFCCC. 2010. The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention. FCCC/CP/2010/7/Add.1.

Vetenskapliga rådet för klimatförändringar. 2007. *Vetenskapligt underlag för klimatpolitiken*. Miljövårdsberedningens rapport 2007:03. Miljövårdsberedningen, Stockholm.

Waltz, K.N. 2000. Structural realism after the cold war. *International Security*. **25(1)**: 5-41.

Yergin, D., 1991. *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money, and Power*. New York: Simon & Schuster.

Åhman M., Nikoleris A., Nilsson L.J. 2012. *Decarbonising industry in Sweden, an assessment of possibilities and policy needs*. Rapport No 77, Miljö- och energisystem, Lunds universitet

Åkerman, J., Isaksson K., Johansson J., Hedberg L. 2007. *Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050*. Rapport 5754. Naturvårdsverket, Stockholm.

Bilaga A. Publikationer helt eller delvis framtagna inom projektet “Den klimatdrivna energiomställningen och energisäkerheten”

Tidskriftsartiklar

Johansson B. 2013. Security Aspects of Future Renewable Energy Systems – A Short Overview. *Energy*, **61**, 598-605.

Johansson B. 2013. A broadened typology on energy and security. *Energy*, **53**, 199-205.

Jonsson, Daniel K.; Månsson, André; and Johansson, Bengt. 2013. Energy Security and Climate Change Mitigation as Combined Areas of Analysis in Contemporary Research, *Energy Studies Review*: **20**, Iss. 2, Article 5.

Lindgren F., Johansson B. Malmlöf T., Lindvall F. 2013. Siting conflicts between wind power and military aviation - problems and potential solutions. *Land Use Policy*, **34**, 104-111.

Månsson, A., Sanches-Pereira, A., Hermann, S., 2014. Biofuels for road transport: Analysing evolving supply chains in Sweden from an energy security perspective. *Applied Energy*, **123**, 349-357.

Månsson, A., Johansson, B., Nilsson, L.J., 2014a. Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies. *Energy*, **73**, 1-14.

Nilsson M., Zamparutti T., Petersen J-E., Nykvist B., Rudberg P., McGuinn J., 2012. Understanding Policy Coherence. Analytical Framework and Examples of Sector–Environment Policy Interactions in the EU, *Environmental Policy & Governance*, **22**, 395-423.

Konferenspublikationer

Johansson B. 2011. Renewable energy energy security and resilient societies. IGS-SENSE Conference, Resilient societies, Governing risk and vulnerability for water, energy and climate change, 19-21 October, 2011, University of Twente, Enschede, The Netherlands.

Johansson B. 2013. Energy efficiency in low-carbon and energy roadmaps. Eceee 2013 Summer study, France 3-8 June.

Johansson B., Jonsson D. K., Månsson A., Nilsson L. J., Nilsson M. 2014. Transition to a low carbon energy systems and energy security – synergies and conflicts. *Conference paper, BIEE 10th Academic Conference. Balancing*

Competing Energy Policy Goals 17-18 September 2014, British Institute for Energy Economics, Oxford.

Jonsson D. K. Johansson B. 2013. How can improved energy efficiency affect energy security? Eceee 2013 Summer study, France 3-8 June.

Månsson A., Johansson B., Nilsson L. J. 2012. Methodologies for characterising and valuing energy security - a short critical review, *9th International Conference on the European Energy Market, 10-12 May, Florence*.

Nilsson M., Strambo C. och Månsson A. 2014. Are EU energy security and climate change policies coherent? *Conference paper, BIEE 10th Academic Conference. Balancing Competing Energy Policy Goals 17-18 September 2014*, British Institute for Energy Economics, Oxford.

Rapporter

Jonsson D., 2012. Solidaritet och säkerhet – de glömda energifrågorna. Skeppsström et al (red) *Strategisk utblick 2012*, FOI-R--3437--SE.

Jonsson, D.K. (red.), Johansson, B., Månsson, A., Sonnsjö, H. 2014. Energi, säkerhet och konflikt i ett framtidsperspektiv. FOI-R--3813--SE. FOI, Stockholm.

Johansson B., Jonsson D. K., Månsson A., Nilsson L. J., Nilsson M. 2014. The treatment of energy security in the EU energy roadmap. SEI Discussion Brief. Stockholm Environment Institute.

Manuskript

Månsson A. Interactions between energy and conflicts: Overview and conceptual framework. *Submitted to Energy Research & Social Science*.

Jonsson D. K. Johansson B., Månsson A., Nilsson L. J., Nilsson M., Sonnsjö H. 2014. Energy Security Matters in low-carbon energy systems. *Manuscript*.

Energisystemet kommer att behöva ställas om för att begränsa risken för allvarliga klimatförändringar. Energieffektivisering, förnybar energi, avskiljning och lagring av koldioxid, kärnkraft och en ökad elektrifiering av samhället har i olika sammanhang pekats ut som viktiga beståndsdelar i en sådan omställning.

Men hur påverkar en sådan omställning energisäkerheten? Detta har undersökts i ett flerårigt forskningsprojekt vars huvudsakliga resultat sammanfattas i denna rapport.

Energisäkerhet handlar om en tillförlitlig och trygg energiförsörjning men också om att undvika ekonomiska, tekniska och säkerhetspolitiska risker. Enligt våra analyser finns det inget som motsäger att framtida energisystem med låga utsläpp av växthusgaser kan vara minst lika säkra som dagens huvudsakligen fossilbaserade system. Vad gäller många aspekter ser vi i stället betydande fördelar. Däremot kan det krävas betydande investeringar och att institutionella förhållanden och regelverk anpassas för att förhindra att konflikter mellan klimatomställningen och energisäkerheten ska uppkomma.