

ANNIKA CARLSSON-KANYAMA, ÅKE J. HOLMGREN, THOMAS JÖNSSON, ROBERT L. LARSSON



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1250 anställda varav ungefär 900 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Annika Carlsson-Kanyama, Åke J. Holmgren, Thomas Jönsson, Robert L. Larsson

## Perspektiv på energisäkerhet

<b>Utgivare</b> FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Försvarsanalys 164 90 Stockholm	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--2250--SE	<b>Klassificering</b> Underlagsrapport
	<b>Forskningsområde</b> 1. Analys av säkerhet och sårbarhet	
	<b>Månad, år</b> Maj 2007	<b>Projektnummer</b> I164
	<b>Delområde</b> 19 Breda projekt inom säkerhet och sårbarhet	
<b>Författare/redaktör</b> Annika Carlsson-Kanyama Åke J. Holmgren Thomas Jönsson Robert L. Larsson	<b>Projektledare</b> Annika Carlsson-Kanyama, Daniel K. Jonsson	
	<b>Godkänd av</b> Helen Jarlsvik	
<b>Rapportens titel</b> Perspektiv på energisäkerhet		
<b>Sammanfattning</b> <p>Energisäkerhet är ett brett begrepp och i allmänhet menar man då vikten av att försäkra sig om att det finns tillräckligt med energi för att samhällets funktion nu och i framtiden inte skall äventyras. I diskussionen om energisäkerhet är det framförallt den säkra tillförseln som får mest plats och här inkluderas både produktionsanläggningar samt den infrastruktur som krävs för att flytta energin från producent till användare. Men även användarperspektivet och vikten av att spara energi är en del av diskussionen.</p> <p>I rapporten presenteras åtta olika uppsatser som på olika sätt behandlar ämnet energisäkerhet. Tillförselperspektivet behandlas i sex av dessa med ämnen som det maktpolitiska spelet kring energin på global och EU nivå samt de geopolitiska perspektiven på stora energiinfrastrukturprojekt och hur EU vill reglera säkerheten hos dessa. Vidare diskuteras metoder och angreppssätt för att göra riskanalyser av elsystem samt säkerheten i de digitala kontrollsystem som används i energisektorn. Klimatförändringens påverkan på energiproduktion och leverans behandlas utifrån nuvarande kunskapsläge. Energianvändarperspektivet diskuteras utifrån forskning om hushållens konsumtion, också den i ljuset av klimatförändringen och försvarsmakternas potentiellt betydelsefulla roll som aktörer inom energiområdet lyfts fram liksom energins roll i olika framtidsstudier.</p>		
<b>Nyckelord</b> Energisäkerhet, utrikespolitik, infrastruktur, risk, digitala kontrollsystem, klimatförändring, användare, energieffektivitet, EU, ESFP, GUSP, kritisk Infrastruktur, EPCIP, CIP		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 81 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Defence Analysis SE-164 90 Stockholm	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--2250--SE	<b>Report type</b> Base data report
	<b>Programme Areas</b> 1. Security, safety and vulnerability analyses	
	<b>Month year</b> May 2007	<b>Project no.</b> I164
	<b>Subcategories</b> 19 Interdisciplinary Projects regarding Security, safety and vulnerability analyses	
<b>Author/s (editor/s)</b> Annika Carlsson-Kanyama Åke J. Holmgren Thomas Jönsson Robert L. Larsson	<b>Project manager</b> Annika Carlsson-Kanyama, Daniel K. Jonsson	
	<b>Approved by</b> Helen Jarlsvik	
<b>Report title (In translation)</b> Perspectives on Energy Security		
<b>Abstract</b> <p>A common notion of 'Energy Security' is that it includes access to energy resources without risking the the survival of the state. 'Security of supply' is most often the concept emphasized in the political discourse on energi security and it includes both production as well as secure and safe delivery of energy to the end consumers.</p> <p>Another aspect of energy security is the need for reducing energy consumption by improving energy efficiency. In this report, eight chapters covering these and other perspectives on energy security are presented. Six of the chapters deal with the supply perspective. Included topics cover power politics and geopolitical perspectives regarding large infrastructure projects and the ambitions of the EU in this regard.</p> <p>Further, methods and approaches for conducting risk analyses of electricity supply systems as well as for improving the security of digital control systems are discussed. As climate change will affect the supply and distribution of energy, one chapter presents an overview of this topic. The consumption perspective is discussed against the backdrop of research about household consumption practices and the role of climate change for future sunsumption levels. Finally, the role of armed forces as a large energy users is touched upon, as well as how so-called 'future studies' have dealt with energy as a topic.</p>		
<b>Keywords</b> Energy security, foreign policy, infrastucture, SCADA systems, risk, climate change, end users, energy efficiency, ESDP, CFSP, EU,		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 81 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	

**Omslagsbilder:**

*Vattenkraftverk:* Fotograf: Hans Blomberg, källa: Vattenfall AB

*Höspänningsledningar i Kalifornien:* Robert L. Larsson

*Illustration:* Marcus Engström

# Innehåll

<b>INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. ENERGI- OCH GEOPOLITIK – KONKURRENS OCH KONFLIKT</b> .....	<b>9</b>
1.1 Övergripande.....	9
1.2 Forskningsläget, media och den politiska debatten .....	12
1.3 Avslutning.....	13
Referenser.....	14
<b>2. KLIMATFÖRÄNDRINGEN – HUR PÅVERKAR DEN PRODUKTION OCH ANVÄNDNING AV ENERGI?</b> .....	<b>17</b>
2.1 Energiproduktion .....	18
2.2 Överföring.....	21
2.3 Energikonsumtion.....	22
2.4 Reflektioner om framtida forskning.....	23
Referenser.....	24
<b>3. ENERGISÄKERHET PÅ EU-NIVÅ – EN FRÅGA OM SYNSÄTT</b> .....	<b>27</b>
3.1 Teoretiskt samtal.....	27
3.2 Skydd av kritisk infrastruktur i Europa.....	29
3.2.1 Skydd av kritisk infrastruktur .....	30
3.2.2 EU-kommissionens förslag till ett europeiskt program för skydd av kritisk infrastruktur .....	30
3.2.3 Analys.....	32
3.3 Energisäkerhet och den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken .....	33
3.3.1 Energisäkerhet och den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken.....	33
3.3.2 Den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitikens bidrag till energisäkerheten.....	34
3.3.3 Analys.....	35
3.4 Slutord.....	36
Referenser.....	36
<b>4. ENERGIINFRASTRUKTURPROJEKT – EXEMPLET NORD STREAM</b> .....	<b>39</b>
4.1 Övergripande bakgrund.....	39
4.2 Forskningsläget, media och den politiska debatten .....	41
4.3 Avslutning.....	44
Referenser.....	44

<b>5. ATT ANALYSERA RISKER INOM ENERGIFÖRSÖRJNINGEN.....</b>	<b>45</b>
5.1 Samhällets beroende av system för energiöverföring .....	45
5.2 Risk och beslut.....	45
5.3 Riskanalys – att beskriva och beräkna risker .....	47
5.4 Korta exempel från riskanalyser av system för elöverföring .....	48
5.4.2 Kvantitativ riskanalys av elsystem.....	49
5.4.3 Expertbaserad riskanalys av elsystem .....	51
5.5 Avslutande synpunkter.....	54
Referenser.....	54
<b>6. SÄKERHET I DIGITALA KONTROLLSYSTEM INOM ENERGIFÖRSÖRJNINGEN .....</b>	<b>57</b>
6.1 Styrning och kontroll av system för energiförsörjningen .....	57
6.2 En kort introduktion till digitala kontrollsystem .....	58
6.2.1 Principiell uppbyggnad av digitala kontrollsystem.....	58
6.2.2 Skillnader mellan administrativa IT-system och digitala kontrollsystem.....	60
6.3 Attacker mot digitala kontrollsystem och diskussion kring hotbilden .....	62
6.4 Riskanalys av digitala kontrollsystem .....	63
6.5 Diskussion kring säkerhetshöjande aktiviteter inom energiområdet.....	63
6.5.1 Experiment och säkerhetsanalyser .....	63
6.5.2 Informationsutbyte, samverkan och utbildning .....	65
6.5.3 Riktlinjer, rekommendationer och standardiseringar .....	66
6.6 Avslutande synpunkter.....	66
Referenser.....	67
<b>7. HUSHÅLLENS ENERGIANVÄNDNING – ATTITYDER, BETEENDEN OCH PENGAR .....</b>	<b>69</b>
7.1 Betydelsen av indirekt energi.....	70
7.2 Kopplingen värderingar, attityder, beteende .....	72
7.3 Utgifterna påverkar energianvändningsnivåerna mest .....	73
7.4 Framtida energieffektiva hushåll? .....	74
7.5 Avslutning.....	75
Referenser.....	75
<b>8. ÖVRIGA FRÅGOR ANGÅENDE ENERGISÄKERHET.....</b>	<b>79</b>
8.1 Olika energikällor: exemplet krigsmakter.....	79
8.2 Energins roll i framtidsstudier .....	80
Referenser.....	81

# Inledning

Det moderna samhällets beroende av energi är uppenbart. Tillfälliga störningar i leveranserna av elenergi gör upplysta städer mörka, stänger kassorna och dörrarna i matvarubutikerna samt slår ut möjligheten att kommunicera med omvärlden på det sätt vi är vana. Vid längre avbrott i energitillförseln stannar trafiken, inomhustemperaturen går upp eller ned beroende på årstid och förråden av mat, mediciner och andra viktiga insatsvaror sinar snabbt. Vi har byggt in oss i strukturer som kräver att energitillförseln säkras och endast mycket korta avbrott kan tolereras utan allvarliga störningar i samhällets funktioner.

Under energikriserna på 1970-talet blev vårt beroende av importerade energibärare uppenbart och samhället satte in avsevärda resurser för att effektivisera användningen. Därefter följde en tid då rädslan minskade för att möta överraskningar i form av kraftiga prishöjningar, energin blev åter billig och kunde användas utan tanke på begränsningar. Men i och med att den globala efterfrågan på energi har ökat kraftigt samtidigt som det har blivit uppenbart att energianvändningen orsakar betydande miljöproblem har synen på energi ändrats. Återigen ligger energipolitiken högt på den internationella dagordningen och begreppet energisäkerhet (energy security) förekommer ofta i debatten om utrikes- och energipolitik.

Energisäkerhet är ett brett begrepp och i allmänhet menar man då vikten av att försäkra sig om att det finns tillräckligt med energi för att samhällets funktion nu och i framtiden inte ska äventyras. Man kan peka på två övergripande strategier för att nå det målet: den första är att se till att tillförseln fungerar (security of supply) och det andra är att se till att energin, när den väl levereras, också används effektivt. Samtidigt finns det mål som säger att energin ska vara billig och miljöanpassad. I diskussionen om energisäkerhet är det framför allt den säkra tillförseln som får mest plats och här omfattas både produktionsanläggningar och den infrastruktur som krävs för att flytta energin från producent till användare.

I den här rapporten presenteras åtta olika uppsatser som på olika sätt behandlar ämnet energisäkerhet. Tillförselperspektivet behandlas i sex av dem. Robert



Larsson visar dels på hur energifrågan ger upphov till konkurrens och konflikt mellan världens länder och hur det maktpolitiska spelet påverkas av det, dels på hur man kan lägga geopolitiska perspektiv på ett stort energiinfrastrukturprojekt som exempelvis en gasledning genom Östersjön. Thomas Jönsson tar upp EU:s position i förhållande till energisäkerhet samt beskriver hur nya politikområden, antiterroristsamarbete samt gemensam utrikes- och säkerhetspolitik blir relevanta för energisäkerheten och vad det kan innebära för området i stort. Åke Holmgren visar på några metoder och angreppssätt för att göra riskanalyser för elsystem samt diskuterar säkerheten i de digitala kontrollsystem som energitillförseln är helt beroende av för att fungera. Annika Carlsson-Kanyama ger en översikt över hur ett förändrat klimat kan påverka energiproduktion och leverans utifrån nuvarande kunskapsläge. Energianvändarperspektivet behandlas i ett avsnitt om hushållens energianvändning och livsstilens betydelse samt i ett kapitel om klimattförändringens påverkan på efterfrågan på energi. Användarperspektivet diskuteras också i det sista avsnittet där försvarsmakten som potentiellt betydelsefull aktör inom energiområdet lyfts fram tillsammans med en exposé över hur några olika framtidsstudier har behandlat energifrågan.

Rapporten är framtagen inom avdelningen för försvarsanalys vid FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. FOI:s verksamhet spänner över ett brett spektrum av områden. De uppdrag som genomförs utgår från kundens behov och är huvudsakligen forskning, men har även inslag av utredningar, analyser, utbildning och olika former av simuleringar liksom provnings- och mätuppdrag. Inom avdelningen försvarsanalys forskar och arbetar vi bland annat inom områdena säkerhetspolitik, samhället i kris och krig, ledningssystem och försvarsekonomi. Vi utvecklar metoder för att genomföra studier och utredningar inom säkerhet, försvar, miljö och infrastruktur. Energifrågan har en central plats på avdelningen och har behandlats i en rad rapporter och vetenskapliga artiklar.

## **OM FÖRFATTARNA**

**Annika Carlsson-Kanyama** är docent och har disputerat i ämnet naturresurshushållning. Hon bedriver forskning inom området energi, konsumtion och styrmedel för att effektivisera energikonsumtionen, samt inom området klimatanpassning, det vill säga hur samhället behöver anpassa sina verksamheter till följd av den förstärkta växthuseffekten. Hennes uppdragsgivare är olika forskningsråd samt myndigheter.

**Åke J Holmgren** har disputerat i ämnet säkerhetsanalys, är civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad samt har en kandidatexamen i ekonomi. Han bedriver forskning kring risk- och sårbarhetsanalys av stora tekniska system samt riskhantering. För närvarande arbetar han med att koordinera KBM:s arbete kring säkerhet i digitala kontrollsystem (SCADA-säkerhet), vilket bl.a. innebär att ta fram en svensk handlingsplan och en guide till utländska rekommendationer och standarder. Han har tidigare varit gästforskare vid Institute for Civil Infrastructure Systems (ICIS), New York University, USA.

**Thomas Jönsson** har en fil. kand. i statsvetenskap och har arbetat med politiken för EU:s inre och yttre säkerhet på Utrikesdepartementet, Försvarsdepartementet och Krisberedskapsmyndigheten samt i två statliga utredningar.

**Robert Larsson** har en pol.mag. i statsvetenskap och har specialiserat sig på den säkerhetspolitiska utvecklingen i Ryssland och forna Sovjetunionen. Tematiskt fokuserar han främst på energifrågor som säkerhets- och geopolitiska maktmedel samt konflikterna i Kaukasien, men även en del frågor som rör traditionell militär säkerhets- och försvarspolitik. Han har tidigare varit gästforskare vid Georgian Foundation for Strategic and International Studies i Georgien.



# 1. Energi- och geopolitik – konkurrens och konflikt

Av Robert Larsson

En geopolitisk analys av energipolitik eller energiinfrastrukturprojektet omfattar definitionsmässigt geografiska parametrar, vilket i praktiken leder till en analys där politiken delvis kan förklaras genom ett lands geografiska läge. Det handlar om grannländer, gränssträckningar, tillgång till hav och hamnar men även om de begränsningar som floder och berg utgör. Det här kan ses i kombination med att energitillgångar, energitransit, energiexport och andra faktorer ofta används som förhandlingsbricka i internationella relationer. Många analyser väger in de här aspekterna och på den politiska nivån är man väl medveten om dem, men i vissa fall saknas forskning kring hur pass starkt ett energipolitiskt förhandlingskort är. Är det t.ex. så pass starkt så att en stat kan få igenom sin politiska vilja enbart med hjälp av energikortet, eller krävs det kombinationer av maktmedel? Ett par exempel på geopolitiska frågor kan nämnas.

## 1.1 ÖVERGRIPANDE

Den vanligaste diskussionen som rör geopolitisk analys handlar om frågan om rörledningar för olja och gas. Eftersom olja lättare kan transporteras med lastbil, tåg eller på fartyg än vad gas kan är det oftast gasrelaterade frågor som diskuteras i den europeiska säkerhetspolitiska debatten. Å andra sidan är gas i flertalet fall en regional fråga, eftersom de volymer som transporteras som flytande gas (LNG) på världshaven är små, vilket gör att t.ex. USA:s intresse i gasrelaterade projekt mellan Ryssland och Europa är relativt litet. Oljeledningsprojekt får därmed större internationell uppmärksamhet, på grund av att det är lättare att transportera.

Föregående kapitel om gastransport och Nord Stream illustrerar ett antal säkerhetsfrågor som är sammanlänkade till ett infrastrukturprojekt och flera av dem rör som sagt geopolitik. Det korta avståndet mellan Ryssland och Europa leder alltså till situationen att de är de mest naturliga parterna för gashandel. När det

gäller oljan kan Ryssland mer fritt välja vilka de säljer till. På grund av det regleras oljehandeln och de priser som råder där i större utsträckning av utbud och efterfrågan på en spotmarknad än gashandeln, där man i upphandlingar skriver bilaterala långtidskontrakt. Som ett resultat blir USA en större konkurrent till EU när det gäller rysk olja än vad man är för rysk gas. På samma sätt fungerar det i Afrika och i Sydamerika.

Aktuella oljerörledningsprojekt av geopolitisk betydelse är bland annat den ryska Fjärran Östernledningen (ESPO), den ukrainska ledningen mellan Odessa och Brody samt den kaukasiska BTC-ledningen (Baku-Tbilisi-Ceyhan). I det första fallet har Ryssland för avsikt att öka sin export av energi till Asien i stället för att sälja till Europa, för att diversifiera sin export. Därför planerar man att bygga en oljeledning österut från Sibirien i syfte att finna nya kunder. Här har man två alternativ. Aningen bygger man en kort ledning till Kina. Det blir billigare än en lång ledning till kusten, men Kina blir då enda kunden och Ryssland blir beroende av den kinesiska marknaden. Det vore fördelaktigt för Kina, men politiskt problematiskt för Ryssland. För Ryssland är i stället den bästa lösningen en längre ledning till Stillahavskusten via eget territorium. Det här är därför den modell som Ryssland tycks ha valt. Då kan man sälja till USA, Kina eller Japan, beroende på vem som betalar mest. Här kopplas energiinfrastrukturprojekten in i frågan om Rysslands partnerskap med Kina och dess behov av pengar (Larsson 2006c). Hur passar den här frågan in i det strategiska spelet om Centralasien och Rysslands militära och rymdrelaterade samarbete med Kina?

I ljuset av Rysslands ambition att nå större frihet i exportmönstret har oljeledningen mellan Odessa och Brody länge varit en stötesten i ukrainsk och rysk politik. Frågan har varit om den ukrainska oljeledningen ska användas till att skicka rysk olja från den kaspiska regionen via Ukraina till Plock i Polen, eller om oljeflödet ska vändas i motsatt riktning för att öka exportförmågan av rysk olja genom Svarta havet och Bosporen (Hedenskog 2004). Med tanke på den turbulenta utvecklingen i Ukraina efter den orange revolutionen och de påföljande politiska kriserna under 2006 och 2007 – kan man inte dra några slutsatser alls om det ukrainska ledarskapets intentioner med oljeledningen och Ukrainas politiska orientering?

Turkiet har strävat efter att gradvis minska belastningen med tankertrafik på Bosporen av fysiska säkerhetsskäl, eftersom man är orolig för olyckor. Det har lett till en påtaglig flaskhals när det gäller energiexport från området. Det är helt enkelt för mycket fartygstrafik genom sundet och väntetiderna blir långa. Svarta havets kuststater vill därför inte vara hänvisade åt transport genom Bosporen. Det här är viktigast för Ryssland, vars stora oljeexporthamn Novorossijsk är beroende av Bosporen. För att minska problemet har man på senare tid satsat på att skeppa oljan till Bulgarien och sedan transportera den landvägen till Grekland. Kan det konkurrera med rörledningsburen olja från den kaspiska regionen via södra

Figur 1: Gasrörledningsprojekten Nabucco och BTE



Kaukasus och Turkiet? Den planerade Nabucco-ledningen för gasleveranser till Europa går via Kaukasiens BTE-ledning, Turkiet och sedan vidare över Balkan (Se Figur 1).

Georgien har på samma sätt varit beroende av sin exporthamn Supsa vid Svartahavskusten. Med stort amerikanskt stöd har dock en ny oljeledning byggts mellan Baku i Azerbajdzjan via Tbilisi i Georgien till Ceyhan vid den turkiska Medelhavskusten. Även det här är ett starkt politiskt motiverat projekt som syftar till att föra ut kaspisk olja till marknaderna i väst utan att Ryssland eller Iran får någon makt över projektet. Även ett liknande gasprojekt är under uppbyggnad. Problemet är att de azeriska reserverna kanske inte är tillräckliga för att fylla ledningarna på längre sikt. För att lösa det problemet krävs det troligen en ny ledning från Centralasien under Kaspiska havet (Larsson 2006c). Men eftersom både Ryssland och Kina har förstärkt sin närvaro i Centralasien kommer konkurrensen om den energin att hårdna. En nyckelfråga är om Turkmenistans nye president ändrar landets hållning i frågan. Den förre presidenten förde en politik som var nära sammanflätad med Rysslands, samtidigt som han indikerade ett ökat intresse för att exportera på andra sätt än via Ryssland. Den nye presidenten tycks emellertid fortsätta på det ryska spåret (Grib & Netreba 2007).

För att lösa de geopolitiska problemen räcker det inte att föra ut gasen och oljan till världshaven. Energibärarna ska därefter transporteras till sina slutkonsu-

menter. Det kan vara problematiskt och transportererna är beroende av så kallade Sea Lines of Communication (SLOC), det vill säga fartygsrutter på världshaven. Bosporen är visserligen en geografisk flaskhals, men regionen är relativt stabil rent politiskt, till skillnad från regionen kring Hormouzsundet i utloppet från Persiska viken. Ett hårdnande läge i Iran skulle allvarligt öka risken för problem i detta sund. För transportererna till Asien är en liknande flaskhals Malackasundet i Sydostasien, ett område där det ofta förekommer modernt sjöröveri och politisk instabilitet. Riskerna har lett till att Kina fäster ökad vikt vid örlogsfartyg som kan konvojera handelsflottan (Kiesow 2004). Vad betyder det i fråga om säkerhet? Säkrare transporter eller större risker för friktion på världshaven?

I sin extremaste form kan geopolitisk kamp och ambition ta sig militära uttryck. Iraks invasion av Kuwait 1990 kan ses som ett försök att tillskansa sig de kuwaitiska energitillgångarna, bli kvitt sin fordringsägare och förbättra sitt geopolitiska läge med bättre tillgång till persiska viken. I förlängningen hade troligen även de saudiska reserverna legat i riskzonen. Sammantaget visar exemplen från de här regionerna och de projekt som genomförts eller planeras på den spännvidd av faktorer som måste vägas samman i en geopolitisk analys. Det finns ytterligare ett par intressanta frågeställningar att lyfta fram.

## **1.2 FORSKNINGSLÄGET, MEDIA OCH DEN POLITISKA DEBATTEN**

*För det första* kan energileveranser användas som ett maktmedel i mellanstatliga relationer. När det gäller Nord Stream kan t.ex. Ryssland stänga av gasflödet till de importörer som ansluter sig till ledningen, antingen för att söka politiska eftergifter, för att få bättre betalt eller av något annat skäl. Men Ryssland kan även skruva åt gaskranen mot Ukraina, Vitryssland eller Polen utan att viktigare kunder som Tyskland drabbas i lika hög grad som tidigare. Polens och Ukrainas geopolitiska läge har genom historien varit problematiskt, men betydelsen som transitländer har på senare tid varit det starkaste förhandlingskortet i energirelationerna med Ryssland. Det kortet försvagas nu alltså. Det här är av högsta betydelse eftersom energipolitiken tidigare har inneburit krav på politiska eller militära eftergifter i utbyte mot lägre gaspris (Larsson 2006c). Senast i maj 2006 sade Rysslands ambassadör att Ukraina måste ändra sin västvänliga utrikespolitik för att få ett lägre gaspris (Ukrainian Journal 2006). Det här sättet att använda energikortet taktiskt är väl dokumenterat, men det finns luckor i kunskapsläget. Kan det användas även i framtiden eller menar Ryssland allvar när man säger sig vilja spela på internationella villkor?

*För det andra:* På strategisk nivå är insynen kring förhandlingar med geopolitisk bäring begränsad, vilket gör det svårare att genomföra analyser. Ett fenomen som

dock tycks förekomma är att stater använder sina energitillgångar som lockbeten. I fallet med den ryska rörledningen i Fjärran Östern spelar Ryssland t.ex. ut Japan och Kina mot varandra för att få parterna att betala mer för ensamrätter m.m. Det här geopolitiska spelet talas det ofta om, men det behövs mer forskning kring de enskilda fallen, för att utröna hur pass framgångsrik strategin är. Vilken är den viktigaste förklaringsvariabeln – politik eller ekonomi?

*För det tredje* innebär transportvägarna för energin att man måste ta geopolitiska hänsyn av säkerhetsskäl. I Kaukasien till exempel har Armenien och Azerbajdzjan en olöst konflikt i Nagorno-Karabach. Det har inneburit att gränsen mellan länderna är stängd, liksom gränsen mellan Armenien och Turkiet (Larsson 2006b). Det gör att en rörledning måste gå genom Georgien. I Georgien finns det dock två separatistregioner – Sydossetien och Abchazien. Det väcker en del frågor om säkerheten, men problemen ska inte överdrivas. Delvis i syfte att hindra en förskjutning gentemot väst underblåser Ryssland separatismen i de här regionerna. I kombination med att Ryssland av politiska skäl ger dem förmånliga energileveranser, samtidigt som Georgien som helhet har blivit utsatt för energipolitiska maktmedel, gör det området till en geopolitiskt problematisk region som har stor betydelse för Europas framtida energiförsörjning. Vilka är lösningarna på ett så omfattande problem?

*För det fjärde* måste man se till de enskilda staternas och aktörernas strategiska perceptioner. Vilka fiendebilder har Ryssland och hur påverkar de landets energipolitik. Hur analyserar man och agerar man gentemot uppkomna hot? I den ryska energistrategin från år 2003 sägs uttryckligen att energipolitiken, som ska gagna säkerhetsintressena, ska användas för att bemöta geopolitiska hot (Ministry of Industry and Energy 2003). Ett sådant hot är till exempel förstärkt amerikansk närvaro i Kaukasien eller Centralasien. President Putin har även sitt namn på en doktorsavhandling i ämnet (Putin 1999), med ett budskap som i viss mån överensstämmer med den förda politiken (Balzer 2006). Avhandlingen är visserligen delvis ett plagiat och det kan ifrågasättas om Putin alls har skrivit den. På samma sätt kopplas t.ex. den indiska energipolitiken samman med landets syn på Pakistan. De politiska och kommersiella eliterna som formar energipolitiken skiftar över tid och en analys av aktörernas uppfattningar måste därför uppdateras kontinuerligt. Vilken syn har andra centrala aktörer på energifrågan och grannländerna?

### **1.3 AVSLUTNING**

Den här genomgången av energi- och geopolitik är långt från uttömmande. Andra frågor som man måste ta med i beräkningen är rent geografiska, t.ex. risk-



erna för jordskalv och konsekvenserna för rörledningar, produktionsanläggningar och kärnkraftverk. Klimatförändringen påverkar också förutsättningarna för energiutvinning och transport, vilket ökar osäkerheten inför framtiden. De utsatta oljeriggarna i Mexikanska golfen är ett exempel som har stor betydelse för oljepriset, eftersom de ofta drabbas av orkaner. Andra frågor är geografisk-juridiska, som t.ex. uppdelningen av geologiska reserver i Kaspiska havet, som ännu inte är klarlagd (Lee 2005).

## REFERENSER

Balzer, Harley (2006) Vladimir Putin's Academic Writings and Natural Resource Policy, Problems of Post-Communism, vol. 53:1.

Grib, Natalia och Netreba, Petr (2007) Turkmeniya podtverdila gazovuyo družby s Rossiei, Kommersant, hämtat 16 februari 2007, [www.kommersant.com](http://www.kommersant.com)

Hedenskog, Jakob (2004) The Ukrainian Dilemma: Relations with Russia and the West in the Context of the 2004 Presidential Elections, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), FOI-R--1199--SE.

Kiesow, Ingolf (2004) China's Quest for Energy: Impact upon Foreign and Security Policy, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), FOI--1371--SE.

Larsson, Robert L. (2006b) Konfliktlösning i Kaukasien: en säkerhetspolitisk lägesuppdatering 2006, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), December 2006, FOI-R--2108-SE.

Larsson, Robert L. (2006c) Russia's Energy Policy: Security Dimensions and Russia's Reliability as an Energy Supplier, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Scientific Report FOI-R--1934--SE.

Lee, Yusin (2005) Toward a New International Regime for the Caspian Sea, Problems of Post-Communism, vol. 52:3, s. 37-48.

Ministry of Industry and Energy (2003) Energeticheskaya Strategiiia Rossii na period do 2020 goda [Russia's Energy Strategy until the Year 2020], Utverzhdena no 1234-r, 28 August, 2003. Ministerstvo promyshlennosti i energetiki Rossii, hämtat 7 februari 2005, <http://www.mte.gov.ru/docs/32/189.html>.

Putin, Vladimir Vladimirovich (1999) Mineralno-syrevye resursy v strategii razvitiya Rossiiskoi ekonomiki [Mineral Raw Materials in the Strategy for Development of the Russian Economy], St Petersburg, State Mining Institute, January 1999, 144 (1999).

Ukrainian Journal (2006) Russian Aide Says Lower Gas Prices Possible if Ukraine Changes Policy, Ukrainian Journal, vol. 5:93.





## 2. Klimatförändringen – hur påverkar den produktion och användning av energi?

Av Annika Carlsson-Kanyama

I takt med att de märkbara effekterna av den globala klimatförändringen har blivit allt tydligare har den fått allt större uppmärksamhet. Enligt den senaste utvärderingen av klimatforskningen som FN:s klimatpanel har gjort under 2007 så finns det i dag en ökad säkerhet kring bestämningen av den observerade globala uppvärmningen och dess orsaker. Man konstaterar att den globala medeltemperaturen har stigit med i genomsnitt 0,74 grader Celsius de senaste 100 åren och att elva av de varmaste åren sedan 1850 har inträffat under de senaste tolv åren. Huvuddelen av den uppvärmning som skett sedan år 1950 är ”mycket sannolikt” orsakad av ökande halter av växthusgaser i atmosfären (Naturvårdsverket, 2007).

Effekter av den pågående förändringen har märkts i de översvämningar och den hetta som har drabbat Europa de senaste åren, med skador på egendom och förluster av människoliv som följd. I Syd, eller tredje världen, blir det alltmer uppenbart att anpassningsbehoven kommer att vara avsevärda. Världssamfundet kommer att behöva hjälpa till för att villkoren inte ska bli ännu sämre för de många fattiga människor som har liten eller ingen kapacitet att ändra sin livsföring när redan torra områden blir ännu torrare, när floder svämmar över eller när en stigande havsnivå försvårar livsbetingelserna.

Klimatförändringen påverkar alla sektorer i samhället, så anpassningsbehoven på olika håll i världen börjar kartläggas och kostnaderna för åtgärder uppskattas. Enligt en rapport som gjorts på uppdrag av den brittiska regeringen (Stern m.fl. 2006) kan kostnaderna för klimatförändringen bli avsevärda om inte utsläppen begränsas så att halten växthusgaser i atmosfären stabiliseras på 550 ppm<sup>1</sup>. I dag ligger halten på 430 ppm vilket kan jämföras med den förindustriella halten på 280. Om inget görs och utsläppen fortsätter att öka kan de globala skadorna bli så stora att de medför en ekonomisk lågkonjunktur. Om vi å andra sidan begrän-

---

1. ppm betyder parts per million.

sar utsläppen och anpassar oss till det faktum att klimatet redan har börjat ändras och även fortsättningsvis kommer att förändras kommer kostnaden att bli avsevärt mindre, ca 1 % av BNP per år, allt enligt Stern m.fl. (2006).

Som ett led i det globala anpassningsarbete som nu påbörjats ser en rad länder över olika samhällssektorer och undersöker på vilket sätt de kan påverkas av klimatförändringen. Det är känt att en måttlig uppvärmning, ca 2–3 grader Celcius, kan ha en gynnsam effekt på delar av norra halvklotet eftersom t.ex. möjligheter till jord- och skogsbruk ökar (Stern m.fl., 2006). De senaste klimatscenerierna från FN:s klimatpanel pekar dock på att uppvärmningen kan bli avsevärt högre, ända upp mot 6 °C varmare om utsläppen av växthusgaser fortsätter att öka (Naturvårdsverket, 2007). I ett sådant scenario är effekterna till stor del utforskade.

Energisektorn påverkas av ett förändrat klimat och i Sverige och andra länder pågår kartläggningar av effekterna och behoven av anpassning. I detta kapitel görs några nedslag inom områdena utvinning, produktion, överföring och användning. Materialet som använts bygger på olika typer av skriftliga källor såsom rapporter, artiklar och broschyrer. I sammanhanget är det viktigt att påpeka att anpassning både handlar om att hantera hot och möjligheter. Den europeiska miljöbyrån EEA definierar anpassning som *åtgärder, styrmedel eller projekt som antingen kan minska de negativa effekterna av klimatförändringen och/eller som kan ta tillvara de möjligheter som samma förändring medför* (EEA, 2006).

## 2.1 ENERGIPRODUKTION

En betydelsefull källa till kunskap om hur klimatförändringen skulle kunna påverka energiproduktionen är de översikter över tillgänglig forskning som görs av FN:s klimatpanel IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Panelens uppgift är att utvärdera forskningsläget utifrån kvalitetsgranskade underlag. Underlaget kan sedan användas för att diskutera olika typer av beslut. FN:s klimatpanel ger ut olika volymer med teman som Den naturvetenskapliga grunden, Effekter, anpassning och sårbarhet samt Utsläppsreduktion. Under 2007 presenteras nya sådana översikter och sammanfattningen av rapporten som behandlar Effekter, anpassning och sårbarhet publiceras i april 2007. Den senaste översikten av effekter, anpassning och sårbarhet publicerades år 2001 (McCarthy m.fl., 2001) och mycket ny forskning har tagits fram sedan dess.

Enligt översikten från 2001 (McCarthy m.fl., 2001) betyder klimatförändringen, som i många områden medför förändrade nederbördsmonster, att förutsättningarna för produktion av vattenkraft förändras avsevärt. Förväntade förändringar handlar både om intensivare nederbörd, förändring i fördelningen mellan årstider samt en förändrad total mängd. Generellt sett kommer nederbörden att öka samt bli intensivare. I vissa områden kommer dock nederbörden att minska,

t.ex. i Mellanöstern och Nordafrika, det vill säga i områden som redan i dag har problem med vattenbrist.

De vattenkraftverk som finns i dag är dimensionerade efter gällande flöden och det kan bli svårt att utnyttja högre flöden och på så sätt öka produktionen. Damrnarnas kapacitet behöver också öka och regleringar kring vattenflöden anpassas. Ett exempel på de problem som häftiga regn kan medföra i det här sammanhanget kommer från östra Kenya där de häftiga skyfallen i november 2006 närapå fick en damm att brista. De rikliga regnen fick under denna tid Tanafloden att svämma över och att öppna dammluckorna skulle i sin tur ha lett till att de tusentals människor som lever nedanför dammen medströms skulle ha drabbats hårt (BBC, 2006). I Sverige uppmärksammas klimatförändringen som en viktig faktor för dammsäkerheten och Svenska Kraftnät och kraftindustrin utreder om riktlinjerna för flödeskommittén bör förändras. Man är dock osäker på i vilken mån anpassningsåtgärder behövs i dagsläget eftersom det *”inte är realistiskt att tro att klimatforskningen skall göra så snabba framsteg att man inom en nära framtid kan ange hur en dimensioneringsberäkning skall utformas med tillräcklig säkerhet”* (Svenska kraftnät, 2005).

Om nederbörden minskar innebär det förstås en nackdel för vattenkraftsproduktionen. Det kommer att vara ett faktum i delar av Nordafrika och Mellanöstern, där man har en snabbt växande befolkning. Höga temperaturer kan också påverka transmissionen negativt. Vissa länder är mycket beroende av vattenkraft. I t.ex. Kanada, Central- och Sydamerika står vattenkraft för en mycket stor del av elförsörjningen, liksom i vissa afrikanska länder (McCarthy m.fl., 2001). I Europa är vissa länder mycket beroende av vattenkraft, t.ex. Norge och Sverige. Eftersom nederbörden både kommer att öka och minska i framtiden beroende på region kan kraftproducenterna både vinna och förlora på klimatförändringen. I Quebec i Kanada kommer ökad nederbörd att innebära en större potential för kraftproduktion i vissa områden (Desjarlais m.fl., 2004). I Finland, som har en strategi för klimatanpassning som togs fram 2004, har man identifierat ett problem med vattenkraftsproduktion under sommartid, eftersom torra uppskattas kunna förekomma oftare än i dag i delar av Finland (Jord- och skogsbruksministeriet, 2005). Samma utredning visar att en höjning av vattendragens medeltemperatur kommer att medföra en viss sänkning av verkningsgraden i kondenskraftverken och därmed ge en minskning i kraftverkens producerade elmängd.

Även kärnkraftverkens funktion kan påverkas vid värmeböljor. I Frankrike fick vissa kärnkraftverk problem under värmeböljan och torkan sommaren 2006 när det vatten som används för kylning sinade och värmdes upp och kylvattnet som sedan släpptes ut höll en för hög temperatur i förhållande till miljökraven. Skador på flora och fauna till följd av sådana utsläpp har rapporterats. Myndigheterna i Tyskland valde i stället under samma period att minska elproduktionen av miljöskäl (Godoy, 2006). Exemplet visar på de indirekta effekter på kraftproduktionen som

klimatförändringen kan medföra. Slutförvaringsmöjligheterna för kärnavfall kan också komma att påverkas av ett förändrat klimat, genom att strandlinjen förskjuts till följd av en ändrad havsnivå. Det är ingenting som Sverige har med i sin planering för kärnbränsleförvaring och det finns mycket lite publicerat om frågan (Rummukainen m.fl., 2005).

Inom Sverige har man ännu inte bedrivit någon nämnvärd forskning för att klarlägga anpassningsbehoven för kraftindustrin och Energimyndigheten har ännu inte integrerat klimatfrågan i sina strategier och policydokument (Rummukainen m.fl., 2005). Man har dock uppmärksammat en del utmaningar. Kraftbranschen arbetar med en planering över en investeringscykel på 20–30 år. Ett exempel på att klimatförändringar kan påverka framtida investeringar är ett större behov av skydd mot översvämningar längs reglerade vattendrag. Även Elforsk är intresserade av att undersöka anpassningsbehovet inom kraftsektorn. Deras forskningsstrategi för år 2007 innehåller bland annat ett projekt som ska se över vad klimatförändringen innebär för kärnkraften i Sverige (Elforsk, 2006).

Utvinning och raffinering av fossila bränslen kan komma att påverkas negativt av klimatförändringen, eftersom mer turbulens i lufthavet kan ge skador på oljeplattformar. Vidare kan svårigheter med transporter och smältande permafrost påverka bärigheten för utrustning och infrastruktur, och erosion av kuster kan påverka anläggningar för raffinering. I området runt Arktis sker avsmältning snabbt, vilket påverkar möjligheterna att utvinna och transportera fossila bränslen där (Gran, 2004). Klimatförändringen kan även påverka möjligheterna att utvinna metanhydrat som i dag är infrusen i tundran, när permafrosten blir mer instabil och metanet blir svårare att utvinna (McCarthy m.fl., 2001). Japan och USA är intresserade av att utvinna sådan infrusen metan.

Möjligheterna att producera förnyelsebar energi förändras givetvis också i ett förändrat klimat. Möjligheterna att tillvarata solenergi förändras vid ökad molnighet, något som är troligt vid en högre temperatur med ökad avdunstning och molnbildning. Mer blåst kan vara positivt för vindkraften om aggregaten är dimensionerade efter de förhållandena. Ökad frekvens av stormar kan dock orsaka skador (McCarthy m.fl., 2001).

Produktionen av biomassa är starkt beroende av temperatur och nederbörd samt koldioxidhalt i luften, men det är oklart om den totala potentialen sett ur ett globalt perspektiv kommer att öka eller minska med en framtida uppvärmning. Många länder är starkt beroende av biomassa som energikälla. Där nederbörden minskar, t.ex. i vissa delar av Afrika, kan avskogning och därmed erosion öka. Andra delar av samma kontinent kan däremot få en ökad produktivitet. Man kan förlora stora mängder biomassa genom bränder, något som kommer att bli vanligare i Sydafrika och i södra Tyskland på sommaren (Carlsson-Kanyama och Edvardsson, 2007). I Sverige och länder med liknande klimat kommer potentialen för produktion att öka i och med att växtperioden förlängs. En produktionsökning

på 20–30 % är trolig. I delstaten Quebec i Kanada bedrivs omfattande forskning kring skogsbrukets anpassningsbehov inom ramen för deras anpassningsprogram (Desjarlais m.fl., 2004). Bland annat studeras hur risken för insektsangrepp och skogsbrand kan komma att förändras, liksom produktiviteten. I Finland tror man att tillväxten av biomassa kommer att öka och därigenom mängden biobränsle som eventuellt kan användas för energiproduktion. Transportförhållandena kan visserligen försämrats och då påverkas tillgången på biomassa negativt (Jord- och skogsbruksministeriet, 2005). I Sverige har skogsindustrin ännu inte redovisat något konkret arbete med klimatanpassning. En avhandling har dock visat att de typer av gran och tall som planteras i Sverige i dag kommer att klara en medeltemperaturhöjning på cirka 3 °C bra. Det är den nivån på förändring som är trolig till följd av klimatförändringen fram till år 2050 (Sonesson, 2006).

## 2.2 ÖVERFÖRING

Det finns flera aspekter på klimatförändring och överföring av energi. En är att rörledningar under vatten kommer att utsättas för större påfrestningar när flödena i vattendragen ökar, vilket kan leda till skador på ledningarna och läckage av gas och olja. I Ryssland bedriver man anpassningsarbete och har uppmärksammat att olje- och gasledningar under vatten kan komma att brista vid högre flöden, med läckage som följd (Roshydromet, 2006). Samtidigt ökar Rysslands möjligheterna till transporter inom landet när isbeläggningen på floderna i Sibirien minskar och man lättare kan transportera olja och annat bränsle där. Men i samma områden kommer den påverkan som den globala uppvärmningen får på permafrosten att innebära betydande svårigheter att säkra bärigheten hos vägar och järnvägar, vilket är ett problem man delar med Kanada (Lemmen och Warren, 2004). Enligt McCarthy m.fl. (2001) kan stormigare hav innebära större risker vid interkontinentala oljetransporter, vilket kan leda till anpassningskrav både från försäkringsbolag och miljöorganisationer för att undvika haverier och oljespill. Nationer med kust intill större farleder kan behöva öka beredskapen.

Ett betydande problem i ett framtida klimat med mer extrema väderförhållanden är att luftburna elledningar mycket oftare än i dag kan skadas av blåst eller nedfallande träd eller tyngas ned av blötsnö. Stora och långvariga elavbrott drabbar samhället hårt och kan innebära att anpassning måste ske både vad gäller dragningen av ledningarna och hur man reglerar den reservkapacitet som samhällsviktiga institutioner behöver (Frost m.fl., 2004). Effektstyrning kan komma att utvecklas som en anpassningsåtgärd och har redan provats ut i svenska försök (Abaravicius m.fl., 2006). Ledningar kan även i ökad utsträckning behöva grävas ned.

Vid de översvämningar som kan bli vanligare i framtiden kan vissa kabelskåp och mätstationer sluta fungera. Den svenska klimat- och sårbarhetsutredningen



har t.ex. identifierat att en sådan station vid Munkbron i Stockholm skulle kunna slås ut vid ett 100-årsflöde med konsekvensen att Gamla stan skulle bli strömlöst (Holgersson m.fl., 2006).

## 2.3 ENERGIKONSUMTION

Generellt sett innebär de mildare vintrar som blir följden av klimatförändringen att behovet av uppvärmning minskar medan varmare somrar medför större behov av kyla. Om nettoenergibehovet kommer att öka vid en klimatförändring beror till stor del på geografiskt läge. En studie av ön Hokkaido i Japan visade till exempel att behovet av uppvärmning vintertid på öns norra del minskade med 30 %, men på de södra delarna bara med 10 % (McCarthy m.fl., 2001). I Ryssland kan man redan till år 2010–2015 se att den period då man behöver värma upp byggnader kommer att minska med 3–4 dagar per år, med kraftiga besparingar av energiresurser (Roshydromet, 2006). I Quebec i Kanada uppskattar man att uppvärmningsbehovet kommer att minska med 15 % i bostadssektorn fram till år 2100 om klimatscenerierna man tagit hänsyn till slår in (Desjarlais m.fl., 2004). För Sveriges räkning tror man att det totala energibehovet för lokaler kan minska om man tar hänsyn till både uppvärmning och kylning. Om antalet riktigt kalla vinterdagar minskar minskar också toppbelastningen under vintern. Det är vid de här tillfällena man ofta eldar med olja i kraftverken alternativt importerar el med avsevärda utsläpp av koldioxid som följd (Rummukainen m.fl., 2005).

I litteratur som rör effekter av klimatförändringen och de anpassningsbehov som den för med sig problematiserar man ofta det ökade kylbehovet. Det gäller särskilt i södra Europa där man i framtiden förväntar sig längre perioder med temperaturer över 40 °C. Där kommer kylbehovet att öka markant. Luftkonditionering är inte vanligt i de områdena i dag och det kan mycket väl bli aktuellt att utöka kapaciteten hos kraftverken för att möjliggöra högre effektuttag under den varma årstiden (exempel Frankrike 2006). Redan i dag går större delen av den el som används i varma länder till kylning, t.ex. 60 % av hela elanvändningen i Hongkong och Riyad (McCarthy m.fl., 2001). Den ökade användningen av kyla hänger också ihop med en ökad urbanisering, ett ökat välstånd och de livsstilsförändringar det medför (se nästa avsnitt). Samtidigt har studier av vilka anpassningsstrategier som krävs ur hälsosynpunkt vid en klimatförändring funnit att tillgång till kyla är mycket viktig för att förebygga värmerelaterade sjukdomsfall, framförallt hos äldre (jfr Frankrike 2003 då 15 000 personer dog).

Utifrån ovanstående resonemang tycks det relativt säkert att behovet av kylning och därmed av effekt kommer att öka under sommartid. Just det behovet kan i sin tur orsaka problem med elförsörjningen, vilket kan slå hårt mot andra system som vattenförsörjningen eller telesystemet, samt orsaka konflikter om hur tilldeln-

ing ska ske. I staden Guangzhou i Kina var man under sommaren 2006 tvungen att tidvis stänga av elförsörjningen för att undvika en kollaps av elsystemet under en tid när temperaturen låg över 40 °C. Man fick prioritera mellan hushåll och andra användare, vilket ledde till klagomål från de hushåll som prioriterades bort (China Daily, 2006). I en stad bildas ofta värmeöar, vilket ökar kraven på kylning. Vid elavbrott kan det bli det kaos i många system som t.ex. om signalerna i trafiksystemet slås ut, vilket hände vid en extrem värmebölja i New York år 1972 och 1973 (Schuman, 1996).

I det klimatanpassningsarbete som nu pågår är det ökande antalet riktigt varma dagar en viktig fråga, både ur energi- och hälsosynpunkt. Den sammanvägda effekten av minskat behov av uppvärmning men ökat behov av kyla på höga latituder har beräknats i några fall. För Quebecs del innebär den en besparing på 32 PJ (peta joule) i framtiden, eller 9,4 % av energianvändningen år 2001 (Desjarlais m.fl., 2004). För länder med liknande klimat bör det finnas en motsvarande besparingspotential.

Risken för värmeböljor och de negativa hälsoeffekter det medför framför allt för hjärtsvaga personer uppmärksammas av Världshälsoorganisationen (WHO). De uppmanar länder att upprätta anpassningsprogram som bland annat omfattar varningssystem som i god tid varnar allmänheten för värmeböljor (McMichael m.fl., 2003). Eftersom kvinnor är mer känsliga än män för sådan påverkan har den här aspekten av klimatförändringen en tydlig genusdimension. I de länder där befolkningen inte är van vid värme kan klimatförändringen slå hårt och det kan bli viktigt med ökad kylning för att minska de negativa effekterna.

En annan aspekt på energikonsumtionen är att energianvändningen för bevattning kommer att öka i de områden som blir torrare i framtiden. De totala energibehoven inom jordbruket kommer till exempel att öka i USA (McCarthy m.fl., 2001). Vi kommer troligen att se samma utveckling i Sydeuropa, som kommer att drabbas av torrare och varmare somrar framöver. Bevattning är en av de mest energikrävande åtgärderna inom jordbruket (Pimentel m.fl., 1997) och energiåtgången beror mycket på från vilket djup vattnet pumpas upp. Redan i dag är det industrialiserade jordbruket starkt beroende av fossila bränslen och det beroendet lär inte minska med en klimatförändring.

## **2.4 REFLEKTIONER OM FRAMTIDA FORSKNING**

Om klimatförändringen alls förekom i media före hösten 2006 handlade det framför allt om ”mitigation”, dvs. åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser. De anpassningskonsekvenser för energiproduktion, överföring och konsumtion som klimatförändringen kan medföra har knappast debatterats i Sverige och forskningen är ännu blygsam. Till stor del kommer konsekvensanalyserna att handla

om vilka klimatscenarier man utgår från, vilka tidsperspektiv man undersöker samt vilka regioner i Sverige man fokuserar på. Det handlar om att hantera stora osäkerheter, eftersom spannet i de klimatscenarier som FN:s klimatpanel presenterar är så pass stort, mellan 1,1 och 6,4 °C varmare till år 2100 med en ännu större uppvärmning på norra halvklotet (Naturvårdsverket, 2007).

Exempel på forskning som borde vara aktuell för Sveriges räkning är förutom den som är produktionsinriktad även sådan som fokuserar på konsumtionsidan och gärna då på att kylbehovet kan öka avsevärt i ett varmare klimat. De kylaggregat som är vanliga i dag har en effekt på 2–3 kW per rum vilket skulle kunna ge en extra elanvändning på 180 kWh per dygn och lägenhet under varma episoder. Det skulle innebära en betydande ökning av elförbrukningen, med konsekvenser för både privatekonomi och effektuttag. Samtidigt är ökad kyla viktig för folkhälsan och det gäller då både offentliga lokaler, hushåll och kommunikationsmedel. Intressanta områden är teknikutveckling och styrmedel, svenska system för tidiga varningssignaler samt utredningar av samhällets kapacitet för att klara ökade sjukdomsfall till följd av värmen. Samtidigt bör standarder för byggnader ses över i ljuset av de mildare vintrar och varmare somrar som förutspås.

## REFERENSER

- Abaravicius J., Sernhed K., Pyrko J. (2006) More or Less about Data – Analyzing Load Demand in Residential Houses, ACEEE 2006 Summer Study, Pacific Grove, Kalifornien, USA, 13–18 augusti 2006
- BBC News (2006) Kenya dam "on brink of bursting". BBC News, hämtat 17 november, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/africa/6158774.stm>
- Carlsson-Kanyama A. och Edvardsson K. (2007) Intryck angående klimatanpassning från COP 12 i Nairobi, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), november 2006. FOI memo 2006..
- China Daily (2006). Heat wave causes power shortage in Guangzhou. China Daily 18 juli 2006. hämtat i februari 2007, [http://english.peopledaily.com.cn/200607/16/eng20060716\\_283611.html](http://english.peopledaily.com.cn/200607/16/eng20060716_283611.html)
- DesJarlais C., Bourque A., Decoste R., Demers C., Deschamps P. och Lam K.H (red.) (2004) Adapting to Climate Change. Ouranos. hämtat i februari 2007, <http://www.ouranos.ca/intro/climang5.pdf>
- Elforsk (2006) ELFORSKs FoU-program för 2007. hämtat i februari 2007, [http://www.elforsk.se/elforsk/fou/fou\\_07\\_tot.pdf](http://www.elforsk.se/elforsk/fou/fou_07_tot.pdf)
- Frost C., Barck-Holst S., Ånäs P. och Lövkvist-Andersson A-L. (2004) Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning. Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), FOI-R-1163.
- Godoy J. (2006) Heat Wave Shows Limits of Nuclear Energy. Inter Press Service News Agency. hämtat i oktober 2007, <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=34121>
- Gran J. (2004) A different pattern in the Arctic than the rest of the world. Cicero Centre for International Climate and Environmental Research, hämtat i februari 2007, <http://www.cicero.uio.no/fulltext.asp?id=3251&lang=en>

Holgersson B, Hedlund T., Rosenqvist P., Alroth S. och Thörn P. (2006) Översvämningshot. Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern. Delbetänkande av klimat- och sårbarhetsutredningen. Stockholm, Statens offentliga utredningar, SOU 2006:94.

Jord- och skogsbruksministeriet i Finland (2005) Nationell strategi för anpassning till klimatförändringen. Publikationer 1b/2005, hämtat i februari 2007 Hhttp://www.mmm.fi/attachments/5enfdAPe1/5enuoWcTL/Files/CurrentFile/MMMjulkaisu2005\_1b.pdf

Lemmen D.S och Warren F.J. (2004) Climate Change Impacts and Adaptation: A Canadian Perspective. Government of Canada.

McCarthy J.J., Canziani O.S., Leary N.A., Dokken D.J. White K.S (red.). (2001) Climate Change 2001. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge University Press, hämtat i februari 2007, [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg2/pdf/wg2TARfrontmatter.pdf](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/pdf/wg2TARfrontmatter.pdf)

McMichael A.J., Campbell-Lendrum D.H., Corvalán, C.F., Ebi K.L., Githeko A., Scheraga J.D. och Woodward A. (2003) Climate Change and Human Health – Risks and Responses. WHO, Rom.

Naturvårdsverket (2007) FN:s klimatpanel 2007: Den naturvetenskapliga grunden. Rapport 5677, Stockholm.

Pimentel D., Houser J., Preiss E., White O., Fang H., Mesnick L., Barsky T., Tariche S., Schreck J., Alpert S. (1997) Water Resources: Agriculture, the Environment, and Society BioScience, vol. 47: 2, ss. 97–106.

Roshydromet, Federal Service for Hydrometereology and Environmental Monitoring (2006) Strategic Prediction for the period of up to 2010–2015 of climate change expected in Russia and its impact on sectors of the Russian national economy. Moskva.

Schuman S.H. (1996). Patterns of Urban Heat-Wave Deaths and Implications for Prevention: Data from New York and St. Louis. Environmental Research, 5, ss. 59–75.

Stern N. m.fl. (2006) The Economics of Climate Change; The Stern Review. Executive Summary. Cambridge University Press.

Svenska Kraftnät (2005) Dammsäkerhetsutvecklingen i Sverige. En sammanställning baserad bland annat på dammägarnas årsrapportering till länsstyrelserna om dammsäkerhet årsskiftet 2003/2004. Rapport 2005-09-23.

EEA, European Energy Agency (2005) Vulnerability and Adaptation to Climate Change in Europe. 2005. EEA briefing 03.

Rummukainen M., Bergström S., Persson G. och Ressner E. (2005) Anpassning till klimatförändringar. SMHI No 106.

Sonesson J. 2006. Early Testing of Adaptedness to Temperature and Water Availability in *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 163, doktorsavhandling, Uppsala.



# 3. Energisäkerhet på EU-nivå – en fråga om synsätt

Av Thomas Jönsson

Frågan om energisäkerhet ligger högt på den politiska dagordningen i EU, precis som i många enskilda länder både inom och utanför unionen. I EU-kommissionens meddelanden används ofta begreppet ”security of supply”, vilket även kommer att vara det avgränsande begreppet för det här kapitlet. Med ”security of supply”, eller leveranssäkerhet, menas i det här kapitlet säkerheten för slutanvändaren att få sitt energibehov täckt till ett rimligt pris i rätt tid, i enlighet med ingångna kontrakt. Intresset för den här frågan har ökat ytterligare på senare tid i samband med händelser som har fått Europas energiförsörjning att framstå som hotad, framför allt de problem som förekommit de senaste vintrarna med transitering av gas och olja från Ryssland till EU (EUobserver 2007). I januari 2007 presenterade EU-kommissionen ett policypaket där ett av målen var just leveranssäkerhet (EU-kommissionen 2007 (2)).

## 3.1 TEORETISKT SAMTAL

Europas utmaningar på leveranssäkerhetsområdet har varit föremål för intresse bland akademiker och analytiker, om än relativt begränsat. Intresset har framför allt fokuserats på den yttre dimensionen av leveranssäkerhet och EU har finansierat ett projekt om det (Egenhofer m.fl. 2004). Det är framför allt energiforskare som har publicerat artiklar i ämnet, ofta i tidskriften Energy Policy. Där ligger fokus på de risker och sårbarheter som hotar leveranssäkerheten för framför allt energiråvara, olja och gas, vilka åtgärder som är lämpliga samt vem som ska vidta och finansiera dem. Sårbarheterna kan delas upp i de beroenden som uppstår i energikedjan: från beroende av källa i tredje land, via beroende av transport av råvaran till EU, till beroende av anläggningar i EU. Hoten utgörs av olika former av olyckor och naturkatastrofer, politisk utpressning från leverantörer och transitstater samt olika former av våldsamheter som terrorism, krig och upplopp (Weisser

2007). När det gäller Europa fokuserar flera författare på sårbarheten i att EU är beroende av import för att täcka sitt energibehov, och att källorna till importen är begränsade till i huvudsak Ryssland för gas samt Ryssland och Mellanöstern för olja (Kuik 2003, Weisser 2007, Constantini et al. 2005). Även EU-kommissionen pekar i sina meddelanden om leveranssäkerhet på det externa beroendet till framför allt Ryssland som ett problem (t.ex. EU-kommissionen 2007 (2)). I en artikel i *Janes Intelligence Review* (JIR) hävdas dock att Ryssland i princip alltid har varit en stabil gasleverantör, till och med Sovjet under djupaste kalla kriget, och att de dessutom är beroende av EU som marknad. JIR menar i stället att de flesta avbrott i energileveranser i EU beror på interna problem, som en dåligt harmoniserad marknad, tekniska missöden och energiprotektionism inom EU, och att Ryssland har fått spela rollen som syndabock (JIR 2006). Även andra har fört fram liknande synpunkter (Egenhofer 2005). När det gäller åtgärderna är de flesta eniga om att ökade investeringar i infrastruktur, diversifiering av både källa och transport samt mekanismer för krishantering är viktiga redskap, medan de är pessimistiska i fråga om möjligheten till ökad inhemsk produktion eller minskad energianvändning. Vissa framhåller också att det är viktigt med lagerhållning (Weisser 2007, Barbknecht 2005)). I de här artiklarna verkar det råda en viss oenighet om den strategiska inriktningen på politisk nivå. Två huvudstrategier citeras: *Markets and Institutions* (M&I) och *Regions and Empires* (R&E). Den tidigare, M&I, bygger på att energisäkerhet precis som leverans av andra varor bäst regleras av marknadskrafter. Det finns instrument för att hantera de risker som finns, som försäkringar och finansiella instrument, och i sista hand kommer priset att se till att efterfrågan och utbud möts. Det här synsättet har försvarats av ett EU-finansierat projekt på Centre for European Policy Studies (CEPS 2001). Mot det står R&E-förespråkarna som menar att som världen ser ut måste EU:s energileveranser tryggas med politiska medel, vilket är ett mer geopolitiskt synsätt. Så länge andra länder, såväl USA som Ryssland och Kina, intervenerar politiskt för att trygga sin energiförsörjning är M&I ett naivt synsätt<sup>1</sup>. Man kan heller inte lita på att de stora energibolagen, i många fall europeiska, självklart prioriterar de länder där de har sitt säte (Estrada 2005, Correljé & van der Linde 2006).

Medan det pågår en debatt om leveranssäkerhet bland energiforskare och -analytiker verkar energifrågan i allmänhet inte ha varit ett särskilt intressant studieobjekt för de s.k. Europastudierna, där man teoretiserar runt och förklarar hur EU och dess policyer utvecklas (CONNEX 2007). Ovanstående debatt mellan

---

1. Termen geopolitik används här i den relativt lösa betydelsen att stater använder politiska maktmedel mot varandra för att trygga energiförsörjningen, i linje med hur termen används i politiskt dagligt tal. I kapitlet *Nordstream – geopolitik m.m.* av Robert Larsson används samma begrepp i en mer stringent akademisk betydelse.

energiforskare har en tendens att bli normativ och fokusera på vad EU *borde* göra, samt behandla EU som en homogen aktör. Däremot verkar det i hög grad saknas forskning och analys som rör vad det finns *förutsättningar för att göra* inom EU med de instrument som finns, samt analys av de instrumenten och de aktörer inom EU-samarbetet som ”äger” dem.

Två områden som lyfts fram som viktiga för leveranssäkerheten, t.ex. i det senaste policypaketet (EU-kommissionen 2007 (2)), är dels den externa energipolitiken, med andra ord den som syftar till att påverka förhållanden utanför EU, dels skyddet av energiinfrastrukturen. De instrumenten som står till förfogande för att verka inom de här områdena finns dock bara delvis inom den vanliga energipolitiken. I stället är det andra aktörer som är betydelsefulla och som har ett mer uttalat säkerhetsfokus: strukturerna för EU:s rättsliga och inrikes samarbete (RIF), för skyddet av infrastrukturen, samt den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken (GUSP), för den externa energisäkerheten. Nedan beskrivs kortfattat hur de här samarbetena och aktörerna kan ställa nya instrument för leveranssäkerhet till energipolitikens förfogande, men även påverka politikens utformning.

## **3.2 SKYDD AV KRITISK INFRASTRUKTUR I EUROPA**

### **3.2.1 Skydd av kritisk infrastruktur**

En fråga som har funnits på dagordningen på olika sätt under lång tid både i Sverige och utomlands är att skydda den kritiska infrastrukturen. Dock har syftet och hotbilden förändrats under de senaste 15 åren. Sedan det kalla krigets slut har behovet av att försvara territorier fått allt mindre uppmärksamhet till förmån för behovet av att skydda funktioner i samhället (Sundelius 2001). Syftet med att skydda den infrastruktur som krävs för att upprätthålla viktiga funktioner har därmed gått från att upprätthålla en förmåga att föra krig till att bevara de viktiga funktionerna i fredstid. Hotbilden har också förändrats och blivit mer diffus, där hotet från terrorismen har fått särskild uppmärksamhet. Medan både det skyddsvärda (territoriet) och hotet (invasion) tidigare var givna är frågan om vilka infrastrukturer som behöver skyddas, och mot vad, i dag mer osäker.

Ett antal länder har tagit fram särskilda program för att skydda sin kritiska infrastruktur, däribland Australien, Kanada, Nederländerna och USA. Fokus på strategisk nivå ligger på vad som ska skyddas snarare än hur. För att identifiera den mest skyddsvärda kritiska infrastrukturen försöker man därför tillämpa en mer eller mindre strikt metod för riskanalys. Analysen bygger på en definition av kritisk infrastruktur. Nedanstående definition är antagen i Nato, men liknande definitioner återkommer i flera nationella program. (Eriksson & Barck-Holst 2006)



Critical infrastructure is those facilities, services and information systems which are so vital to nations that their incapacity or destruction would have a debilitating impact on national security, national economy, public health and safety and the effective functioning of government. (Nato/EAPC: Critical Infrastructure Protection – Concept paper)

Utöver den här övergripande definitionen behövs det kriterier för att identifiera de enskilda infrastrukturerna som behöver skyddas. De här kriterierna bygger i regel på en bedömning av de konsekvenser som kan tänkas inträffa om en infrastruktur faller bort. Det kan uttryckas i termer av geografisk spridning, hur länge effekten varar, ekonomisk skada, mänskligt lidande, psykologisk och politisk effekt m.m.

Skydd av kritisk infrastruktur blev en EU-fråga efter terroristattacker i Madrid 2004. I juni 2004 beslutade det Europeiska rådet att ett program för skydd av kritisk infrastruktur (European Programme for Critical Infrastructure Protection – EPCIP) borde inrättas. Kommissionen har sedan dess arbetat med att ta fram ett förslag till ett sådant program. Förslaget lades fram i december 2006. Vid två tillfällen har EU:s ministerråd kommenterat arbetet och slagit fast vissa grundprinciper (Eriksson & Barck-Holst 2006).

Det har rått stor oenighet om vad ett sådant program borde innehålla. Det gäller bland annat inom kommissionen, där vissa sektorer är oroliga för att ett sådant program skulle kunna ge alltför stora befogenheter åt en tvärssektoriell aktör. Många medlemsländer, däribland Sverige, anser att kommissionens planer går alltför långt in på medlemsländernas ansvarsområden (Försvarsdepartementet 2006).

### **3.2.2 EU-kommissionens förslag till ett europeiskt program för skydd av kritisk infrastruktur**

Kommissionen har tagit fasta på de program för kritisk infrastruktur som finns i olika länder, samt Natos koncept, och har försökt överföra de tillämpliga delarna till EU-nivå. Grunden för EU-kommissionens resonemang är att det finns viss kritisk infrastruktur i Europa som det får allvarliga konsekvenser på en europeisk skala om den inte fungerar (som namnet antyder). Utifrån den grunden bygger förslaget om en europeisk politik för skydd av den kritiska infrastrukturen på en process i ett antal definierade steg (EU-kommissionen 2006).

Enligt förslaget ska man i ett första steg inom varje sektor ta fram kriterier för vad som ska betraktas som kritisk infrastruktur på Europeisk nivå. Kriterierna ska utgå från en definition av kritisk infrastruktur som fastslås i lagstiftning. På energiområdet påbörjades det här arbetet redan under 2006, innan en definition formellt hade fastslagits. Kriterierna utgår från vilka konsekvenser ett bortfall av en infrastruktur skulle få, exempelvis hur många människor och stater som drabbas, hur allvarligt och under hur lång tid.

I ett andra steg skulle varje medlemsland, utifrån de kriterier som tagits fram enligt ovan, identifiera de anläggningar i infrastrukturen som finns inom det egna territoriet, samt infrastruktur som finns i andra länder men som man anser är kritisk för det egna landet. I Sverige skulle med största sannolikhet en myndighet få i uppgift att bereda frågan, eventuellt för att regeringen sedan skulle fatta beslut om vilken infrastruktur i Sverige och i andra EU-länder som är kritisk på en europeisk nivå. Listan över kritisk infrastruktur ska sedan överlämnas till kommissionen.

Utifrån den här och annan information ska kommissionen föreslå en lista på europeisk kritisk infrastruktur. Den listan ska medlemsstaterna sedan enas om i en förhandling.

Varje MS (medlemsstat i EU) ska sedan anta lagstiftning som ger ägare eller förvaltare till den utvalda kritiska infrastrukturen följande uppdrag:

- Upprätta en säkerhetsplan enligt standardiserad europeisk modell. Planen ska omfatta vilka delar av anläggningen som är kritiska samt vad som görs för att skydda dem. Planen ska överlämnas till relevant myndighet i MS.
- Utse en ”säkerhetsambandsman” som kontaktpunkt för skyddet av anläggningen gentemot relevanta myndigheter i MS.

MS myndigheter ska sköta tillsynen av de utvalda anläggningarna, bl.a. med hjälp av de framtagna säkerhetsplanerna. Myndigheterna ska också göra risk- och sårbarhetsanalyser för varje anläggning, utifrån den tillgängliga informationen. Gemensamma metoder för att genomföra de här analyserna kan komma att tas fram. MS ska på ett övergripande plan rapportera sårbarheter, risker och hot inom varje sektor till kommissionen. Kommissionen ska utifrån de här rapporterna föreslå ytterligare åtgärder för varje sektor. Varje MS ska slutligen utse en kontaktpunkt för samarbetet som ska koordinera arbetet inom landet.

Förhandlingarna om den här lagen inleddes i januari 2007 (Rådssekretariatet 2007) och kommer sannolikt att fortsätta under större delen av det här året. I överenskommelsen skrivs också in ett datum då medlemsstaterna ska ha genomfört de åtgärder som man har kommit överens om, exempelvis ha antagit ny lagstiftning. Datumet sätts efter hur svårt det är för medlemsstaterna att genomföra åtgärderna.

Inom ramen för EU:s energipolitik har generaldirektoratet för transport och energifrågor (DG TREN) i EU-kommissionen lanserat sitt eget arbete för skydd av kritisk infrastruktur. Det arbetet har till stor del fokuserat på att utveckla mer detaljerade kriterier för vad som borde betraktas som kritisk infrastruktur inom energi- och transportsektorn. Hittills har ett antal expertseminarier genomförts och EU-kommissionen har tagit fram ett meddelande där de redovisar vilka kriterier som borde gälla för att avgöra vilka energi- och transportinfrastrukturer som är särskilt skyddsvärda. De har ansträngt sig för att göra kriterierna så kvantitativa som möjligt. Eftersom de befarar att de här kriterierna skulle kunna användas av

eventuella attentatsmän har kriterierna inte offentliggjorts, utan endast distribuerats till medlemsstaternas myndigheter (EU-kommissionen 2007 (1)).

Tanken är att kriterierna på sikt ska användas inom ramen för EPCIP för att avgöra vad som är kritisk europeisk energinfrastruktur.

### **3.2.3 Analys**

Det är värt att notera att skyddet av den kritiska energinfrastrukturen hittills har hanterats i princip separat från diskussionen om leveranssäkerhet, som fokuserat på det externa beroendet av energikällor. En möjlig förändring kunde skönjas när skyddet av den kritiska infrastrukturen för första gången nämndes i leveranssäkerhetssammanhang i det nya policypaket om energipolitiken från kommissionen som presenterades i januari i år (EU-kommissionen 2007 (2)). Det är extra intressant eftersom ett flertal av de mer uppmärksammade störningarna i energileveranser med gränsöverskridande effekter har berott just på fallerande infrastruktur.

Politiken för skydd av kritisk infrastruktur tas fram inom ramen för samarbetet runt rätts- och inrikesfrågor, och på kommissionen leds arbetet av generaldirektoratet för frihet, säkerhet och rättvisa (DG JLS). Fokus har också av flera skäl till stor del kommit att ligga på avväjning av terroristhot mot kritisk infrastruktur. Dels är det den del av kommissionen som ansvarar för antiterrorism som hanterar programmet, dels beställdes programmet för skydd av kritisk infrastruktur i kölvattnet av terroristattacker i Madrid 2004 (Europeiska rådet 2004). Vidare finns det inget eget utrymme för medel till det här området inom ramen för det finansiella perspektivet för EU 2007–2013, EU:s långtidsbudget. De medel som ska anslås till samarbetet runt EPCIP finns i stället inom ramen för budgeten mot terrorism. Sammantaget riskerar därmed unionens åtgärder att i hög grad fokusera på att skydda infrastrukturen mot terrorism, ett hot som åtminstone för svensk del inte är det mest relevanta (KBM 2006).

Det är ännu för tidigt att säga om det egna arbete som nu påbörjas inom DG TREN kommer att innebära ett samarbete runt skyddet av kritiska anläggningar som tar hänsyn till sektorns specifika krav. Mycket av det beror på hur arbetsfördelningen kommer att se ut mellan arbetet i sektorerna och det sektorsövergripande arbetet under ledning av DG JLS. Vad som dock är säkert är att EU i och med det här samarbetet skapar sig ett nytt instrument för att agera när det gäller den del av leveranssäkerhet som består i säkerheten för anläggningar i EU.

Frågan hur kraftfullt ett sådant samarbete kan bli återstår dock. Det finns faktorer som talar för att samarbetet kan gå relativt långt. Terroristhotet kan vara en katalysator för ett fördjupat samarbete även på relativt detaljerad nivå, vilket har effekt även på arbetet för att skydda kritisk infrastruktur som ju har associerats till samarbetet mot terrorism. Vidare innebär samarbetet inte att EU reglerar områden som direkt berör medborgarna som t.ex. socialpolitik gör, eller försvårar för medlemsstaterna att exempelvis bedriva näringspolitik, och där gemensamma

åtgärder i många fall visat sig vara svåra att genomföra. Det som kommer att begränsa samarbetet kommer samtidigt att vara den svaga juridiska grunden i form av paragraf 308 i EG-fördraget, som bland annat kräver beslut i konsensus. Ett flertal medlemsstater anser dessutom att skydd av den kritiska infrastrukturen är en fråga som ligger nära den om nationell säkerhet. Det gör också att medlemsstaterna är mindre villiga att lämna ifrån sig information inom ramen för ett samarbete som leds av EU-kommissionen.

### **3.3 ENERGISÄKERHET OCH DEN GEMENSAMMA UTRIKES- OCH SÄKERHETSPOLITIKEN**

#### **3.3.1 Den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken**

De västeuropeiska staterna har mycket länge samarbetat när det gäller utrikes- och säkerhetspolitik. Under lång tid var Nato det viktigaste forumet för det samarbetet. Samtidigt fanns det en egen informell europeisk dialog som låg utanför det dåvarande EG:s hägn. Det var i samband med Maastrichtavtalet 1992 som EG kompletterades med ytterligare två pelare som tillsammans bildade EU, där den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken (GUSP) utgör pelare nummer två (EU-upplysningen 2007). Det ekonomiska samarbetet inom EG fortlever under pelare två medan pelare tre utgörs av rätts- och inrikesarbetet.

En grundtanke med att inrätta GUSP var att EU-staterna tillsammans skulle ha en större tyngd i säkerhetspolitiska frågor på den internationella arenan än vad var och en av medlemsstaterna kunde ha. Men GUSP var inte premiären för ett gemensamt EU-agerande på den internationella arenan. Den gemensamma handelspolitiken hade gjort EU till en av de stora handelsstormakterna. EU fick snart sitt eldprov i och med Jugoslavienkrigen, och verkade stå maktlöst inför det som hände. Det var först när USA, som även hade möjlighet att sätta militär makt bakom sin politik, agerade som stridigheterna i både Bosnien och Kosovo kunde stoppas (EU-upplysningen 2007).

För att komplettera de instrument som stod till EU:s förfogande, vilka hittills endast varit av diplomatisk karaktär, beslöt EU:s stats- och regeringschefer att utveckla en kapacitet för att genomföra civila och militära krishanteringsinsatser för att mer konkret kunna förebygga och hantera konflikter. Det här organiserades som en del av GUSP och kallades den europeiska säkerhets- och försvarspolitik (ESFP). De två stora delarna av ESFP består dels i att påverka ländernas försvarsplanering så att de bygger upp kapacitet inom de områden som krävs för att genomföra gemensamma insatser, dels i att förbereda, besluta om och genomföra insatser. All gemensam övningsverksamhet genomförs än så länge inom ramen för Nato. Det här instrumentet ska dock enligt fördraget inte användas för att försvara unionen eller dess medlemsstater (EU-upplysningen 2007).

En viktig milstolpe i den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken var när den europeiska säkerhetsstrategin antogs i december 2003. I det dokumentet anges de strategiska hoten mot EU:s säkerhet, samt att alla de instrument som står till EU:s förfogande, även t.ex. handel och bistånd som inte ingår i GUSP, bör bidra till att hantera de här hoten. Säkerhetsstrategin tar också i korthet upp att Europas importberoende av energi i sig är ett säkerhetsproblem (EU 2003).

### **3.3.2 Den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitikens bidrag till energisäkerheten**

Frågan om den yttre dimensionen av leveranssäkerhet lyftes särskilt upp av det Europeiska rådet i dess möte på våren 2006 (Europeiska rådet 2006 (1)) när de efterlyste en europeisk energipolitik. En handlingsplan skulle antas när stats- och regeringscheferna möttes i mars 2007. En viktig del av en sådan handlingsplan skulle vara strävan mot en gemensam extern energipolitik för att stödja leveranssäkerheten på grundval av en dialog med producenter och transitstater, diversifiering av energikällor samt förbättrade mekanismer för krishantering.

Den här uppmaningen följdes upp av ett gemensamt policydokument från EU-kommissionen och Rådets generalsekreterare Javier Solana med titeln ”An external policy to serve Europe’s energy interests” (EU-kommissionen/SG/HR 2006). Dokumentet konstaterar i tre meningar att hotet mot leveranssäkerhet består i importberoende från instabila länder eller länder som använder energi som påtryckningsmedel. Vidare står det att de externa aktörer som går in på den europeiska inre energimarknaden utan att vara utsatta för konkurrens på hemmaplan utgör ett hot. Dokumentet verkar syfta på Rysslands beteende och Mellanösterns instabilitet som hot mot EU:s energiintressen. Dokumentet är ovanligt tydligt i att försvara europeiska intressen utan att koppla dem till några universella värden eller gemensamma globala intressen.

Dokumentet är något av en balansgång mellan den mer marknadsinriktade strategin (M&I) och den geopolitiska (R&E). Det poängteras att det är viktigt med fungerande världsmarknader, och att EU bör driva på för transparenta, ömsesidiga och icke-diskriminerande handelsförbindelser. Samtidigt varnas det för att allt för många aktörer försöker trygga sin försörjning genom bilaterala avtal och att EU borde skapa en fungerande marknad främst i sitt närområde, genom att successivt inkludera andra länder på den europeiska energimarknaden. Vikten av att fullt ut erkänna den geopolitiska dimensionen av energisäkerhetsfrågor poängteras också. De flesta konkreta åtgärder som föreslås i dokumentet är olika former av bilaterala kontakter, och som första åtgärd står behovet av ett bilateralt energiavtal med Ryssland som på sikt integrerar EU:s och Rysslands energimarknader. I dokumentet betonas också att det är viktigt att bygga upp ett kontaktnät av ”energisäkerhetskorrespondenter” mellan medlemsstaterna.

I ett tal som Javier Solana höll inför EU:s energikonferens 2006 (Solana 2006) hade balansen helt tippat över till förmån för det geopolitiska synsättet. Han konstaterade att våra energibehov kan begränsa möjligheten att driva andra mål som konflikthantering, mänskliga rättigheter och ”good governance”. Andra aktörer kommer att sätta sina energibehov framför alla andra mål. I sina förslag till åtgärder nämner han inte en fungerande energimarknad, utan diversifiering, sparande, större möjligheter att föra över energi internt inom EU, krishanteringsmekanismer, fysiskt skydd av anläggningar, kärnkraft, samt att skapa en relation till Ryssland som är gynnsam för EU.

Den externa dimensionen av EU:s leveranssäkerhet fick också relativt stort utrymme i det policypaket som kommissionen presenterade i januari 2007, där de angav ett antal relativt väl definierade prioriteringar. Strategin verkar vara att när det är möjligt engagera sig i globala överenskommelser, men framförallt att satsa på att säkra EU:s intressen genom avtal med Ryssland och andra viktigare producent-, konsument- och transitländer. Satsningar på nya producenter och leveransvägar för att diversifiera handeln är också viktiga. Många av de här prioriteringarna kopplas till redan existerande samarbeten och instrument som EU-kommissionen har.

### **3.3.3 Analys**

Det är ingen nyhet att säkerhetspolitiken, explicit eller implicit, spelar en central roll när det gäller att säkerställa energileveranser. Därför kan den senaste tidens utveckling på området inom EU snarast ses som ett relativt väntat steg, en del i en process där EU mer och mer tar på sig de attribut som tillhör en stat. Det verkar därför också troligt att GUSP:s roll för att säkra energileveranser till Europa är bestående och inte bara ett tillfälligt inhopp.

Det här kan få ett antal effekter på såväl energipolitiken som den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken. Frågan behöver inte utvecklas i sak, när det gäller mål, hot eller aktörer, men det faktum att den lyfts upp till att bli en fråga för säkerhetspolitiken kommer att påverka de medel som föreslås. Ovanstående redogörelse kan naturligtvis inte kallas särskilt uttömmande, men den pekar ändå på att den kanske enskilt mest tongivande aktören inom den gemensamma utrikes- och säkerhetspolitiken, Javier Solana, har en syn på leveranssäkerhet som lutar åt det geopolitiska hållet snarare än det marknadsliberala. De instrument som EU förfogar över inom utrikes- och säkerhetspolitiken passar också ett sådant synsätt. Det är i många fall mycket svårt att definiera vad som är eller ens vad som betraktas som säkerhetspolitik, och därmed kräver säkerhetspolitiska medel. En enkel metod som kan tillämpas just när det inte är självklart hur en fråga ska definieras är att titta på vilka aktörer som hanterar den, eftersom aktörer ofta identifierar sig som del av en säkerhetspolitisk, utrikespolitisk, handelspolitisk eller annan struktur. I det här fallet tar leveranssäkerhetsfrågan ett par steg mot att bli säkerhetspolitik

inom EU när det Europeiska rådet ber Javier Solana att komma med förslag på området. Det kommer i sin tur att påverka politikens innehåll.

Ett starkare engagemang från de säkerhetspolitiska strukturerna inom EU kan också leda till revirstrider, vilket har förekommit på andra håll, exempelvis när man har diskuterat militärens roll i katastrofhantering. Det behöver inte vara en slump att kommissionen försöker koppla den externa energipolitiken till sina egna befintliga instrument och samarbeten.

På längre sikt skulle GUSP:s inblandning i frågan kunna leda till en diskussion om EU:s roll att militärt säkra leveranser av energi, exempelvis genom att skydda tankfartyg. Det här är starkt kopplat till den diskussion som förs om i vilken mån EU:s militära samarbete ska användas för att skydda EU, så att EU med andra ord utvecklas mot en militärallians. Sverige håller emot, tillsammans med andra militärt alliansfria länder och de länder som anser att Nato ska ha monopol på att skydda Europa militärt. Hotet från terrorismen har dock varit en stark drivkraft för att engagera EU:s militära samarbete även för Europas försvar (Jarlsvik & Oredsson 2004).

### **3.4 SLUTORD**

Genom ovanstående exempel har jag försökt visa att EU:s leveranssäkerhet för energi inte bara är en fråga för energipolitiken och dess aktörer utan att det finns viktiga instrument även inom ramen för andra delar av EU-samarbetet. Samtidigt har de här samarbetena sina egna ”bagage” och världsuppfattningar som kan komma att påverka den sammanlagda politikens utformning. Den gamla devisen att om man har en hammare liknar det mesta spikar kan appliceras även här. Verkar man inom säkerhets- och försvarspolitik ligger militära resurser närmare till hands (inte nödvändigtvis bara för att föra väpnad strid). Arbetar man i en struktur som har som huvuduppgift att bekämpa terrorism, kommer sannolikt det hotet att betonas. En analys av vilka instrument som ska involveras för att uppnå ett mål måste därför även omfatta vilka effekter olika instrument får på hur målet definieras, vilka hot man ser och vilka medel som anses lämpliga att använda.

### **REFERENSER**

Barbknecht (2005) Gas storage: ensuring supply security, I: The World Energy Book, publicerad av World Energy Council ([www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)).

CEPS (2001) Security of energy supply – a question for policy or the markets, rapport från en arbetsgrupp inom Centre for European Policy Studies, publicerad på [www.ceps.be](http://www.ceps.be)

CONNEX (2007) Sökfunktion på Internet för EU-governance-projekt.

- Constantini et al. (2007) Security of energy supply: Comparing scenarios from a European perspective, I: Energy Policy 35 (2007) s.210–16.
- Correljé & van der Linde (2006) Energy supply security and geopolitics: A European perspective, I: Energy Policy 34 (2006) s.532–43.
- Egenhofer et al. (2004) Market based options for security of energy supply – summary and conclusions, sammanfattning av resultat från det EU-finansierade projektet Insuring against Disruptions of Energy Supply (INDES), 1 mars 2004.
- Egenhofer (2005) Europe needs a new approach to securing its energy supply, 01/2005, publicerad på [www.ceps.be](http://www.ceps.be)
- Eriksson & Barck-Holst (2006) Politik för skydd av kritisk infrastruktur i EU och Sverige – en jämförande analys, FOI-rapport av Pär Eriksson och Svante Barck-Holst publicerad på [www.foi.se/publikationer](http://www.foi.se/publikationer)
- EU-kommissionen (2006) Proposal for a DIRECTIVE OF THE COUNCIL on the identification and designation of European Critical Infrastructure and the assessment of the need to improve their protection, lagförslag publicerat 12 december 2006.
- EU (2003) Ett säkert Europa i en bättre värld, EU:s säkerhetsstrategi antagen den 12 december 2003.
- EU-kommissionen (2007 (1)) Moving towards improved protection, Informationsbroschyr publicerad på EU-kommissionens hemsida, odaterad.
- EU-kommissionen (2007 (2)) An energy policy for Europe, meddelande med förslag till utveckling av den europeiska energipolitiken 10 januari 2007.
- EU-kommissionen/SG/HR (2006) En extern politik som gynnar Europas energiiintressen, S160/06, gemensam rapport från EU-kommissionen och den höge representanten för GUSP Javier Solana till Europeiska rådet, odaterad.
- EU-upplysningen (2007) Utrikes- och säkerhetspolitik, [www.eu-upplysningen.se](http://www.eu-upplysningen.se)
- EUobserver (2007) EU frets about gas risks after oil disruptions, elektroniskt nyhetsbrev ([euobserver.com](http://euobserver.com))
- Europeiska rådet (2004) Brussels European Council 17/18 June 2004 – presidency conclusions, 10679/2/04, 19 juli 2004.
- Europeiska rådet (2006 (1)) Brussels European Council 23/24 March 2006 – presidency conclusions, 7775/1/06, 18 maj 2006.
- Europeiska rådet (2006 (2)), Brussels European Council 15/16 June 2006 – presidency conclusions, 10633/1/06, 18 maj 2006.
- Försvarsdepartementet (2006) Skydd av kritisk infrastruktur inom EU, Faktapromemoria från Försvarsdepartementet till riksdagen, [www.riksdagen.se](http://www.riksdagen.se)
- JANES (2006) Europe seeks secure energy supply as Russia turns up heat, i Janes Intelligence review 1 december 2006.
- Jarlsvik & Oredsson (2004) Solidaritetsklausulen – Konsekvenser för den europeiska säkerhets- och försvarspolitiken, FOI-memo av Helén Jarlsvik och Maria Oredsson.
- KBM (2006) Hot och riskrapport 2006, årlig rapport om hot och risker för samhället, publicerad på [www.krisberedskapsmyndigheten.se](http://www.krisberedskapsmyndigheten.se)
- Kuik (2003) Climate Change Policies, Energy Security and Carbon Dependency – Trade-offs for the European Union in the Longer Term, I: International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics 3:221–42.



Mañé-Estrada (2005) European energy security: towards the creation of the geo-energy space, I: Energy Policy 34 (2006) 3773–86.

Rådssekretariatet (2007) Dagordning för möte med rådsarbetsgruppen för skydd och beredskap (civil protection) den 29 januari, [www.consilium.europa.eu](http://www.consilium.europa.eu)

Solana (2006) tal av den höge representanten för GUSP Javier Solana inför konferensen "Towards an EU External Energy Policy", S324/06, 20 november 2006.

Sundelius (2001) Totalförsvaret är överspelat – vi behöver ett samhällsförsvär!, i försvarsberedningens skriftserie 2001 ([www.forsvarsberedningen.se](http://www.forsvarsberedningen.se)).

Weisser (2005) The security of gas supply – a critical issue for Europe, i Energy Policy 35 (2007) 1–5.

## 4. Energiinfrastrukturprojekt – exemplet Nord Stream

Av Robert Larsson

En grundläggande faktor när det gäller energisäkerhet är hur infrastrukturprojekt utformas. Sådana projekt inbegriper utvinning, produktion, förädling, transport, distribution och försäljning och handlar vanligtvis om kapitalintensiva investeringar med avskrivningstider på 20–50 år. Konsekvenser av de strategiska val som görs blir stora såväl nationellt som internationellt för alla inblandade aktörer. Det innebär att beslut kring infrastrukturprojekt hamnar på den strategiska nivån och blir avgörande för ett lands och/eller energibolags framtida inriktning. Ur en bredare energisäkerhetsmässig synvinkel är det två avgörande frågor som behöver analyseras. Den första gäller projektets fysiska säkerhet, där miljö och personal står i fokus. Den andra frågan gäller den säkerhetspolitiska delen, där projektets betydelse för både involverade intressenter och tredje part står i fokus. En planerad gasledning under Östersjön får här illustrera ett par av de parametrar som man måste ta med i energisäkerhetsekvationen när det gäller stora infrastrukturprojekt.

### 4.1 ÖVERGRIPANDE BAKGRUND

Ryssland och Tyskland har beslutat sig för att bygga en gasledning från Viborg i Finska viken, genom Östersjön, till Greifswald i Tyskland, och eventuellt ännu längre (Se Figur 1). Ledningen har länge gått under benämningen *The North European Gas Pipeline* – *NEGP*, men under 2006 bytte konsortiet namn på projektet till *Nord Stream*. I Ryssland har man redan börjat bygga den del av ledningen som går på land. Den del som ska ligga på Östersjöns botten är dock fortfarande bara på planeringsstadiet. Tänkta kunder för den ryska gasen är främst Tyskland, men kanske även Nederländerna, Storbritannien och möjligen Finland. Vilka fler kan vilja vara med och varför? Vilka vill stå utanför?

Projektet är politiskt snarare än ekonomiskt och anledningen till bygget är att Ryssland vill vara oberoende av andra för sin energiexport. I dag transiteras

Figur 1: Urval av transeuropeiska nätverksprojekt för gas



Källa: EU

gasexporten till bl.a. Tyskland över Polen, Vitryssland och Ukraina. Ryssland anser att det här både är dyrt och politiskt problematiskt, eftersom man är utlämnad åt Ukrainas och Polens goda vilja. Därför vill man ha andra alternativa rörledningar. Projektet är mycket kostsamt jämfört med att bygga ut alternativa ledningar på land, men kostnaden anses vara ett mindre problem eftersom den i slutändan bärs av de tyska konsumenterna (Larsson 2006e). Här står alltså avvägningen mellan säker tillgång till konsumentmarknader för producenten och en ökad kostnad för konsumenterna. Vilka blir prioriteringarna?

I huvudsak ska ledningen gå genom internationellt vatten. För Sveriges del betyder det att den ska gå i Sveriges exklusiva ekonomiska zon, vilket gör den till en svensk angelägenhet. Den kommission som förre statsministern Göran Persson tillsatte och ledde, "Kommissionen mot oljeberoende", kom till slutsatsen att Sverige inte bör ansluta sig till gasledningen om den byggs, både av leveranssäkerhetsskäl och för att man vill prioritera den inhemska biobränselsektorn (Kommissionen mot oljeberoende 2006). Vad som kommer att hända efter 2006 års regeringsskifte är ännu oklart.

Om ledningen byggs i den ekonomiska zonen måste Sverige ansvara för att byggherrarna hanterat alla miljökrav och konsekvenser på ett tillfredsställande sätt

och enligt svensk lag – annars får ledningen helt enkelt inte byggas. I vissa liknande fall, till exempel gasledningen mellan Danmark och Sverige, måste en stat som Sverige analysera de eventuella negativa miljökonsekvenserna av ett sådant projekt och väga dem mot en förmodad vinst i fråga om leveranssäkerhet, ökad tillgänglighet eller lägre kostnader. Om Sverige inte ska ansluta sig till projektet, vilket inte förefaller troligt, behöver Sverige inte ta någon ekonomisk hänsyn. Det här kan alltså ses som ett byggnadslovsärende, men faktum är det finns många frågetecken och oklarheter i ämnet och kunskapsläget är i dagsläget begränsat. Den mediala läsningen vid endast en fråga eller en aspekt gör att förståelsen kring projektets olika dimensioner blir lägre än den kunde vara. Det gäller till exempel när media enbart har belyst projektets mest kontroversiella delar, t.ex. militariseringsrisken, i stället för att beröra de mest komplexa problemen med integration av nya och gamla EU-medlemmar (FOI 2007). Den svåra frågan är alltså vilka aspekter som är viktigast och vilka som ska prioriteras.

## **4.2 FORSKNINGSLÄGET, MEDIA OCH DEN POLITISKA DEBATTEN**

*För det första* har den mediala och politiska debatten till största delen inriktats på den politiska pålitligheten hos Ryssland som gasleverantör. Det är en seriös fråga som efter den rysk-ukrainska gaskrisen 2006 har hamnat på EU:s agenda (Larsson 2006d). En djupare analys av pålitligheten visar på följande: *Först och främst* har Ryssland strypt gasflödet och använt hårdför energipolitik mot östra Europa och de forna sovjetrepublikerna vid över femtio tillfällen sedan 1991. Landet har inte använt samma metoder gentemot västra Europa, men däremot har övriga Europa påverkats som tredje part. Ledningen Nord Stream, som går förbi staterna i östra och centrala Europa, kan leda till en situation där risken för att gasflödet stryps för t.ex. Ukraina ökar och risken för att stater som Tyskland drabbas minskar. Ur ett helhetsperspektiv gör det alltså inte läget säkrare för alla importörer (Larsson 2006e). Den säkerhetspolitiska påverkan av ett infrastrukturprojekt behöver alltså analyseras, speciellt eftersom möjligheterna att använda energipolitiken som ett maktmedel kan bli en avgörande osäkerhet inför framtiden. Hur stor är den här osäkerheten och ändrar den sig i tid och rum?

*För det andra* finns det stora problem med den ryska förmågan att tillhandahålla tillräckliga mängder med gasdates (Riley 2006). Visserligen har Ryssland stora reserver, men den statliga styrningen av energisektorn och det dåliga investeringsklimatet leder till ökande svårigheter att få fram tillräckligt med gas. Ryssland överkontrakterar befintliga gasfyndigheter och eftersom insynen är obefintlig får europeiska konsumenter ett osäkrare läge. Mycket av förklaringen ligger i den ineffektiva statliga styrningen av gasbolaget Gazprom (Fredholm 2006). Trots att Sverige i dag inte planerar att ansluta sig till ledningen kan det finnas anledning

att applicera rådande forskning om beroendeproblem på Sverige. På så sätt kan man se i vilken utsträckning en anslutning och därmed ökad naturgasanvändning skulle bygga in ett beroende, en känslighet och i sista hand en sårbarhet. De här frågorna behandlades under energikriserna på 1970-talet men i dag får de liten uppmärksamhet. Är fördelarna med ökad naturgasanvändning större än nackdelarna? Spelar det roll vem leverantören är och hur infrastrukturen ser ut?

*För det tredje:* Om Nord Stream byggs så kommer det troligen inte att byggas några andra rörledningar från Ryssland till Europa. Nord Stream är enligt vissa uppgifter ett dyrt alternativ och det finns billigare och till synes mer miljövänliga alternativ, t.ex. utbyggnad av det befintliga systemet Jamal som går mellan Jamalhalvön i norra Ryssland till Polen eller genom en landbaserad ledning genom Baltikum (den s.k. Amberledningen). Ryssland är inte intresserade av de här alternativen, eftersom de vill ha makten att kunna välja köpare av gasen. Merkostnaden för Nord Stream-projektet får slutkonsumenterna betala. Inom forskarsamhället förs det här argumentet ofta fram, men själva beräkningarna redovisas inte. Det verkar finnas en kunskapslucka här, en kunskapslucka som spänner både över frågan om priskänslighet hos konsumenter och över avvägningsfrågan mellan ekonomi, miljö och säkerhet. Exakta beräkningar och konsekvenser av projektet i relation till de här alternativen till Nord Stream har inte offentliggjorts av de inblandade parterna och analytiker och forskare har därför ett otillräckligt analysunderlag. Såväl analysens metod som resultat kan förändras beroende på vilket informationsunderlag som finns tillgängligt. Frågan är bara hur.

*För det fjärde:* Det finns indikationer på att Nord Stream ger Ryssland större makt över kraftindustrin i Europa, på så sätt att Ryssland genom samägande av kraftbolag kan subventionera priset på gas till sina egna kraftverk. Det kan göra att andra sektorer, t.ex. kolkrafts- eller kärnkraftsindustrin, tappar konkurrenskraft eftersom deras energi relativt sett blir dyrare. En konsekvens är att tyska kolkraftverk eller kärnkraftverk inte kan moderniseras och göras mer miljövänliga, eftersom det är mycket kostsamt att gå över till s.k. Carbon Capture and Storage-teknik (CSS) som fångar och lagrar koldioxiden i stället för att släppa ut den i atmosfären. Det saknas en marknadsmässig analys av den här aspekten och dess konsekvenser, eftersom den i stor grad hamnar i skuggan av de politiska prioriteringarna. Vilka blir konsekvenserna för miljön och energipolitiken i Europa? Påverkas hela EU:s energi- och klimatpolitik? Hur påverkas handeln med utsläppsrätter?

För det femte finns det stora miljöproblem med ett sådant här projekt. Det gäller bl.a. åverkan på havsbotten och riskerna med gamla minor och dumpade kemiska stridsmedel som kan komma att påverkas (FOI 2007). En del av dem har kartlagts av FOI (Waleij 2001), men kunskapsbilden är fortfarande bristfällig. Hur ska man hantera problemet i stor skala och under lång tid? Vem ska betala och vem bär ansvaret? Kommer röjning att medföra större inblandning av olika staters marinstridskrafter?



## 4.3 AVSLUTNING

Utöver rörledningar finns det andra infrastrukturprojekt där man kan ställa sig liknande frågor som i fallet med en gasledning genom Östersjön. Kärnkraftverk som byggs i syfte att minska beroendet av energiimport kan samtidigt väcka misnöje hos grannländer. Terminaler för flytande naturgas, LNG, minskar behovet av rörledningar men innebär även ett avsevärt problem för den fysiska säkerheten och blir en tacksam måltavla för terrorism (Larsson 2006a). Lagringsaspekten har dessutom börjat lyftas fram i större utsträckning (se Figur 2).

Oljeriggar kan påverka fiskbeståndet eller fungera som underrättelseplattformar. Det finns många områden där vattenflöden avdelas och påverkar andra aktörer, till exempel i Centralasien där vatten avleds för bomullsodling, vilket påverkar grannländerna negativt. Det är den här typen av frågor som får genomslag på den strategiska nivån när nya infrastrukturprojekt skall genomdrivas. Ovanstående genomgång av Nord Stream har visat på några exempel på frågor som behöver studeras närmare för att man ska kunna förstå projektets konsekvenser i sin helhet och få ett så bra beslutsunderlag som möjligt.

## REFERENSER

FOI (2007) Yttrande till Försvarsdepartementet rörande Nord Stream och gasledningen genom Östersjön, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), 7 februari 2007, 06-1964:3.

Fredholm, Michael (2006) Gazprom in Crisis, Swindon, Conflict Studies Research Centre (CSRC), oktober 2006, 06/48.

Kommissionen mot oljeberoende (2006) På väg mot ett oljefritt Sverige, Stockholm, Kommissionen mot oljeberoende, juni 2006.

Larsson, Robert L. (2006a) Energisäkerhet. Sveriges och Europas beroende av importerade energibärare, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), FOI-R--2092--SE.

Larsson, Robert L. (2006c) Russia's Energy Policy: Security Dimensions and Russia's Reliability as an Energy Supplier, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Scientific Report FOI-R--1934--SE.

Larsson, Robert L. (2006d) Rysslands energipolitik och pålitlighet som energileverantör: risker och trender i ljuset av den rysk-ukrainska gaskonflikten 2005-2006, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), januari 2006, FOI-R--1905--SE.

Larsson, Robert L. (2006e) Sweden and the NEGP: A Pilot Study of the North European Gas Pipeline and Sweden's Dependence on Russian Energy, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), FOI-R-1984-SE.

Riley, Alan (2006) The Coming of the Russian Gas Deficit: Consequences and Solutions, CEPS Policy Brief, nr. 116.

Waleij, Annica (2001) Dumpade C-stridsmedel i Skagerack och Östersjön: En uppdatering, Stockholm, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), september 2001, FOI-R---0148-SE.



# 5. Att analysera risker inom energiförsörjningen

Av Åke J. Holmgren

## 5.1. SAMHÄLLET'S BEROENDE AV SYSTEM FÖR ENERGIÖVERFÖRING

Moderna samhällen är helt beroende av en kontinuerlig tillgång på energi, exempelvis i form av elektricitet, olja eller gas. Störningar i samhällets energiförsörjning kan få konsekvenser för vardagslivet och samhällsekonomi, men även för den nationella säkerheten.

Störningar i energisystem kan ha en mängd orsaker, exempelvis naturkatastrofer, extremt väder, tekniska fel, mänskliga felhandlingar, arbetsmarknadskonflikter, sabotage, terrorism och krig. Energi kan i strikt mening inte produceras eller konsumeras, utan det handlar alltid om en energiomvandling. För enkelhets skull kan samhällets energiomvandling ändå beskrivas som en process som består av följande aktiviteter: produktion (generering), överföring och konsumtion (användning).

I det här kapitlet diskuterar jag riskanalys av energisystem, och ger några mycket korta exempel från analyser av system för överföring av elektricitet. Överföringen av elektricitet sker via transmissions- och distributionsnät. Det svenska transmissionsnätet överför stora mängder elektricitet med hög spänning från norr till söder, och sedan fördelas elektriciteten ut till abonnenterna via regionala och lokala distributionsnät med lägre spänning. Elsystemen sträcker sig över stora geografiska områden och kan som de flesta andra infrastruktursystem beskrivas med en nätverksmodell. För en närmare diskussion kring olika perspektiv på infrastruktursystem se exempelvis Jonsson (2005). De riskanalys exempel som finns i det här kapitlet har kan sammanfattningsvis även tillämpas på många andra typer av nätverk, exempelvis distribution av naturgas, olja, vatten samt väg- och järnvägstransporter.

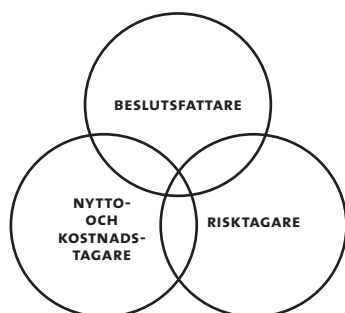
## 5.2. RISK OCH BESLUT

Begreppet *risk* innehåller vanligtvis två dimensioner – sannolikhet och konsekvens. I det här kapitlet definieras begreppet risk som en kombination av en



händelse med negativa konsekvenser för människor, miljö eller egendom och sannolikheten för den händelsen. I många sammanhang används begreppet risk bara för slumpmässiga händelser och ofta betonar man de direkta konsekvenserna för människors liv och hälsa.

*Risikanalyser* handlar om att på ett systematiskt sätt använda tillgänglig information för att beskriva och beräkna de risker som är förknippade med ett visst system. Det ger underlag för att värdera risker och fatta beslut om eventuella riskreducerande åtgärder.



Figur 1: Beslut och risk – berörda grupper (Holmgren & Thedéen, 2003).

I de flesta sammanhang är risker kopplade till beslut – en person eller en grupp ska välja mellan ett antal alternativ. Det kan vara fråga om investeringar i olika energisystem, som kan medföra lägre risker för människor, mindre påverkan på miljön och olika kostnader. Här är det samhället – via politiska organ och prioriteringar – som fattar beslutet. Men en individ kan också ställas inför val mellan exempelvis olika sätt att värma upp sin bostad: direktverkande el, olje- och vedpanna, fjärrvärme, bergvärme osv. Vart och ett av de här alternativen är förenade med risker och kostnader. Även om det är fråga om samma slags risker (här personolyckor och miljöskador) så är det olika system i de två exemplen. De här systemen kan, något förenklat, beskrivas utifrån tre mer eller mindre sammanfallande grupper: beslutsfattare, nytto- och kostnadstagare samt riskbärare (Figur 1).

I det första fallet är beslutsfattarna kanske några olika myndigheter och ansvarig minister. Nytt- och kostnadstagarna är de individer som nyttjar energisystemet och indirekt hela befolkningen. Riskbärarna är de individer som i framtiden kan drabbas av olyckor eller andra skador som orsakas av energisystemet. I det andra exemplet sammanfaller i stort sett de tre grupperna med individen i fråga. Indirekt kommer dock individens beslut att kunna påverka risker även för andra personer. Det här systemsynsättet kan tillämpas på de flesta beslut där risker ingår. Systemen avgränsas också i tid. Livscykeln för ett tekniskt system kan exempelvis delas upp i planering, konstruktion, drift och slutligen avveckling.

### 5. 3. RISKANALYS – ATT BESKRIVA OCH BERÄKNA RISKER

Den traditionella riskanalysen av tekniska system kan sammanfattas i följande tre frågor:

- Vad kan hända? (riskidentifiering)
- Hur troligt är det? (frekvensanalys)
- Vilka är konsekvenserna? (konsekvensanalys)

En närmare beskrivning av det traditionella ramverket för riskanalys av tekniska system finns exempelvis i IEC (1995).

En typisk situation vid analyser av risker i tekniska system är att det finns en begränsad mängd empiriska data över olyckor med stora konsekvenser. I många sammanhang har det helt enkelt inte hunnit inträffa några stora olyckor, exempelvis på grund av att systemet nyligen har tagits i drift eller bygger på ny teknik. Det kan också handla om mycket unika tekniska system, det vill säga system som har en mycket individuell utformning eller produceras i mycket få exemplar. I de fallen är det oftast inte möjligt att direkt använda klassisk statistisk metodik för att beräkna och beskriva risken. Ibland kan man förbättra tillgången på data genom att även studera incidenter, eller mycket små olyckor.

I de fall då tillgången på empiriska data är mycket begränsad kan man använda teoretiska (matematiska) modeller eller expertbedömningar för att skaffa kunskap om risker. Expertbedömningar kan också vägas samman med empiriska data med hjälp av statistiska metoder (så kallade Bayesianska metoder) och empiriska komponentdata kan med fördel användas i den teoretiska modelleringen av tekniska system. Sammanfattningsvis finns det tre huvudsakliga sätt att beräkna och beskriva risker i en riskanalys:

- a) statistiska analyser av datakällor (t.ex. störnings- eller olycksdata)
- b) teoretisk modellering (t.ex. logiska modeller i kombination med empiriska komponentdata)
- c) expertbedömningar.

Den traditionella riskanalysen av tekniska system behandlar främst extremt väder, tekniska fel samt mänskliga felhandlingar. De metoder för riskanalys som används i dag utvecklades ursprungligen för att analysera relativt välvärnsade tekniska system inom processindustri, flygtrafik, kärnkraftsverk osv.

I dag finns det ett stort behov av att ta fram metoder som även kan användas för att studera (antagonistiska) angrepp och att även inkludera dessa risker i den traditionella riskanalysen – något som ibland kallas en ”all hazards approach”. När det gäller infrastruktursystem så spelar den geografiska dimensionen en mycket stor roll och man betonar alltmer beroenden mellan olika infrastruktursystem. Dagens

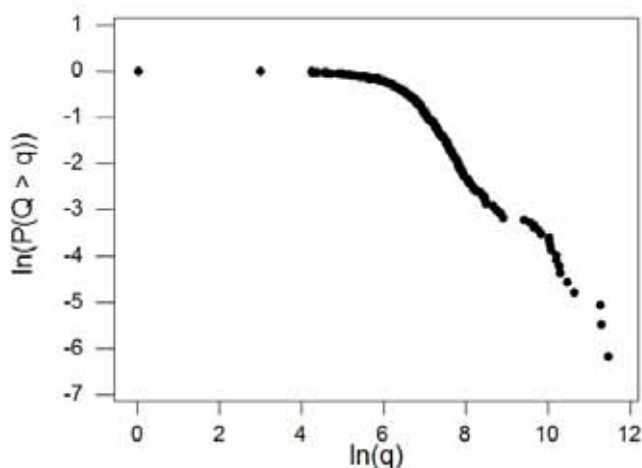
system har blivit mer och mer svåravgränsade, sammankopplade och komplicerade – helt enkelt mer komplexa.

I det följande avsnittet ges exempel från riskanalyser av system för elöverföring. Syftet med exemplen är att illustrera hur det traditionella ramverket för riskanalys kan utvidgas och anpassas för risk- och sårbarhetsanalys av infrastrukturssystem, se även Holmgren (2007).

## 5. 4. KORTA EXEMPEL FRÅN RISKANALYSER AV SYSTEM FÖR ELÖVERFÖRING

### 5.4.1 Statistisk analys av störningsdata från svenska elnät

I det här avsnittet ges ett exempel på hur angreppssätt a) kan användas för att beräkna och beskriva risker. För att kunna använda klassisk statistisk metodik måste man ha tillgång till empiriska data av god kvalitet och i tillräcklig omfattning (antal



Figur 2: Störningsdata [störningsstorlek, MW] från Stockholms distributionsnät 1998–2003. Figuren indikerar ett potenslagsberoende mellan störningsstorleken  $[\ln(q)]$  och störningsfrekvensen  $[\ln(P(Q > q))]$  för större störningar. Att storleksfördelningen hos elstörningar följer en potenslag innebär en högre sannolikhet för händelser med mycket stora konsekvenser jämfört med exempelvis den vanliga normalfördelningen. Fördelningen har vad som brukar kallas en tung svans och ett välkänt exempel på en potenslag är den statistiska fördelningen över jordbävningars storlek (den så kallade Richterskalen). Potenslagen kan matematiskt skrivas som  $P(Q > q) = 1 - F(q) \sim q^{-\beta}$ ,  $q \rightarrow \infty$  (Holmgren & Molin, 2006).

observationer). I många sammanhang är det svårt att uppfylla de villkoren. Inom trafik- och arbetsolycksområdet är det dock mycket god tillgång på data, och där används statistiska analyser framgångsrikt för att beräkna risker.

En fråga som inte berörs ovan är hur man ska operationalisera riskbegreppet. Det vill säga, för att kunna mäta risken så måste man välja ett *riskmått*. Valet av riskmått kommer i viss utsträckning att bestämma vilken hänsyn man tar till risker vid beslut. Ofta betraktas även risken i förhållande till någon lämplig ”exponeringsenhet” som exempelvis per personkilometer, per arbetad timme eller per kilowattimme (kWh).

I Holmgren & Molin (2006) redovisas resultaten från statistiska analyser av driftstörningsdata från det svenska nationella transmissionsnätet (stamnätet) samt från Stockholms distributionsnät. Syftet med de här analyserna är att beräkna sannolikheten att de negativa konsekvenserna av en driftstörning  $Q$  är större än något visst (stort) värde  $q$ . Det vill säga, riskmålet kan även skrivas som  $P(Q > q)$ . Driftstörningens storlek  $Q$  mäts främst i sorterna energi (MWh) eller effekt (MW). Sammanfattningsvis visar det här exemplet att studier av en dataserie som främst består av små driftstörningar (normala störningar) kan ge en grov uppfattning om sannolikheten för större störningar, nämligen att den följer en potenslag (se även figur 2). Resultatet av den här studien ger en övergripande bild av risken och kan ligga till grund för mer detaljerade riskanalyser.

#### 5.4.2 Kvantitativ riskanalys av elsystem

De matematiska modeller av elsystem som används för planering och drift är mycket kvalificerade och väl anpassade för att analysera dagliga driftproblem och normala störningar. Här behandlas inte metoder för traditionell tillförlitlighetsanalys av elsystem eller matematiska modeller för att bland annat beräkna lastbalanser i elnät. Se exempelvis Billinton & Allan (1996) för en introduktion till tillförlitlighetsanalys av elsystem, Milano (2005) för en beskrivning av programvara för datorstödd elsystemanalys, samt Bedford & Cooke (2001) för en generell introduktion till kvantitativ riskanalys. Ett exempel på en övergripande risk- och sårbarhetsanalys av det nordiska elsystemet presenteras i Doorman et al. (2006). I Holmgren (2006) modelleras elöverföringssystem som grafer (länkar och noder) och grafens förmåga att hålla samman när enheter i grafen tas bort studeras. Det här är en mycket grov modell av ett elsystem, men det går ändå att dra vissa mycket generella slutsatser om kopplingen mellan störningsstorlek och nätverkets struktur.

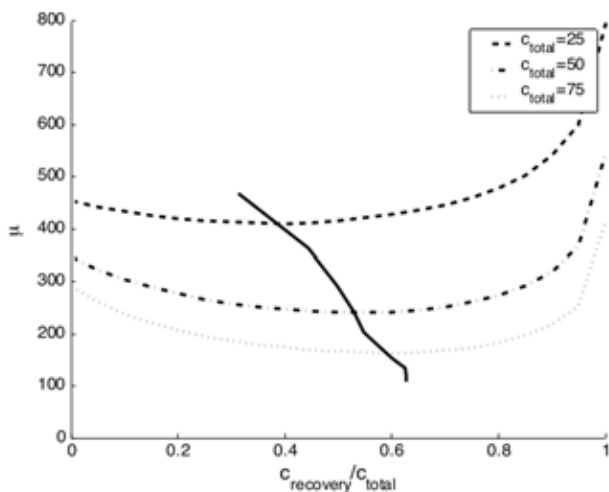
Ytterligare ett exempel på ansats b) ovan presenteras i Holmgren et al. (2007). I den studien används en spelteoretisk modell för att beskriva interaktionen mellan operatören av ett elsystem (försvarare) och olika typer av antagonister (anfällare). Här modelleras elsystemet som ett nätverk som består av fyra olika typer av komponenter – produktionsnoder, konsumtionsnoder, stationer och elledningar/länkar – och flödet av elektricitet beskrivs med en mycket enkel modell (nätver-

ket antas exempelvis vara förlustfritt). En attack resulterar i komponenter slås ut och eventuellt att ett antal konsumenter drabbas av energiförlust. Energiförlusten kan ungefärligt beräknas som effektförlusten (MW) multiplicerat med störningstiden/återhämtningstiden ( $h$ ).

Den spelare som försvarar elnätet kan använda resurser till förebyggande skydd (prevention), vilket minskar sannolikheten att angriparen lyckas slå ut en specifik komponent, och resurser för återuppbyggnad (recovery), vilket minskar störningstiden. Försvararens budget kan alltså beskrivas som  $c_{\text{total}} = c_{\text{prevent}} + c_{\text{recovery}}$ . I modellen behandlas endast kvalificerade antagonister. Med andra ord möter försvararen en bestämd, välinformerad och kompetent anfallare, med tillräckliga resurser för att genomföra en lyckad attack mot elnätet. I analysen antas att angriparen väljer mellan tre olika attackstrategier: (i) Maximera förväntade negativa konsekvenser [maximera  $E(Q)$ ], (ii) maximera sannolikheten att en attack resulterar i tillräckligt stora konsekvenser [maximera  $P(Q > q)$ ], samt (iii) en helt slumpmässig attack. Ett attackscenario konstrueras genom att man väljer en attackstrategi samt ett ytterligare antal parametrar som beskriver taktiska och operativa överväganden. Spelsituationen kan mycket kort beskrivas som ett nollsummespel där försvarare och anfallare samtidigt väljer resurstilldelning respektive mål för attacken och försvararens utfall är alltså detsamma som det negativa utfallet för anfallaren.

Modellen ovan används för att studera en idealiserad variant av det svenska stamnätet. I ett enkelt numeriskt exempel så utvärderas olika försvarsstrategier mot ett antal olika attackscenarier. En viktig fråga är om det går att hitta någon optimal fördelning mellan resurser för förebyggande skydd respektive återhämtning (figur 3). Exemplet visar att i en extrem situation så finns ett mycket stort antal komponenter som, om de slås ut, kan leda till stora negativa konsekvenser för konsumenterna. Som ett resultat av det är det mycket effektivare att tilldela en större mängd resurser till återuppbyggnad i de här fallen än när det är frågan om en mer normal störning. Det går inte att hitta en dominant försvarsstrategi, det vill säga en strategi som leder till lägre förväntade negativa konsekvenser än alla andra försvarsstrategier mot alla attackscenarier. En försvarsstrategi som optimerats mot en angripare som väljer att maximera  $E(Q)$  är inte säkert det bästa försvaret mot en attackstrategi som syftar till att maximera  $P(Q > q)$ . I uppsatsen ges dock ett antal förslag på olika statistiska metoder som kan användas för att jämföra de olika försvarsstrategiernas effektivitet och välja mellan olika strategier.

Det är välkänt att de teoretiska resultaten från spelteoriområdet beror avsevärt på hur själva spelsituationen modelleras, exempelvis antalet spelare, antalet möjliga strategier, de olika spelarnas valmöjligheter och de olika spelarnas möjliga utfall och deras nytta. Det finns mycket begränsad informationen om angrepp mot infrastruktursystem och modellerna blir av nödvändighet mycket förenklade. Att använda det här angreppssättet i praktiska planeringssammanhang skulle först och främst kräva en betydligt mer realistisk elsystemmodell. Med hänsyn till det är det



Figur 3: Figuren visar optimal balans mellan förebyggande skyddsåtgärder (prevention) och resurser för återuppbyggnad (recovery) för ett par givna försvars- och attackscenarier. De streckade linjerna visar förväntade negativa konsekvenser  $\mu$  (icke-levererad energi) för tre givna budgetar  $c_{total}$ . Den heldragna linjen visar optimal fördelning mellan förebyggande och återuppbyggande resurser för olika budgetar  $c_{total}$  som en funktion av  $c_{recovery}/c_{total}$ , det vill säga minimum hos de streckade linjerna (simuleringar har gjorts för ett stort antal olika budgetar). Figuren visar alltså att när försvararens budget ökar så blir det mer och mer intressant att satsa en större andel av resurserna på återuppbyggnad. De komponenter som ger allvarigast konsekvenser om de slås ut skyddas först – till slut finns det ett mycket stort antal komponenter att välja mellan som det ger samma resultat om de skyddas, och då ger det större nytta att satsa resurserna på återuppbyggnad (Holmgren et al., 2007).

inte främst de specifika resultaten som är intressanta. Det är snarare själva sättet att tänka och formulera problemet som kan ge väsentliga insikter i hur elsystem ska försvaras mot angrepp och hur interaktionen mellan försvarare och anfallare kan beskrivas i en riskanalys.

### 5.4.3 Expertbaserad riskanalys av elsystem

Majoriteten av de riskanalyser som utförs i praktiska livet är kvalitativa, eller semikvalitativa, och bygger på *expertbedömningar* – angreppssätt c) ovan. Vanligtvis är resultatet någon form av lista över riskkällor och en erfarenhetsbaserad skattning av tillhörande sannolikheter och konsekvenser. Analysen kan presenteras i ett enkelt diagram, en *riskmatris*, där sannolikheten anges på den ena axeln och konsekvensen på den andra. Oftast anges endast grova mått på sannolikhet och konsekvens – i det enklaste fallet som låg eller hög. I litteraturen finns det ett

stort antal standardiserade kvalitativa riskanalysmetoder beskrivna. Några av de vanligaste är: Failure modes, effects, and criticality analysis (FMECA), Hazard and operability analysis (HAZOP) och Preliminary hazard analysis (PHA).

Expertbedömningar kan samlas in på mer eller mindre strukturerade sätt, exempelvis genom intervjuer, enkäter eller gruppdiskussioner. En formaliserad process för att samla in expertbedömningar kan syfta till att uppnå konsensus kring en specifik frågeställning, eller så kan det bli frågan om att väga samman olika experters åsikter på något sätt. I båda fallen omfattar processen frågor kring hur experter och studieledare ska väljas ut, samt hur expertåsikter ska extraheras, samlas in, presenteras och uppdateras.

En viktig del av alla riskanalyser är *riskidentifiering*, det vill säga att ta fram de scenarier som riskanalysen ska bygga på. Den här delen av riskanalysen är särskilt viktigt när vi behandlar antagonistiska attacker. Det är mycket svårt att uppskatta sannolikheten att ett angrepp inträffar, bland annat eftersom det finns en interaktion mellan försvarare och anfallare (se ovan).

Morfologisk analys är en strukturerad metod för att analysera och värdera komplexa problem. Metoden kan exempelvis användas för scenarioutveckling i en kvalitativ riskanalys. I Frost et al. (2004) används morfologisk analys för scenarioutveckling i en studie om strategier för elförsörjningens säkerhets- och beredskapsarbete. I Figur 4 visas det morfologiska fältet från den här studien, det vill säga problemkomplexets alla variabler och deras möjliga tillstånd.

Det morfologiska fältet byggs upp genom strukturerade gruppdiskussioner. Den här processen är iterativ, dvs. präglas av upprepning och slutresultatet, det morfologiska fältet, är en matris som innehåller alla teoretiskt möjliga scenarier. Varje kolumn beskriver en parameter och den parameterns möjliga tillstånd. Man bygger upp ett scenario genom att välja ett eller flera tillstånd för varje parameter. Parametrar markeras med grått i Figur 4, och de celler som markerats med svart beskriver ett fiktivt scenario. I det här steget i analysen existerar ett mycket stort antal scenarier (antalet teoretiskt möjliga scenarier kan beräknas med hjälp av grundläggande kunskaper i kombinatorik).

Nästa steg i arbetsprocessen är att bedöma den parvisa förenligheten hos parametrarnas alla tillstånd. Till exempel, kan parameter 1 anta sitt första tillstånd samtidigt som parameter 2 antar sitt första tillstånd? Det vill säga, kan de här båda tillstånden existera samtidigt? Den skala som används för att bedöma om en kombination av två tillstånd är möjlig kan variera. Den enklaste varianten är ja/nej, men det går även att använda skalor med flera steg. Lösningsmängden i ett morfologiskt fält består av alla möjliga scenarier. Alla de teoretiskt möjliga scenarier som innehåller ett par av tillstånd som inte kan samexistera sorteras bort. Den här fasen av den morfologiska analysen förenklas avsevärt om den genomförs med datorstöd och FOI har utvecklat en programvara för det här ändamålet. Se vidare Ritchey (1997) och Eriksson & Ritchey (2002).

Orsak	Driftssituation (efterfrågan/överföring)	Anläggnings-typ	Anläggnings-nivå	Elstörningens-karaktär	Störningens-utbredning	Elberoende samhälls-verksamhet
Insider, liten kapacitet	Hög/hög	Produktion, vattenkraft	Stamnät	<1 tim. avbrott	Lokal, landsbygd	Värme och el för husnäll
Insider, stor kapacitet	Hög/hög	Produktion, kärnkraft	Regionnät	1-6 tim. avbrott	Lokal, tätort	Akutsjuk-vård
Yttre angripare, liten kapacitet	Låg/hög	Produktion, värmekraft	Lokalnät	6-24 tim. avbrott	Regional	Vård och omsorg
Yttre angripare, stor kapacitet	Låg/låg	Störnings-reserv (gasturbiner)	Lågspännings-nät	24 tim.-1 v. avbrott	Nationell	Räddnings-tjänst
Felbehandling inom och utom elsystemet		Produktion/ transmission, utland		1-4 v. avbrott		Ordning och säkerhet
Tekniska fel		Luftledning		>1 mån. avbrott		112-funktionen
Natur-relaterade händelser		Kablar		Oregelbundet återkommande avbrott		Information och kommunikation inkl. ledning
		Transformator-station				Kommunal-teknisk verksamhet
		Kopplings-station				Livsmedels-försörjning
		Driftcentraler				Djurhållning
		Kommunikation				Industriell försörjning
		Personal				Betalnings-förmedling
						Transporter och drivmedel

Figur 4: Morfologisk analys är ett exempel på en strukturerad metod för att analysera och värdera komplexa problem. Metoden kan exempelvis användas för scenarioutveckling i en kvalitativ riskanalys. Figuren visar ett morfologiskt fält från en studie om strategier för elförsörjningens säkerhets- och beredskapsarbete, se vidare Frost et al. (2004). Överst i varje kolumn, markerade med grått, redovisas de olika parametrarna och de följande cellerna utgör de möjliga parametertillstånden. De celler som markerats med svart representerar tillsammans ett fiktivt scenario.



## 5.5. AVSLUTANDE SYNPUNKTER

På allt fler områden i samhället, exempelvis på energiområdet, ställs krav på riskanalyser som kan leda till beslut om säkerhetshöjande åtgärder innan olyckor eller störningar inträffar – ett *proaktivt* förhållningssätt. Vilket kan jämföras med de i och för sig nödvändiga *reaktiva* haveriutredningarna. Det väsentligaste bidraget från riskanalyser är att de kan användas för att jämföra effekterna av olika säkerhetsåtgärder. Riskanalysen hjälper oss inte bara att förstå vilka risker som är förknippade med en verksamhet, utan själva processen att göra en riskanalys bidrar även till att fokusera på säkerhet i det dagliga arbetet.

Riskanalys är ingen egen vetenskaplig disciplin. Snarare bör riskanalys betraktas som ett hantverk, och analysen kräver ett stort mått av kreativitet samt en förmåga att väva samman kunskaper från många olika discipliner. Den kvantitativa riskanalysen bygger på matematiska och statistiska metoder och modeller, men vilken specifik riskanalysmetod som bör väljas beror i hög grad på syftet med analysen samt vilken information som finns tillgänglig om det aktuella systemet.

I det här kapitlet har jag gett exempel på riskanalyser från elsystemområdet. Jag har betonat behovet av att utvidga det traditionella ramverket för riskanalys, speciellt när det gäller antagonistiska angrepp och nätverksanalysmetoder. De specifika exempel som getts har alla syftat till att studera stora störningar i elsystem, med andra ord inte dagliga driftstörningar.

Avancerade styr- och kontrollsystem, det vill säga datorsystem och system som innehåller programmerbar elektronik, övertar alltmer styrningen och övervakningen av tekniska system. En stor framtida utmaning är därför att ytterligare anpassa och utveckla metodiken för att göra riskanalyser av komplexa tekniska system. I Kapitel 6 diskuteras därför säkerhet i digitala kontrollsystem inom energiförsörjningen.

## REFERENSER

Billinton R. & Allan R. (1996) Reliability evaluation of power systems. Plenum press, New York.

Bedford T. & Cooke R. (2001) Probabilistic risk analysis: foundations and methods. Cambridge University Press, Cambridge.

Doorman G. L., Uhlen K., Kjølle G. H. & Huse E. S. (2006) Vulnerability analysis of the Nordic Power System. IEEE Transactions on Power Systems 21, s. 402–10.

Eriksson T. & Ritchey T. (2002) Scenario Development using Computerised Morphological Analysis. Manuscript adapted from a paper presented at the Winchester International OR Conference, England 2002. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Stockholm.

Frost C., Barck-Holst S., Ånäs P. & Lövkvist Andersen A. (2004) Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning. FOI-R--1163-SE, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Stockholm.

- Holmgren Å. J. (2007) A framework for vulnerability assessment of electric power systems. I: Murray, A. T. & Grubestic, T. H. (red.). *Critical infrastructure: reliability and vulnerability*. Springer-Verlag (utkommer i mars 2007).
- Holmgren Å. J. (2006) Using graph models to analyze the vulnerability of electric power networks. *Risk Analysis* 26, s. 955–69.
- Holmgren Å. J. & Molin S. (2006) Using disturbance data to assess vulnerability of electric power delivery systems. *Journal of Infrastructure Systems* 12, s. 243–51.
- Holmgren Å. & Thedéen T. (2003) Riskanalys. I: Grimvall G., Jacobsson P. & Thedéen T. (red.). *Risker i tekniska system*. Studentlitteratur, Stockholm.
- Holmgren Å. J., Jenelius E. & Westin J. (2007) Evaluating strategies for defending electric power networks against antagonistic attacks. *IEEE Transactions on Power Systems* 22, s. 76–84.
- IEC (1995) Dependability management – part 3: application guide – section 9: risk analysis of technological systems. International Electrotechnical Commission (IEC), Genève.
- Jonsson D. K. (2005) The nature of infrasystem services. *Journal of Infrastructure Systems* 11, s. 2–8.
- Milano F. (2005) An open source power system analysis toolbox. *IEEE Transactions on Power Systems* 20, s. 1199–206.
- Ritchey T. (1997) Scenario development and risk management using morphological field analysis: research in progress, *Proceedings of the 5th European Conference on Information Systems*, Vol. III, s. 1053–59.



# 6. Säkerhet i digitala kontrollsystem inom energiförsörjningen

Av Åke J. Holmgren

## 6.1. STYRNING OCH KONTROLL AV SYSTEM FÖR ENERGIFÖRSÖRJNING

I dag är samhällsviktiga verksamheter som distribution av elektricitet och gas, dricksvattenförsörjning, fjärrvärme och spårbunden trafik beroende av datorbaserade system för styrning, reglering och övervakning av de centrala fysiska processerna. Sammanfattningsvis finns det ett antal mer eller mindre överlappande benämningar på de här datorbaserade styr- och kontrollsystemen. I det här kapitlet används termen *digitala kontrollsystem*, men systemen kallas även *SCADA*-system, processkontrollsystem, industriella informations- och kontrollsystem osv. I vissa avseenden finns det tekniska skillnader (se nedan), men de betonas inte alltid.

Vissa bedömare uppskattar att det i dag finns någonstans kring tre miljoner digitala kontrollsystem i drift i världen (DMEA, 2006). Ju mer sofistikerade kontrollsystem och ju mer kontrollsystemen integreras med administrativa IT-system, desto mer sammankopplad, svåröverskådlig och komplicerad blir infrastrukturen i samhället. Samtidigt skapar de här tekniska möjligheterna effektivare produktionsprocesser, bättre funktionalitet och ökad förmåga att hantera tekniska fel.

Säkerhet ur ett antagonistperspektiv har inte varit en speciellt viktig fråga för utvecklingen av digitala kontrollsystem. Snarare har ökad funktionalitet och processsäkerhet varit viktiga drivkrafter. Den tekniska utvecklingen, tillsammans med alltmer sofistikerade och lättåtkomliga IT-attackmetoder, har lett till att det numera finns ett behov av att både studera antagonistiska hot (security) och traditionell processsäkerhet (safety). Jämför även med diskussionen i kapitel 5.

I det här kapitlet presenteras inte några mer omfattande exempel eller någon detaljerad metodik för att göra säkerhetsanalyser av digitala kontrollsystem. Syftet med kapitlet är i stället att från en mer allmän utgångspunkt diskutera ett viktigt område där det behövs mer aktiviteter och en ökad kunskapsutveckling. Digitala kontrollsystem kan även vara relevanta mål för militära och semimilitära operationer. En diskussion kring elektronisk och digital krigföring i en breddad hotbild förs i Heickerö (2006).

## 6.2 EN KORT INTRODUKTION TILL DIGITALA KONTROLLSYSTEM

### 6.2.1 Principiell uppbyggnad av digitala kontrollsystem

Det finns i princip två olika typer av digitala kontrollsystem sett ur ett tekniskt perspektiv (Johansson et al. 2006):

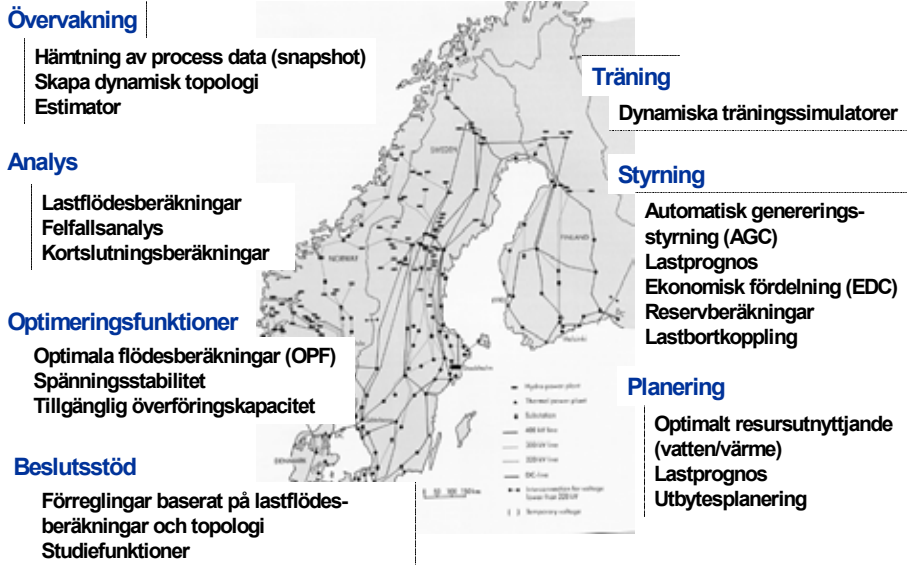
- System som övervakar och styr geografiskt vitt spridda fysiska processer som el- och gasdistribution samt fjärrvärme- och dricksvattenförsörjning. I princip är det här frågan om långsam kommunikation och centrala driftcentraler.
- System som övervakar och styr lokalt begränsade fysiska processer, exempelvis en enskild kraftstation eller processindustri­anläggning. Här är det i princip frågan om snabb processkommunikation, distribuerad funktionalitet och relativt korta avstånd.

I det här kapitlet behandlas främst den första typen av digitala kontrollsystem, som är kritiska för försörjningen av livsnödvändiga varor som energi, vatten och transporter. Traditionellt sett har termen SCADA-system vanligtvis använts för system som styr geografiskt spridda processer, men i dag görs inte alltid den distinktionen. En mer teknisk beskrivning av digitala kontrollsystem (SCADA-system) finns i Shaw (2006).

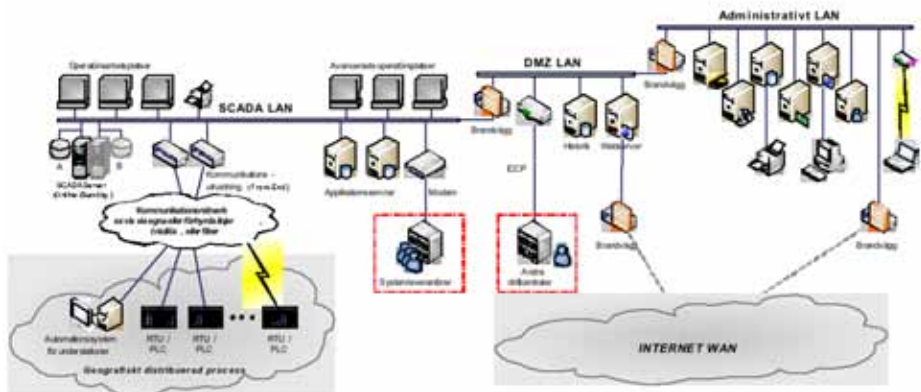
Digitala kontrollsystem används för att övervaka och styra fysiska processer i realtid (Figur 1). Det innebär att det behövs information direkt från den fysiska processen. Informationen ska samlas in, med minsta möjliga tidsfördröjning, och sedan kunna presenteras på ett överskådligt och korrekt sätt för de människor som är ansvariga för driften. De fysiska processerna kan innehålla ett mycket stort antal mätpunkter som kontinuerligt ska samlas in och övervakas – det kan vara frågan om hundratusentals mätpunkter som är spridda över geografiskt stora områden. Utöver det så kan tiotusentals olika objekt ute i processen behöva fjärrstyras (manövreras). Det digitala kontrollsystemet hjälper driftansvariga operatörer att i realtid väga ett antal ofta motstridiga krav på processens drift mot varandra (Johansson et al. 2006):

- stabiliteten hos processen
- ekonomiskt utnyttjande av processens resurser
- säkerheten för de människor som arbetar i processen eller dess omgivning
- kvaliteten hos den vara (t.ex. elektricitet) som processen ska leverera.

Digitala kontrollsystem görs i dag i allt högre utsträckning tillgängliga via Internet, bygger alltmer på samma teknik som vanliga IT-system och kopplas i allt högre grad samman med de administrativa IT-systemen (figur 2). I ett senare avsnitt diskuteras vilka förändringar i hotbild det har medfört.



Figur 1: Exempel på funktioner som stöds av digitala kontrollsystem i ett elsystem (Johansson et al. 2006)



Figur 2: Principiell uppbyggnad av ett modernt (öppet och integrerat) digitalt kontrollsystem (Johansson et al. 2006). Två viktiga principer för att skapa säkerhet i digitala kontrollsystem är "defense in depth" och "layered security". Systemet ovan är uppdelat i olika zoner och kontrollsystemet (SCADA) är hopkopplat med det administrativa IT-systemet via en så kallad DMZ (demilitarized zone) och skyddas av brandväggar. Uppkopplingen mot Internet och andra tjänster som även används av det administrativa IT-systemet (exempelvis driftdatabasen med historik) befinner sig inom DMZ-nätverket. I den fysiska processen finns kontrollsystemets ändrustning, det vill säga PLC:er (programmable logic controllers) och RTU:er (remote terminal units).

## 6.2.2 Skillnader mellan administrativa IT-system och digitala kontrollsystem

Traditionellt har digitala kontrollsystem byggts upp som isolerade system, med skräddarsydda (kommersiella) kommunikationsprotokoll och specialiserad maskinvara och programvara. I och med att systemen alltmer bygger på exempelvis IP-baserad utrustning, operativsystem (OS) av standardtyp och dessutom integreras alltmer med kontorsnät och Internet så börjar systemen i vissa avseenden mer och mer likna vanliga IT-system. Sammanfattningsvis skapar det allvarliga sårbarheter i kontrollsystemen och ett stort behov av skydd mot IT-angrepp.

Även om kontrollsystemen alltmer liknar vanliga IT-system, så finns fortfarande ett antal avsevärda skillnader, som summeras i tabell 1. När det gäller administrativa IT-system så är datasekretess (konfidentialitet) och riktighet (integritet) mycket viktigt. Feltolerans är mindre viktig tillfälligt och korta driftstopp är ingen allvarlig risk. Den största risken är störningar i affärsverksamheten. När det gäller kontrollsystem är feltolerans mycket viktig, eftersom även kortare driftstopp är oacceptabla. De största riskerna är förlust av liv, processutrustning eller produktionskapacitet. En viktig faktor är även livslängden hos komponenter och system, vilken är avsevärt längre i kontrollsystem. Kombinerat med att kontrollsystem är designade för specifika industriella processer så kan minneskapacitet och beräkningsresurser kraftigt begränsa möjligheterna att lägga till nödvändiga IT-säkerhetslösningar (NIST, 2006).

Tabell 1: Sammanfattning av skillnader mellan administrativa IT-system och digitala kontrollsystem (NIST 2006). Författaren har anpassat och översatt materialet.

KATEGORI	ADMINISTRATIVA IT-SYSTEM	DIGITALA KONTROLLSYSTEM
Prestationskrav	Ej realtid Respons måste vara konsekvent Höga krav på utförandehastighet Fördröjning och jitter kan vara acceptabelt	Realtid Respons är tidskritisk Moderat utförandehastighet acceptabel Fördröjning och jitter är allvarliga problem
Tillgänglighetskrav	Respons i form av omstart (rebooting) är acceptabelt Tillgänglighetsavvikelse kan ofta tolereras, beroende på systemets operationella krav	Respons i form av omstart kan vara oacceptabelt p.g.a. tillgänglighetskrav i industriprocessen Störningar måste planeras och schemaläggas dagar/veckor i förväg Höga krav på tillgänglighet kräver omfattande tester innan systemet tas i drift

KATEGORI	ADMINISTRATIVA IT-SYSTEM	DIGITALA KONTROLLSYSTEM
Riskhanteringskrav	Datasekretess (konfidentialitet) och riktighet (integritet) är viktigast Feltolerans är mindre viktig – tillfälligt driftstopp är inte en allvarlig risk Största risk är störningar i affärsverksamheten	Säkerhet (safety) är viktigast, både när det gäller människor och produktionssystem Feltolerans är mycket viktig, även kortare driftstopp är oacceptabla Största risk är förlust av liv, processutrustning eller produktionskapacitet
Säkerhetsarkitektur	Primärt fokus är att skydda datorrelaterade tillgångar och information som lagras/sänds Centrala servrar kan behöva extra skydd	Primärt fokus är att skydda ändutrustning (t.ex. styrutrustning såsom PLC:er) Skydd av centrala servrar fortfarande viktigt
Säkerhetslösningar	Säkerhetslösningar är designade för typiska IT-system	Säkerhetsverktyg måste testas för att garantera att de inte äventyrar kontrollsystemets normala drift
Tidskritisk interaktion	Mindre kritiskt med interaktion i nödlägen Access till systemresurser kan begränsas/kontrolleras i önskad grad	Respons på mänsklig eller annan interaktion i nödlägen är kritisk Access till kontrollsystem bör kontrolleras strikt – får dock ej störa interaktionen människa–maskin (speciellt viktig i nödlägen)
Systemoperation och Change Management	Systemen är designade för att använda sig av vanliga operativsystem Uppgradering är enkel och görs i enlighet med säkerhetspolicy och rutiner – automatiska verktyg finns tillgängliga	Specifika och specialanpassade operativsystem samt vanliga operativsystem Uppgradering av programvara bör ske stegvis och kräver ofta medverkan av systemleverantör p.g.a. speciella krav och modifierad maskinvara/programvara
Resursbegränsningar	Tillräckliga systemresurser för att stödja tillägg av tredjepartsapplikationer (säkerhetslösningar)	Systemen är designade för specifika industriella processer. Minneskapacitet och beräkningsresurser kan begränsa säkerhetslösningar
Kommunikationer	Kommunikationsprotokoll av standardtyp Främst trådbundna nätverk och lokala trådlösa nätverk Kommunikationsnätverken bygger på typisk IT-nätverkspraxis	Många skräddarsydda (kommersiella) kommunikationsprotokoll, men även standardprotokoll Många olika typer av media för kommunikation, t.ex. optofiber, radiolänk, satellit (även privata nät) Kommunikationsnätverken är komplexa och kräver teknisk kunskap om kontrollsystem
Support	Många olika varianter och leverantörer	Vanligtvis endast en leverantör
Livslängd	Livslängd komponenter/system 3–5 år	Livslängd komponenter/system 15–20 år
Fysisk livslängd	Komponenter lokalt placerade och enkla att nå	Komponenter kan vara isolerade, geografiskt avlägsna och krävande att nå



### 6.3 ATTACKER MOT DIGITALA KONTROLLSYSTEM OCH DISKUSSION KRING HOTBILDEN

I NIST (2006) ges exempel på olika typer av antagonistiska hot mot digitala kontrollsystem. Precis som när det gäller vanliga IT-system så omfattar det en bred grupp av aktörer och organisationer. Intresset för kontrollsystem bland *traditionella hackers* verkar hittills ha varit ganska svagt, men det finns vissa verktyg (Exploits) tillgängliga och ämnet diskuteras i hackerkretsar. När det gäller *kvalificerade antagonister* är det mycket svårt att uttala sig. Störningar i digitala kontrollsystem är ett känsligt ämne och det finns få väldokumenterade exempel på inträffade händelser. I många fall är informationen extremt knapphändig och den har dessutom förvanskats i många olika led. Det finns vissa indikationer på att större elbolag har utsatts för utpressningsförsök, men inga uppgifter som kan bekräfta det har publicerats i källor som författaren känner till.

I den öppna litteraturen finns det ett antal exempel som ofta refereras och ett antal av dem beskrivs även i NIST (2006). De kanske mest kända händelserna är Maroochy Shire sewage spill (en missnöjd före detta anställd orsakade stora utsläpp av orenat avloppsvatten vid ett stort antal tillfällen i Australien under 2000) samt Davis-Besse (datormasken SLAMMER infekterar ett driftövervakningssystem, som dock är avställt för revision, i det amerikanska kärnkraftverket Davis-Besse).

För att förstå hur säkerhetsproblematiken kring digitala kontrollsystem har ändrats behöver man kunskap om systemens tekniska utveckling. Johansson et al. (2006) beskriver den här utvecklingen schematiskt på följande sätt:

- system för ren datainsamling och fjärrstyrning (1930- till 1980-talet)
- system med processmodeller för avancerade applikationer (till 1990-talets mitt)
- öppna, integrerade system med koppling till omvärlden (moderna system).

Ursprungligen var styr- och kontrollsystemen relativt enkla. Sårbarheterna var få och säkerheten var relativt hög i förhållande till den rådande hotbilden, som framförallt ansågs vara olika former av fysisk påverkan. Under 1980-talet och framåt blev de digitala kontrollsystemen komplexare samtidigt som mer och mer av utrustningen köptes in från tredjepartsleverantörer. Sårbarheterna i de här systemen ökade medan hotbilden fortfarande ansågs vara ganska låg. Exempelvis flyttades driftcentralerna i en del fall ut från skyddade bergrum till normala kontorsbyggnader.

Dagens digitala kontrollsystem har på grund av sin öppna, integrerade natur och sina kopplingar till omvärlden avsevärda sårbarheter. I dag finns avancerade IT-attackverktyg relativt lättillgängliga, och medvetenheten om hoten mot kontrollsystemen har dessutom ökat under senare år. Sammanfattningsvis har det inte varit säkerhet (med ett antagonistperspektiv) som har varit drivkraften när det gäller teknikutveckling i digitala kontrollsystem, utan främst behovet av utökad

funktionalitet samt en allmän prispress. Beroende på systemens långa livslängd så finns dessutom äldre system fortfarande kvar i drift (Johansson et al. 2007).

## **6.4 RISKANALYS AV DIGITALA KONTROLLSYSTEM**

Det kan vara mycket svårt att beskriva konsekvenserna av IT-attacker på ett adekvat sätt i en traditionell riskanalys. Dels för att antalet möjliga utfall vanligtvis är mycket stort och dels för att konsekvenserna kan vara abstrakta, exempelvis förlust av riktighet hos data. Det är även mycket svårt att uppskatta sannolikheten för antagonistiska IT-attacker. Det gäller naturligtvis även för andra typer av attacker (jämför med kapitel 5). Ytterligare en orsak till att det är svårt att bedöma sannolikheter och konsekvenser vid riskanalys av stora IT-system är att det finns relativt lite kunskap om de här områdena. Sammantaget är det alltså mycket svårt att använda klassiska riskanalysmetoder för att analysera säkerheten i digitala kontrollsystem (Christiansson 2004).

Christiansson (2004) diskuterar möjliga angreppssätt och ett ramverk för säkerhetsanalyser av stora IT-system. Vidare redovisas en klassificering av modeller och metoder för IT-säkerhetsanalys. Den struktur för IT-riskanalys som sedan diskuteras ansluter väl till den handbok i riskhantering av IT-system som har tagits fram av amerikanska National Institute of Standards and Technology (NIST) och alltså berör civila amerikanska myndigheter (NIST, 2002)

Praktiskt användbara metoder för IT-säkerhetsanalys som särskilt intressanta för analyser av digitala kontrollsystem kan klassificeras enligt följande:

1. experiment – aktiv IT-kontroll inklusive penetrationstester och testanläggningar
2. checklistor och datorbaserade verktyg för uppföljning och granskning
3. expertbedömningar – paneldiskussioner.

Jämför även med angreppssätt b) och c) i kapitel 5. I nästa avsnitt diskuteras aktiviteter som syftar till att höja säkerheten i digitala kontrollsystem inom energiområdet.

## **6.5 DISKUSSION KRING SÄKERHETSHÖJANDE AKTIVITETER INOM ENERGIOMRÅDET**

### **6.5.1 Experiment och säkerhetsanalyser**

I dag innehåller digitala kontrollsystem, precis som andra stora IT-system, så mycket komplex programvara att det i praktiken är omöjligt att göra fullständiga tester för

att hitta alla möjliga kvalitetsbrister. *Testverksamhet* är ändå en mycket viktig och etablerad del inom all IT-utveckling. Praktisk testverksamhet är även en mycket viktig del i kunskapsbyggnaden kring säkerhet i digitala kontrollsystem.

Testanläggningar kan vara av olika storlek och representera olika verksamheter. Det kan röra sig om mycket stora testanläggningar som National SCADA Test Bed (NSTB) i USA, som i själva verket består av flera anläggningar vid de olika nationella säkerhetslaboratorierna, främst Idaho National Lab (INL) och Sandia National Lab. Satsningen på NSTB finansieras av det amerikanska energidepartementet (Department of Energy) och departementet för inrikes säkerhet (Department of Homeland Security) och har medfört ett stort engagemang kring de här frågorna i USA. Det är svårt att uppskatta omfattningen av de amerikanska satsningarna, eftersom ytterligare statliga organisationer också satsar inom området. Som ett grovt storleksmått kan nämnas att över 100 forskare, ingenjörer och tekniker vid INL är engagerade i frågor som rör cyber security. I dagsläget har NSTB genomfört ett flertal totala systemtester (mycket omfattande tester) och man samarbetar med leverantörer av digitala kontrollsystem. Övergripande resultat har även presenterats i ett antal rapporter, exempelvis INL (2006) och Fink et al. (2006).

I Sverige har Vattenfall R&D i Älvkarleby under de senaste åren byggt upp en mindre testmiljö (TestNet) som är speciellt anpassad för att testa vissa aspekter av digitala kontrollsystem. Vid FOI i Linköping finns ett mer omfattande IT-säkerhetslaboratorium. Den anläggningen är dock inte specifikt anpassad för att testa digitala kontrollsystem.

Det är viktigt att inte bara studera hur ett IT-system är konstruerat, utan även hur det har implementerats och hur det sköts. Praktiska prov på säkerhet i IT-system kan demonstrera att ett system har svagheter. Christiansson (2004) diskuterar olika typer av experimentell IT-säkerhetsanalys, *aktiv IT-kontroll* ("red teaming") och *penetrationstester* (en mer teknisk tjänst som ofta ingår som en del i aktiv IT-kontroll). Sammanfattningsvis är de här metoderna omdebatterade men vanligt förekommande på IT-området.

Det är stor skillnad på att göra penetrationstester av administrativa IT-system och digitala kontrollsystem. Aktiva tekniker (exempelvis att skanna efter sårbarheter) kan störa kontrollsystemets funktion och ge allvarliga bieffekter (systemet kan exempelvis hänga sig). Praktiska tester av kontrollsystem i skarp miljö är i dagsläget mycket tveksamt och bör förberedas noggrant. Det finns även mycket få, om några, kommersiella aktörer som har kompetens att genomföra skarpa tester på ett acceptabelt sätt. Alternativen är att använda testmiljöer eller passiva tekniker, se vidare Duggan (2005) eller Permann & Rohde (2005). I Sverige har aktörer bland underrättelse- och säkerhetsmyndigheterna gjort vissa säkerhetsgranskningar av digitala kontrollsystem. FOI i Linköping har exempelvis studerat system inom vattenförsörjningen.

### 6.5.2 Informationsutbyte, samverkan och utbildning

Säkerhet i digitala kontrollsystem är ett globalt problem och systemen bygger i hög grad på utrustning från *multinationella leverantörer*. För att hantera säkerhetsproblemen krävs ett öka samarbetet kring de här säkerhetsfrågorna inom staten, speciellt mellan underrättelse- och säkerhetsmyndigheter. Det krävs även ett ökat medvetande om behovet av säkerhet i digitala kontrollsystem bland användare och leverantörer av systemen. Det är särskilt viktigt för små och medelstora operatörer av samhällsviktig infrastruktur, exempelvis mindre nätbolag inom elområdet, eftersom de saknar resurser och kompetens för att upprätthålla ett kvalificerat arbete kring kontrollsystemsäkerhet.

För att få till stånd ett informationsbyte mellan statliga aktörer och användare av digitala kontrollsystem driver Krisberedskapsmyndigheten (KBM) sedan 2005 ett forum för informationsdelning inom området (FIDI-SC). Från elområdet deltar Svenska kraftnät, E.ON och Vattenfall. FIDI-SC bygger på en brittisk modell för informationsdelning och samarbete mellan och inom stat och näringsliv. Den brittiska förlagan (SCSIE) koordineras av Centre for the Protection of National Infrastructure (CPNI), som sorterar under MI5. Sverige och Storbritannien har även varit engagerade i arbetet med att starta en europeisk grupp för informationsdelning (Euro-SCSIE). I USA driver exempelvis FBI InfraGard för att samverka med det privata näringslivet.

Informationsdelning och samverkan är nödvändigt för att skapa medvetande om de här frågorna, men det krävs även *utbildning*. Det behövs kurser för personer på ledningsnivå hos både leverantörer och operatörer, för de personer som konstruerar digitala kontrollsystem och de som sedan ska implementera systemen i skarp miljö och slutligen sköta driften av dem. Renodlade kurser som behandlar säkerhet i digitala kontrollsystem är tyvärr mycket sällsynta. Department of Homeland Security har finansierat ett antal kurser (hel- och halvdagskurser för personer på ledningsnivå samt operatörer av digitala kontrollsystem) som har hållits i samband med olika konferenser och möten. Exempelvis hölls kurser vid SANS SCADA Security Summit (Orlando vårterminen 2006 respektive Las Vegas höstterminen 2006) samt vid Process Control Systems Forum (Atlanta vårterminen 2007). Kurserna arrangerades av Idaho National Lab. (INL) och var gratis för alla deltagare vid konferenserna. Att ta fram kurser är ett mycket krävande arbete och det var därför naturligt att det var den aktör som har mest praktisk erfarenhet från området (INL) som fick uppdraget att utveckla och genomföra den här utbildningen.

I Sverige har FOI framgångsrikt genomfört olika praktiska utbildningar inom IT-säkerhetsområdet och även ett stort antal demonstrationer för att höja medvetandet hos exempelvis operatörer av infrastruktursystem.

### 6.5.3 Riktlinjer, rekommendationer och standardisering

Det pågår för närvarande många olika initiativ för att utveckla *rekommendationer* och *riktlinjer* för att hantera säkerhetsaspekter kring digitala kontrollsystem. Riktlinjearbetet handlar till stora delar om att hantera befintliga system (legacy systems). Det pågår även ett arbete med att ta fram *standarder* inom olika verksamhetsområden. När säkerhetsstandarder har etablerats och fått fullt genomslag kan man delvis avveckla riktlinjerna. I dagsläget dominerar USA och Storbritannien det här arbetet, men ett flertal andra länder ( däribland Sverige) deltar på olika sätt. För att ta fram bra riktlinjer och standarder krävs praktisk kunskap och att den industri som använder digitala kontrollsystem medverkar. Ett problem i dagsläget är att det finns ett begränsat antal aktörer i världen som är kompetenta att genomföra det här arbetet och för närvarande är efterfrågan på deras tjänster mycket stor.

Inom elområdet är det främst North American Reliability Council (NERC) och International Electrotechnical Commission (IEC) som publicerat standarder. Under 2006 fastställde NERC standarderna CIP 002-1 till 009-1, som beskriver ett ramverk för *cyber security* inom elsystemet (NERC, 2006). För närvarande pågår ett arbete inom KBM:s informationsdelningsgrupp FIDI-SC med att ta fram en svensk vägledning till utländska riktlinjer och standarder på området samt en handlingsplan (roadmap).

## 6.6 AVSLUTANDE SYNPUNKTER

Säkerhet i digitala kontrollsystem handlar om *beroenden* mellan IT-system och fysiska försörjningssystem. För att hantera de här problemen på en praktisk nivå krävs kunskaper både om IT-säkerhet och om den industriella process som stöds av kontrollsystemet.

Säkerhet i digitala kontrollsystem prioriteras mycket högt i USA och Storbritannien, men även i övriga Europa märks ett ökat intresse.

Säkerhet i digitala kontrollsystem är ett *tvärsektorielt område* utan ett uttalat svenskt myndighetsansvar och det krävs ett brett internationellt samarbete för att skapa säkra kontrollsystem samt ett nära samarbete mellan privata och offentliga aktörer.

Jag som har skrivit det här kapitlet koordinerar KBM:s informationsdelningsforum kring säkerhet i digitala kontrollsystem (FIDI-SC). Många av de tankar och idéer som redovisats ovan kommer från rapporter som utarbetats av Erik Johansson (KTH) och Henrik Christiansson (tidigare FOI, numera RPS). Robert Malmgren har även deltagit i många praktiska diskussioner kring säkerhet i digitala kontrollsystem.

## REFERENSER

Christiansson H. (2004) Värdering av IT-säkerhetsanalysetoder inom samhällsviktig infrastruktur. FOI-R--1350-SE, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Stockholm.

DMEA (2006) (In)security of SCADA systems: a role for the government. Dutch Ministry of Economic Affairs (DMEA), Confidential report.

Duggan D. P (2005) Penetration testing of industrial control systems. SAND2005-2846P, Sandia National Laboratories.

Fink R. K, Spencer D. F. & Wells R. A. (2006) Lessons learned from cyber security assessments of SCADA and Energy Management Systems. National SCADA Test Bed (NSTB), U.S. Dept. of Energy.

Heickerö R. (2006) Informationskrig i cyberrymden. Elektronisk och digital krigsföring i en breddad hotbild. FOI-R--2028-SE, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Stockholm.

INL (2006) Control system cyber security: defense in depth strategies. Idaho National Laboratory (INL).

Johanson E., Christiansson H., Andersson R., Björkman G. & Vidström A. (2006) Aspekter på antagonistiska hot mot SCADA-system i samhällsviktiga verksamheter. Manuskript (under publicering). Krisberedskapsmyndigheten (KBM).

NIST (2006) Guide to supervisory control and data acquisition (SCADA) and industrial control systems security. SP 800-82. National Institute of Standards and Technology (NIST).

NIST (2002) Risk management guide for information technology systems. SP 800-30. National Institute of Standards and Technology (NIST).

NERC (2006) Cyber Security Standard CIP-002 through CIP-009. North American Reliability Council (NERC), <http://www.nerc.com>

Permann M. R & Rohde K. (2005) Cyber assessment methods for SCADA security. Presenterad vid 15th Annual Joint ISA POWID/EPRI Control and Instrumentation Conference. The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA).

Shaw W. T. (2006) Cybersecurity for SCADA systems. PennWell, Oklahoma.



## 7. Hushållens energianvändning – attityder, beteenden och pengar

Av Annika Carlsson-Kanyama

En viktig åtgärd för att uppnå energisäkerhet och för att minska miljöpåverkan från energisektorn är att spara energi, eller att inte i onödan förbruka den. De flesta länder har som mål att effektivisera energianvändningen. Det beror på en krympande resursbas som medför ökad konkurrens samt accelererande miljöproblem i samband med energiproduktionen. Energimyndigheten i Sverige som arbetar på uppdrag av statsmakterna ska till exempel verka för en effektiv och hållbar energianvändning (Näringsdepartementet 2004). Även på det internationella planet är energieffektivitet högprioriterat och den internationella energisamarbetsorganisationen IEA (International Energy Agency) har energieffektivitet som ett av sina sex fokusområden. I det innefattas både en minskning av mängden använd energi och en effektivisering av processer (IEA 2007). Även den Europeiska unionens kommission har i sin *Grönbok om effektivare energiutnyttjande* presenterat förslag på hur energianvändningen kan göras mer effektiv. Där tas bland annat frågan om slutanvändarnas beteende upp. Och det talas om ”brister i fråga om information och utbildning av konsumenter och allmänheten” och hur man ska komma till rätta med dem (EU-kommissionen 2006).

En stor del av den totala energin i ett land används av privata hushåll och de blir därför en självklar målgrupp för åtgärder som ska bidra till effektiviseringar. I samband med att man planerar för sådana åtgärder är det viktigt att känna till de samband eller den brist på samband som råder mellan livsstil, konsumtion och energi, det vill säga vad det är som egentligen avgör hur hög energianvändningen blir i ett hushåll. De frågor man då kan ställa sig handlar om vad våra konsumtionsmönster betyder för hur mycket energi som används och hur kopplingarna mellan värderingar, attityder och energianvändning ser ut. Vidare kan man fundera på om det är den indirekta eller direkta energianvändningen som vi bör försöka nå med olika åtgärder och om det spelar någon roll om vi är miljömedvetna eller inte för att vi ska bete oss energieffektivt eller om det i stället är så att könsroller, generation eller boendeform har större betydelse? Det är också intressant att



försöka reda ut om man överhuvudtaget kan vara rik och samtidigt leva energisnålt eller om man måste klä sig i säck och aska för att spara stora mängder energi. De här frågorna belyses kort i det här kapitlet som gör nedslag i forskning om livsstil, konsumtion och energi i syfte att belysa de komplexa faktorer som styr slutanvändningen av energi på hushållsnivå.

## **7.1 BETYDELSEN AV INDIREKT ENERGI**

Begreppen direkt och indirekt energianvändning myntades av de energianalytiker som sedan 1970-talet framför allt har använt sig av nationalräkenskaper som underlag för att skatta hur mycket energi som går åt för att producera varor och tjänster givet alla resurser som behövs under hela produktkedjan. Resultaten uttrycks ofta i MJ (megajoule) per monetär enhet för ett visst varusegment och med hjälp av uppgifter om hushållens utgifter kan man sedan räkna fram hur mycket energi hushållen indirekt har förbrukat genom sina inköp av varor. Den direkta energin som hushållen använder är enligt det här synsättet kopplad till förbrukning av el och annan energi i hemmet samt det bränsle hushållsmedlemmarna köper in för att driva egna fordon. Relationen mellan direkt och indirekt energianvändning när det gäller hushållen har analyserats i en rad studier med intressanta resultat. Herendeen (1978) fann att bland fattiga hushåll i Norge stod den indirekta energin för en tredjedel av den totala medan samma andel bland rika hushåll var två tredjedelar. Vringer & Blok (1995) fann att den indirekta energin för ett genomsnittshushåll i Nederländerna stod för 54 procent av den totala förbrukningen medan Lenzen (1998) fann att samma andel för Australiska hushåll var 30 procent. Reinders m.fl. (2003), som undersökte hushåll i en rad olika europeiska länder, fann att den indirekta energin stod för mellan 36 och 66 procent medan en studie av förhållanden i Indien fann att hälften var indirekt och hälften direkt (Pachauri & Spreng 2002). Det finns med andra ord en rad studier som pekar på att den indirekta energin är av stor betydelse för hushållens totala energianvändning och i flera studier har man försökt konkretisera det genom att analysera hur hushållen skulle kunna förändra sina inköp för att spara på indirekt energi. Exempel på det är förslag på en mer vegetarisk kost, som vanligen kräver avsevärt mindre indirekt energi än en kost med hög konsumtion av kött liksom en anpassning till säsong när det gäller grönsaker för att därmed använda mindre energi för flygtransporter och uppvärmning av växthus (Kramer et al. 1999, Lenzen & Dey 2002, Carlsson-Kanyama et al. 2003a).

I Sverige har hushållens direkta och indirekta energianvändning studerats vid ett par tillfällen med liknande resultat som i andra länder. Carlsson-Kanyama m.fl. (2002, 2005a) fann att den indirekta energin stod för 60 procent av den totala för

ett medelhushåll i Stockholm medan samma andel för det medelsvenska hushållet var 51 procent. Det verktyg som användes för att beräkna den indirekta energin tar hänsyn till vilka material som ingår i varor, hur långt de har transporterats samt hur de är förpackade och medger analyser på en tämligen detaljerad nivå (Benders m.fl. 2001, Carlsson-Kanyama m.fl. 2002). I samma studier kunde man identifiera en rad möjligheter för hushållen att spendera sina pengar mer energieffektivt inom varje varukategori (Tabell 1) och man simulerade vilka besparingar som skulle kunna göras förutsatt att hushållens utgifter låg på samma nivå som i dag. Resultatet av simuleringen visade att besparingspotentialen var 13–32 procent beroende på hushållstyp.

Tabell 1: Variationer i energiintensitet mellan varor i samma varugrupp (Carlsson-Kanyama m.fl. 2005a).

	MEDELENERGI- INTENSITET (MJ/EURO)	SPANN (MJ/EURO)
Livsmedel	10,2	2,4–40,4
Hushållstjänster	3,0	2,8–7,7
Kläder och skor	8,7	5,7–12,5
Möbler och hushållsartiklar	9,3	3,8–17,4
Transporter	16,6	2,8–48,2
Rekreation och kultur	7,7	5,0–12,4
Boende	14,7	2,0–85,6
Annan konsumtion	2,9	2,4–11,3

Kunskapen om olikheter i varors indirekta energianvändning har fått ökad uppmärksamhet på senare tid och kommit att användas i olika policysammanhang. Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, har i samarbete med Stockholms stad uppdaterat energiintensiteterna för varor till 2002 års nivå och också räknat fram koldioxidutsläppen per krona (Rätty och Carlsson-Kanyama 2007). Resultaten har använts i ett projekt som kallas Konsumera smartare som drivs av Stockholms stad där avsikten är att lära hushållen hur man kan använda sina pengar på ett energi- och koldioxideffektivt sätt. Projektets resultat utvärderas under 2008 men genom den forskning som redan tidigare gjorts står det klart att det finns handlingsutrymme för konsumenterna, men det är begränsat av faktorer som utbud, tillgänglighet, tid och normer för vad som är acceptabla konsumtionsnivåer.

## 7.2 KOPPLINGEN VÄRDERINGAR, ATTITYDER, BETEENDE

Människors värderingar lyfts ofta fram som avgörande för viljan att bete sig på olika miljö- eller energianpassade sätt i den populära debatten, men hypotesen att det finns en stark koppling mellan de här faktorerna har litet eller inget stöd i forskningen.

Inom en rad vetenskapsområden studerar forskare värderingar och deras förändringar, t.ex. inom sociologi, antropologi, psykologi och filosofi. Ofta är syftet att förklara samhällets utveckling i stort, liksom källor till konflikter och kulturbrytningar. I korthet kan en värdering beskrivas som något som ger svar på frågan vad som är gott och eftersträvansvärt i livet. Den talar om vad som är bra och dåligt, rätt och orätt, rationellt och irrationellt, vackert och fult, om hur man bör handla, om hur ett samhälle bör vara organiserat, om vad som gör livet värt att leva, om vilken inställning man bör ha till döden osv. Värderingar är grundläggande för våra normer och uttalade värderingar gör oss mer handlingsbenägna än de som inte är uttalade. Värderingar grundläggs tidigt i livet och antas leva kvar hos människor, åtminstone till viss del, även vid stora förändringar under en människas livstid, som att flytta till ett annat land (Pettersson & Esmer 2005). Värderingar styr delvis attityder, även om kopplingen inte är självklar.

En attityd brukar beskrivas som en positiv eller negativ utvärderande reaktion av något eller någon som vanligen visas genom känsla eller beteende. Attityderna hjälper oss att definiera vår identitet, men attityder förutsäger sällan beteende. Attityder förväntas påverka individens beteende så att det blir en överensstämmelse mellan attityder och beteende (Ajzen & Fishbein 1980). Människor som har positiva attityder till att spara energi borde enligt det här resonemanget förväntas att välja ett energieffektivt beteende. Sambanden mellan olika typer av attityder och beteenden är dock sällan så entydiga. Beteenden skapar också attityder och det kan även råda ett omvänt förhållande mellan dem, dvs. beteendet inträffar först och attityderna förändras senare (för en diskussion om det här, se t.ex. Carlsson-Kanyama m.fl. 2003c).

I studier av sambandet mellan attityder och energieffektivt beteende har man till exempel funnit att miljöattityden spelade stor roll för energibeteendet när det gäller belysning och om man sänker inomhustemperaturen på natten. De som var mer miljömedvetna genomförde åtgärderna oftare än de mindre miljömedvetna. Men boendeformen var också viktig för beteendeskilnader, liksom vilken generation man tillhörde. Hushållen i lägenhet släckte oftare lamporna och rullade ned persiennerna än vad hushåll i småhus gjorde. I småhusen sänkte man oftare temperaturen på natten och vädrade mer sällan än vad hushållen i lägenhet gjorde. Man vädrade mindre ju yngre man var och på så sätt betedde sig de unga energieffektivt. Å andra sidan sänkte de unga hushållen inte inomhustemperaturen på natten i samma omfattning som äldre hushållen. Låginkomsttagare släckte lampor

och rullade ned persienner oftare än vad hushåll med större inkomster gjorde. Analysen pekade på att det finns flera beteendeprofiler när det gäller varm och ljus hemmiljö och att miljöattityden långt ifrån alltid avspeglar sig i faktiskt beteende (Carlsson-Kanyama m.fl. 2003, Carlsson-Kanyama m.fl. 2005b). Annan forskning har visat på betydelsen av könsroller när det gäller vem som utför vilka energisparbeteenden i hemmet. Tvätten är en kvinnodominerad arbetsuppgift och att torka tvätten energieffektivt faller ofta på kvinnans lott. Att tilläggsisolera, hugga ved och beställa pellets är däremot en manlig syssla och om hushållet väljer den strategin för energisparande blir det extra arbetsuppgifter för mannen i hushållet (Carlsson-Kanyama m.fl. 2006, Carlsson-Kanyama & Linden 2007).

Sambanden mellan energianvändning, beteende och attityder är komplexa och styr på ett påtagligt sätt de energianvändningsnivåer man hittar i bostäder av samma typ och med samma typ av utrustning. Exempel på studier där man har funnit att beteendet har stor inverkan på hur mycket energi som används är Palmberg (1986) som konstaterade att högförbrukande hushåll kan använda dubbelt så mycket el som lågförbrukande sådana trots att husen tekniskt sett är identiska. I en studie som gjordes i USA bland 200 hushåll i småhus under första hälften av 1970-talet (Sonderegger 1978) fann man att 18 procent av variationen i energianvändningen för uppvärmning berodde på beteendet. I en annan studie som gjordes i Nederländerna i mitten av 1970-talet och omfattande 145 småhus kom man fram till att 26 procent av variationen i energi för uppvärmning berodde på beteendet (van Raaij & Verhallen 1981). I Sverige fann man nyligen ”håpnadsväckande” skillnader i energianvändning mellan lägenheter i samma fastighet. Med samma antal hushållsmedlemmar kan det gå åt tre gånger så mycket värme som i den mest energisnåla lägenheten (Berntsson 2003). Det är därför en svår uppgift att förutsäga energianvändningsnivåer och påverka och uppskatta besparingspotentialer i bostäder, men där finns en stor och delvis outnyttjad potential. Speciellt bör man prioritera forskning om hur man kan utforma apparatur som gör att energianvändningen kan regleras, eftersom det har visat sig att det finns svagheter i brukaranpassningen.

### **7.3 UTGIFTERNA PÅVERKAR ENERGIANVÄNDNINGSNIVÅERNA MEST**

En rad studier har visat på det starka sambandet mellan hur mycket man spenderar och den totala energianvändningen, när man räknar både direkt och indirekt sådan. Exempel från Sverige är Alfredssons studie (2002, 2003) där hon hittade klara samband mellan inkomst och energianvändning, dock med stora skillnader mellan hushåll med samma inkomst, upp till 50 procent i de högsta inkomstklasserna (Alfredsson 2002). Studier i andra länder har hittat starka samband mel-

lan hushållens utgifter och energianvändningen. Pachauri (2004) fann den lägsta korrelationen i en studie gjord i USA under 1973, 0,72, medan den högsta fanns i Danmark med 0,90. Det finns inget som tyder på att sambanden i de mindre utvecklade delarna av världen ser annorlunda ut, vilket leder till frågan om, och i så fall hur, energi kan sparas i samhällen där hushållen får alltmer pengar att spendera? Man har lanserat tanken om ”decoupling” som innebär att sambandet ekonomisk tillväxt och resursanvändning/miljöpåverkan skulle kunna brytas och på landsnivå finns tecken på att så sker (OECD 2006). Men på hushållsnivå är denna trend alltså mindre tydlig.

Tabell 2: Inkomstelasticiteten för utgifter och energi, exempel (Pachauri 2004).

STUDY	REFERENCE	EXPENDITURE- ELASTICITY OF ENERGY
Usa (1960-1961)	Herendeen and Tanaka (1972)	0.87
Usa (1972-1973)	Herendeen et al. (1981)	0.81
Norway (1973)	Herendeen (1978)	0.72
NL (1990)	Vringer and Blok (1995)	0.83
AUS (1993-1994)	Lezen (1998)	0.74
Denmark (1995)	Wier et al. (2001)	0.90
India 1993-1994)	Present study	0.67

## 7.4 FRAMTIDA ENERGIEFFEKTIVA HUSHÅLL?

För användarna är energi en osynlig produkt som konsumeras i syfte att åstadkomma en funktion, t.ex. kall öl, en förflyttning eller en miljö med lagom temperatur. Energianvändning är inget syfte i sig, vilket både innebär en utmaning och ger möjligheter. Vid diskussioner om förändring av energianvändningen är det viktigt att komma ihåg att hushållens handlingsutrymme är begränsat och om det ska ske förändringar måste det utökas eller förändras. Ellegård och Widen (2006) beskriver de restriktioner som gäller för handlingsutrymmet i termer av styrningsrestriktioner, kapacitetsrestriktioner och kopplingsrestriktioner. Styrningsrestriktioner innebär att lagar, regler, normer, överenskommelser och bestämmelser sätter gränser för vad man får göra, och de begränsar handlingsutrymmet utifrån socialt och kulturellt grundade beslut. Kapacitetsrestriktioner handlar om hushållets eller den enskilda hushållsmedlemmens tillgång till tekniker, apparater, ekonomi och kunskap om handlingsalternativ osv. medan kopplingsrestriktioner innebär att sådana kopplingar i tid och rum a) mellan människor, b) mellan människor

och ting, eller c) mellan ting som krävs för att en aktivitet/ett projekt ska kunna genomföras, kan omöjliggöras. Alla de här restriktionerna bestämmer tillsammans hushållens handlingsutrymme för att spendera sin förväntade och ökande inkomst på ett energieffektivt sätt och även hushåll som gärna vill leva energieffektivt begränsas av de här restriktionerna i sina konsumtionsval.

I visionära studier har framtida energisnåla samhällen målats upp och vardagsliv kan beskrivas i urbana miljöer med hög välfärd. I ett Europeiskt projekt som kallades Toolsust gjordes olika framtidsbilder av livet i fem olika städer där den totala energianvändningen för hushållens konsumtion var mellan 26 och 57 procent lägre än i dag (Carlsson-Kanyama m.fl. 2003b, Carlsson-Kanyama m.fl. 2008). Några exempel på hur staden då hade förändrats är teknik för förflyttningar och uppvärmning, hur ytor användes (för odling bland annat) och hur samhället var organiserat när det gäller ägande och utnyttjande av varor. De olika restriktioner som nämns ovan hade alltså förändrats radikalt för att möjliggöra en sådan energieffektivisering.

## **7.5 AVSLUTNING**

Forskningsområdet energianvändning har varit mycket litet jämfört med den delvis mycket tekniskt inriktade forskning som har bedrivits på tillförsel- och överföringsidan av energisystemet. Inför framtiden kommer kunskaper om slutanvändarnas energibeteende bli allt viktigare för att skapa energisäkerhet, inte minst därför att kopplingen mellan ekonomisk tillväxt och energianvändning måste brytas för att nå ett hållbart samhälle. Exempel på områden som bör prioriteras vid fortsatt forskning är hur utrustning som möjliggör energibesparingsåtgärder kan utformas på ett sätt som gör den begriplig och hanterbar för användarna, samt hur man kan kombinera olika styrmedel på bästa sätt för att maximera sparpotentialen hos slutanvändarna.

## **REFERENSER**

- Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980) *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Alfredsson, E. (2002) *Green consumption, energy use and carbon dioxide emission*, The Spatial Modelling Centre (SMC), Kulturgeografiska institutionen, Umeå universitet, Umeå.
- Alfredsson, E. (2003) "Green" consumption – no solution for climate change. *Energy*, Vol. 29, utg. 4, s.513–24.
- Benders R. M. J., Wilting H. C., Kramer K. J. & Moll H. C. (2001) *Description and application of the EAP computer program for calculating life cycle energy use and greenhouse gas emissions of*

- household consumption items. *International Journal of Environment and Pollution* 15, s.171–82.
- Berndtsson L. (2003) Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – en lägesrapport. Statens energimyndighet, projekt P11835-2. Opublicerat manuskript.
- Carlsson-Kanyama A., Karlsson R., Kok R. & Moll H. (2002) Household metabolism in the five cities. Swedish National Report to the ToolSust project, Stockholm. Fms-report 177.
- Carlsson-Kanyama A., Pipping Ekström M. & Shanahan H. (2003a) Food and life cycle energy inputs: Consequences of diet and ways to increase efficiency. *Ecological Economics* 44, s.293–307.
- Carlsson-Kanyama A. et al. (2003b) Images of everyday life in the future sustainable city: Experiences of back-casting with stakeholders in five European cities. Fms report no 182.
- Carlsson-Kanyama A., Lindén A-L & Eriksson B. (2003c) Hushållskunder på energimarknaden. Värderingar och Beteenden. Fms rapport 181.
- Carlsson-Kanyama A., Engström R. & Kok R. (2005a) Indirect and direct energy requirements of city households in Sweden – options for reduction, lessons from modelling. *International Journal of Industrial Ecology* 9 (1–2) s.221–35.
- Carlsson-Kanyama A., Lindén A-L & Eriksson B. (2005b) Residential energy behaviour: does generation matter? *International Journal of Consumer Studies* 29 (3) s.239–53.
- Carlsson-Kanyama A., Lindén A-L & Wulff P. (2006) Energieffektivisering i bostaden Förändringar i hushållsarbete för kvinnor och män. FOI-rapport 1900, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Stockholm.
- Carlsson-Kanyama A. & Lindén A-L. (2007) Energy efficiency in residences – Challenges for women and men in the North. *Energy Policy*, Vol. 35 (4), s.2613-2172.
- Carlsson-Kanyama A., Dreborg K-H., Moll H. & Padovan D. (2008) Participative backcasting: a toll for involving stakeholders in local sustainability planning. *Futures* 40:1, januari/februari.
- Ellergård K. & Widen J. (2006). Elanvändning i vardagen – en kunskapsöversikt inom ELAN-programmet Elforsk-rapport 06:57, Stockholm.
- EU-kommissionen (2006) Grönbok. En europeisk strategi för en hållbar, konkurrenskraftig och trygg energiförsörjning. Finns på [http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006\\_03\\_08\\_gp\\_document\\_sv.pdf](http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_sv.pdf).
- Herendeen R. Total energy cost of household consumption in Norway, 1973. *Energy* 3 (5), s.615–30
- IEA, International Energy Agency (2007) Energieffektivitet, [http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD\\_ID=4122](http://www.iea.org/Textbase/subjectqueries/keyresult.asp?KEYWORD_ID=4122)
- Kramer K. J., Moll H. C., Nonhebel S. & Wilting H. C. (1999) Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption. *Energy Policy* 27, s.203–16.
- Lenzen, M. (1998) Energy and greenhouse gas cost of living for Australia during 1993/94. *Energy*, Vol. 23:6, s.497–516.
- Lenzen, M. & Dey C.J. (2002) Economic, energy and greenhouse emissions impacts of some consumer choice, technology and government outlay options. *Energy Economics*, Vol. 24:4, s.377–403.
- Miljöförvaltningen i Stockholm (2007) Konsumera smartare. <http://www.miljo.stockholm.se/ext/klimat/vaxthuseffekten/klimatradgivning.asp>
- Näringsdepartementet (2004) Förordning (2004:1200) med instruktion för Energimyndigheten. SFS nr: 2004:1200.

OECD (2006) Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth.

Pachauri S. & Spreng D. (2002) Direct and indirect energy requirements of households in India. *Energy Policy*, Vol. 30:6, s.511–23.

Pachauri S. (2004) An analysis of cross-sectional variations in total household energy requirements in India using micro survey data. *Energy Policy*, Vol. 32:15, s.1723–35.

Palmborg C. (1986) Social habits and energy consuming behaviour in single-family houses. Byggeforskningsrådet, Dokument D24:1986, Stockholm.

Pettersson T. & Esmer E. (2006) Vilka är annorlunda? Om invandrades möte med svensk kultur, Integrationsverket, Stockholm.

Reinders, A.H.M.E., Vringer K. & Blok K. (2003) The direct and indirect energy requirement of households in the European union. *Energy Policy* 31 (2), s.139–53.

Rätty R. & Carlsson-Kanyama A. (2007) Energi och koldioxidintensiteter för 319 varor och tjänster - exempel på beräkningar med ett verktyg för analys av miljöpåverkan av konsumtion. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), FOI-memo.

Sonderegger R.C. (1978) Movers and stayers: the resident's contribution to variations across houses in energy conservation for space heating. I: Socolow R.H. (red.) *Saving energy in the home: Princetown's experiment at Twin Rivers*. Ballinger Publishing Company, Cambridge, Massachusetts, s.207–30.

ADDIN ENBbu Van Raaij W.F. & Verhallen T.M.M. (1983) Patterns of residential energy use behaviour. I: Ester P., Gaskell G., Joerges B., Midden C. & Van Vriejs W.F. (red.) *Consumer behaviour and energy policy. Selected Proceedings of the 1st International Conference Noordwijkerhout, September 1982*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, s.97–118.

Vringer K. & Blok K. (1995) The direct and indirect energy requirements of households in the Netherlands. *Energy Policy* 23 (10), s.893–910.





# 8. Övriga frågor angående energisäkerhet

Av Robert Larsson och Annika Carlsson-Kanyama

## 8.1 OLIKA ENERGIAKTÖRER: EXEMPLET KRIGSMAKTER

En fråga som bör inkluderas i all energianalys är de olika aktörernas hållning och drivkrafter. I avsnitten om energiinfrastrukturprojekt och geopolitik har en del politikere och stats syn på energifrågan berörts, men en ofta bortglömd aktör är en stats respektive försvarsmakt. Försvarsmakter har ofta någon typ av hållning eller intresse i energifrågorna och nedan följer ett antal aspekter som kan vara intressanta att titta vidare på.

1) *Sverige, Försvarsmakten och energin.* Gamla svenska beredskapsplaner har försvunnit eller blivit inaktuella efter det kalla krigets slut, men hoten har förnyats och det finns frågor kring hur Försvarsmakten vid en kris säkerställer energibehoven (Räty & Torstensson, 2006). Detta inkluderar naturligtvis även frågor kring transport av drivmedel till internationella operationer. Det politiska intresset för frågorna är lågt, och forskningen liten, men ett antal kärnproblem har inringats. Frågor som uppkommer är möjligheten att få tag på drivmedel lokalt, dess kvalitet och kostnad. Finns samordningsbehov med andra inom EU, FN och NATO?

2) *Krigsmakter som aktörer i handelspolitiken.* Kinas förutspås dubbla sin energikonsumtion till år 2020 (Sandklef, 2004) och det växande energibehovet har lett till att man köpt upp energifyndigheter i Centralasien, Afrika och Sydamerika. På dessa platser har kinesiska säkerhetsstyrkor baserats och örlogsfartyg kan komma att konvojera energitransporter i större omfattning än idag. Vissa menar att kostnaden för att ha amerikansk militär närvaro i Saudiarabien uppgår till 1-2USD/fat olja. Mycket forskning finns kring USA:s politik på området men mindre rörande Kina: s, Ryssland: s etc. Energibehovet för den kinesiska krigsmakten är därtill mycket stort och tar resurser i anspråk som hade behövts i övriga samhället. Vad betyder detta för USA och Kina nationellt? Har det bäring på oljepriset?

3) *Samarbete mellan krigsmakter och energibolag.* I Kaspiska havet och i Barents hav har ett omfattande samarbete mellan energibolag och den ryska krigsmakten vuxit fram. Man utnyttjar bl.a. varandras infrastruktur. Öppen forskning om detta är mycket liten men frågan tycks ha stort förklaringsvärde. Hur långtgående är samarbetet? Finns det risker med detta? För vem och varför?

4) *Krigsmakter som drivande aktörer i energifrågor.* I USA har Pentagon och försvarsdepartementet kommit att bli centrala aktörer för energieffektivisering. Det har bland annat inneburit att man insett behov av att anskaffa fordon med bränslesnåla motorer samt ett enhetsbränsle. Riskerna och möjligheterna med denna utveckling är till stor del utforskade, speciellt de miljö-, säkerhetspolitiska och statsvetenskapliga perspektiven. Kan en aktör som försvarsmakten utgöra en viktig lobbygrupp vars önskemål sammanfaller med miljörensens?

## **8.2 ENERGIN ROLL I FRAMTIDSSTUDIER**

Energin har en central plats i många framtidsstudier, antingen därför att man anser att tillgången kommer att sätta gränser för hur samhället kan agera eller därför att energianvändningen i sig är så problematisk att nivåerna bör begränsas. Det är då framförallt utsläppen av koldioxid som anses vara det stora problemet.

Att tillgången på fossila bränslen är begränsad är inte omdiskuterat men väl hur stora dessa tillgångar är och när de kommer att ta slut med nuvarande eller framtida förbrukningstakt. Vi har nu använt ca hälften av all den olja som finns enligt flera skattningar. Enligt den sk peak- oil skolan kommer produktionen av olja aldrig att överstiga nuvarande nivåer och runt 2035 kommer oljan att vara så dyr att den inte längre används som bränsle. Produktionen av gas kommer att nå sitt maximum om några år för att därefter minska. Det leder till framtidsbilder som på avgörande sätt skiljer sig från mer konventionella sådana där oljan inte förutsätts sätta gränser för mänsklig aktivitet. I en värld utan olja kommer det till exempel att bli så kostsamt att underhålla delar av infrastrukturen och den får förfalla. Jordbruket påverkas avsevärt då det är mycket beroende av fossila bränslen liksom transportererna och därmed möjligheterna till handel. Exempel på framtidsbilder av en värld utan olja finns i McKillop och Newman, (2005) och bilderna är inte uppmuntrande. Befolkningen har minskat kraftigt, världen har regionaliserats, att äga mark blir åter viktigt liksom att ha kunskaper om hur man där framställer livsmedel och biomassa. Sådana framtidsbilder tillhör dock ovanligheterna när man talar om energi och istället är det ofta en värld där man satsar på teknikutveckling och alternativa energikällor som skisseras men som i övrigt inte är så olik den vi har idag.

Ett exempel på en framtidsstudie med energin i fokus och med ambitionen att skapa en positiv vision är Göteborg 2050. Här beskrivs en region i en framtid med avsevärt lägre energianvändning än idag. Transporter och urban struktur skil-

dras som *närhet till det dagliga, energieffektiva fordon, hemkörda varor, tät och blandad bebyggelse samt handel vid torg och via dator* (Swahn mfl, 2004a och b). Målet är att skapa en engagerande bild av framtiden och man arbetar med olika förvaltningar i staden för att förankra tänkesättet. En liknade ansats har den några år äldre studien *Färder i framtiden* (Steen mfl, 1997) där transporterna i ett framtida Sverige skildras. Även här har energianvändningen minskat kraftigt jämfört med idag och man reser inte längre med flyg på långa distanser utan med järnväg och båt vilket innebär att man stannar bortanför längre men reser vid färre tillfällen. Målet är att beskriva en attraktiv framtid för att visa på möjligheten att leva väl även i ett energisnålt samhälle.

En tredje typ av studie där energin ofta får en framträdande plats är de framsyner som görs inom många sektorer och regioner. Syftet med dessa studier är inte att måla upp normativa bilder av framtiden utan att inventera kommande trender och utmaningar i syfte att skaffa sig en beredskap. Ett exempel är den energiframsyn som genomfördes av Ingenjörsvetenskapsakademien i början av 2000-talet (IVA, 2003). Här konstateras käckt att *”det finns flera vägar att klara en framtida uthållig energiförsörjning till en rimlig kostnad utan att hota tillväxt och välfärd”* (s. 6). Kontrasten med de framtider som skisseras av oljepessimisterna är slående.

Vi konstaterar att energins centrala plats i samhället och vårt stora beroende av en fungerande tillförsel via stora system och långväga handel har gjort att varje framtidsdiskussion måste ta in energifrågan som den kanske mest centrala faktorn. Energin är därför en fortsatt intressant fråga för alla som skriver scenarier eller formulerar visioner. Det säkerhetspolitiska läget, klimatproblematiken, vårt beroende av kritisk energiinfrastruktur samt livsstilens energiberende är alla delar av energifrågan och därmed av framtidsdebatten.

## REFERENSER

- IVA, Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (2003) Energi 2050- närmare solen. Energiframsyn Sverige i Europa, Stockholm.
- McKillop A. och Newman S.(Eds) (2005) *The final energy crisis*. Pluto Press, London
- Räty, R. och Torstensson, D.(2006) *Förstudie: Logistik som försörjningsberedskap*, Stockholm, FOI, FOI Memo 767.
- Sandklef, K. (2004) *Energy in China: Coping with Increased Demand*, Stockholm, The Swedish Defence Research Agency (FOI), FOI-R--1435--SE.
- Steen, P., Dreborg, K.H., Henriksson, G., Hunhammar, S., Höjer, M., Rignér J., and Åkerman, J (1997) *Färder i framtiden: Transporter i ett bärkraftigt samhälle*, Stockholm, KFB-Rapport 1997:7, Kommunikations forskningsberedningen.
- Swahn, J., Löwendahl, E. och Eek, H. (2004a) *Urban struktur Göteborg 2050* <http://www.goteborg2050.nu/>
- Swahn J., Löwendahl E. och Eek H. (2004b) *Transporter Göteborg 2050* <http://www.goteborg2050.nu/>



## **Ett urval av energipublikationer från Totalförsvarets forskningsinstitut**

Arremark R., Eriksson L., Olerup B.  
Sthlm, FOA 1984. Krigsskydd av fjärrvärme. (FOA C 10256-M2).

Bergstrand B-G.  
Sthlm, FOA 1984. Västeuropas ekonomiska relationer i ett Nord/Sydperspektiv. En studie av de handelspolitiska förbindelserna mellan EG och den Tredje Världen och EG's energi- och råvaruberoende. (FOA C 10246-M5).

Bogren E.  
Sthlm, FOA 1986. Funktionen värme/energi i kris och krig. (FOA D 10046).

Carlsson-Kanyama A. Eriksson B. Henriksson G.  
Sthlm, FOI 2003. Mindre miljöpåverkan från hushållens konsumtion på Södermalm? - nuläge, hinder och möjligheter. Populärvetenskaplig sammanfattning av en studie utförd inom EU projektet ToolSust. (ToolSust).

Carlsson-Kanyama A. and Lindén A-L.  
2007. Energy efficiency in residences -Challenges for women and men in the North. Energy Policy, Vol. 35 (4), 2613-2172.

Carlsson-Kanyama A.  
2006. Värderingar och trender. En kunskapssammanställning Elforsk rapport 06:55, Stockholm.

Carlsson-Kanyama A. Engström R. and Kok R.  
2005. Indirect and direct energy requirements of city households in Sweden- options for reduction, lessons from modelling. International Journal of Industrial Ecology, 9 (1-2) 221-235.

Carlsson-Kanyama A., Lindén A-L and Eriksson B.  
2005. Residential energy behaviour : does generation matter?. International Journal of Consumer Studies, 29 (3) 239-253.

Carlsson-Kanyama A., Pipping Ekström M. and Shanahan H.  
2002. Food and life cycle energy inputs: Consequences of diet and ways to increase efficiency. Ecological Economics, 44, pp. 293-307.

Carlsson-Kanyama A.  
2004. Energi, konsumtion och livsstil lärdomar under det senaste decenniet, utmaningar inför framtiden. Blucher G. And Graninger G. (Eds) Krävs energi i samhällsplaneringen? - En antologi. Stiftelsen Vadstena Forum för samhällsbyggande.

Carlsson-Kanyama A.  
2004. Diet, Energy and Greenhouse Gas Emissions. Cleveland C.J. (Ed) Encyclopedia of Energy, Elsevier.

Carlsson-Kanyama A., Lindén A-L and Eriksson B.  
2003. Hushållskunder på energimarknaden. Värderingar och Beteenden. (Fms rapport 181).

Carlsson-Kanyama A. and Linden, A-L.  
2002. Hushållens energianvändning. Värderingar, beteenden, livsstilar och teknik, (Fms-rapport 176).

Carlsson-Kanyama A., Karlsson, R., Kok, R. and Moll, H.  
2002. Household metabolism in the five cities. Swedish National Report to the ToolSust project - Stockholm. (Fms-report 177).

Carlsson-Kanyama, A. and Faist, M.  
2000. Energy Use in the Food Sector: A data survey.  
(Naturvårdsverket AFR report 291).

Carlsson-Kanyama A. and Boström-Carlsson K.  
2001. Energy Use for Cooking and Other Stages in the Life Cycle of Food: A study of wheat, spaghetti, pasta, barley, rice, potatoes, couscous and mashed potatoes.  
(Fms report no 160).

Carlsson-Kanyama A. Pipping Ekström M. and Shanahan H.  
2001. Case studies of life cycle energy use for the Swedish food supply: possibilities for more energy efficient diets . In Proceedings from the International Conference on LCA in Foods, Gothenburg, Sweden, 26-27 April, 2001.

Carlsson Kanyama A., Lindén A-L., Wulff P.  
Sthlm, FOI 2006. Energieffektivisering i bostaden. Förändringar i hushållsarbete för kvinnor och män. Residential energy efficiency: changes in household chores for women and men. (FOI-R--1900--SE).

Eriksson O., Wulff P. med Persson M. och Sander Faxvall  
G31:1980. Energi och bebyggelse i ett långsiktigt perspektiv, Byggeforskningsrådet.

Fischer G., Molin S.  
Sthlm, FOI 2001. Elavbrotten i Auckland. Power Crisis in Auckland.  
(FOI-R--0102--SE).

Fischer G., Molin S.  
Sthlm, FOI 2001. Isstormen i Kanada. The ice-storm in Canada.  
(FOI-R--0103--SE).

Finnveden G., Johansson J., Lind P., Moberg Å  
Siguna, Okt. 3-4, 2001 Livscykelanalyser av energi ur avfall. Stockholm, FOI 2002.  
(FOI-S--0471--SE).

Finnveden, G., Johansson J., Lind P., and Moberg Å.  
2005. Life Cycle Assessment of Energy from Solid Waste. Part 1: General Methodology and Results. Journal of Cleaner Production. 13(2005)213-229.

Finnveden, G., Nilsson M., Johansson J., Persson Å., Moberg Å. and T. Carlsson.  
2003. Strategic Environmental Assessment Methodologies – Applications within the Energy Sector. Environmental Impact Assessment Review. 23(2003)91-123.

Finnveden, G., Johansson, J., Lind, P. and Moberg, Å.  
2000. Life Cycle Assessments of Energy from Solid Waste. (Fms report 137).

Frost C.  
Sthlm, FOI 2002. Befintligt bostadsbestånd och en bedömning av beståndets förnyelse till år 2050 samt dess energianvändning.  
The existing stock of dwelling buildings and an assessment of the renewal of the stock until 2050 and related energy use. (FOI-R--0255--SE).

Frost C., Lövkvist Andersen A-L., Barck-Holst S., Ånäs P.  
Sthlm, FOI 2004. Acceptabla elavbrott? Fyra strategier för säker elförsörjning.  
Acceptable Black-Outs? Four Strategies for a Secure Electric Power System. (FOI-R--1163--SE).

Frost C., Per P.  
Sthlm 1998. Studier inom den tekniska infrastrukturen, Referensrapport.  
(FOA-D--09-00380-170--SE).

González , A. Carlsson-Kanyama A., Crivelli E.S., och Gortari S.  
2007. Residential energy use in one-family households with natural gas provision in a city of the Patagonian Andean region. Energy Policy, Volume 35, Issue 4, pp 2141-2150.

Gonzales, A. & Carlsson-Kanyama, A.  
2005. Energy use for irrigation: Well-to field calculations, examples of crop energy use and comparison with previously reported values. Department of Industrial Ecology, Trita-KET-IE 2005:11, Royal Institute of Technology, Stockholm.

Hedberg L., Dreborg K-H., Finnveden G., Gullberg A., Höjer M., Åkerman J.,  
Sthlm, FOI 2003. Rum för framtiden. Building room for the future.  
(FOI-R--0854--SE).

Holmgren, Å. J.  
2007. A framework for vulnerability assessment of electric power systems. In: Murray, A. & Grubestic, T. (eds.). Critical infrastructure: reliability and vulnerability. Springer-Verlag, Berlin.

Holmgren, Å. J.  
2006. Using graph models to analyze the vulnerability of electric power networks. Risk Analysis 26, pp. 955-969.

Holmgren, Å. J.  
2005. Risk analysis of infrastructure systems: different approaches for risk analysis of electric power systems. Technical report. Center for Risk and Economic Analysis of Terrorism Events (CREATE), and the Institute for Civil Infrastructure Systems (ICIS) at New York University, New York.

Holmgren, Å. J. & Molin, S.  
2006. Using disturbance data to assess vulnerability of electric power delivery systems. Journal of Infrastructure Systems 12, pp. 243-251.

Holmgren, Å. J., Jenelius, E. & Westin, J.  
2007. Evaluating Strategies for defending electric power networks against antagonistic attacks. IEEE Transactions on Power Systems 22, pp 76-84.

Holmgren, Å., Molin, S. & Thedéen, T.  
2001. Vulnerability of Complex Infrastructure: Power Systems and Supporting Digital Communication Systems. Proceedings of the 5th International Conference on Technology, Policy and Innovation. Delft 2001: Critical Infrastructures. LEMMA Publishers, Utrecht.

Holmgren Å., Molin S.,  
Sthlm, FOI 2004. En analys av fel- och driftstörningsstatistik från eltransmissions- och eldistributionsnät i Sverige. A Statistical Analysis of Disturbance Data from Power Transmission and Distribution Grids in Sweden. (FOI-R--1090--SE).



Ingmar O.

Sthlm, FOI 2004. Membership or Partnership: The relations of Russia and its neighbours with NATO and the EU in the Enlargement Context.

Medlemskap eller partnerskap: Ryssland och dess grannars relationer med NATO och EU i utvidgningarnas ljus. (FOI-R--1364--SE).

Johansson, J., Jonsson, D.K., Eriksson, N.B. and Finnveden, G.

2004, Strategisk miljöbedömning i Försvarsdepartementets beslutsprocesser (FOI-R—1434--SE)

Johansson, J., Nilsson, M and Finnveden, G.

2004. Strategisk miljöbedömning inom energisektorn. Rapport till Statens Energimyndighet. (TRITA-INFRA-FMS 2004:3).

Jonsson, D.

2000, Att förändra infrasytem. *PLAN*, no. 3:2000, s. 86-91.

Jonsson, D., Gullberg, A., Jungmar, M., Kaijser, A. and Steen, P.

2000, Infrasytemens dynamik – om sociotekniska förändringsprocesser och hållbar utveckling. FOA och KTH.

Jonsson, D.

2000, Sustainable Infrasytem Synergies: A Conceptual Framework, *Journal of Urban Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 81-104.

Jonsson, D.K. and Johansson, J.

2003, Att miljöbedöma infrastrukturplaner – hur kan de indirekta effekterna inkluderas? *PLAN*, no. 1:2003, pp. 44-47.

Jonsson, D. K.

2005, The Nature of Infrasytem Services, *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 11, Issue 1, pp. 2-8

Jonsson D. K.

2005, Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter. Ett nationellt perspektiv samt fallstudier av Botniabanan och Södra Länken. (FOI-R--1557--SE (Version 2).)

Jonsson, D. K.

2006, Situations of Opportunity for Infrasytems. Understanding and pursuing change towards environmental sustainability. Doctoral Thesis in Infrastructure, KTH.

Jönson K., Fischer G.

Sthlm, FOI 2005. Elavbrottet i Kista-området mars 2001 - Konsekvenser för hushåll och befolkning. The 2001 Kista Power Failure - Consequences for households and population. (FOI-R--1548--SE).

Karlsson R., Carlsson-Kanyama A.

Sthlm, FOI 2003. Mindre miljöpåverkan från hushållens konsumtion på Södermalm? Möjligheter till en energisnålare livsstil.

Kiesow I.

Sthlm, FOI 2005. China´s Quest for Energy; Impact upon Foreign and Security Policy.

Kinas jakt på energi; inverkan på utrikes- och säkerhetspolitik.

(FOI-R--1371--SE).

Kiesow I.

Sthlm, FOI 2003. Energy in Asia. An Outline of Some Strategic Energy in Asia. Energi i Asien; En översikt över några strategiska energifrågor i Asien. (FOI-R--0793--SE).

Kiesow I.

Sthlm, FOI 2006. Kina i ett tjugoårsperspektiv. China in a twenty years' perspective. (FOI-R--1927--SE).

Kiesow Ingolf.

2004. Kampen hårdnar om gas och olja. (Framsyn, No 5).

Kiesow Ingolf.

2004. Kinesiska draken slukar energi. (Framsyn, No 5).

Kiesow Ingolf.

Quest for oil, geostrategic thinking. CEF Quarterly, The Journal of the China-Eurasia Forum.

Larsson R. L.

Sthlm, FOI 2006. Energisäkerhet: Sveriges och Europas beroende av importerade energibärare. Energy Security: Sweden's and Europe's Dependence on Imported Energy Carriers. (FOI-R--2092--SE).

Larsson R. L.

Sthlm, FOI 2006. Russia's Energy Policy: Security Dimensions and Russia's Reliability as an Energy Supplier. Rysslands energipolitik: Säkerhetspolitiska dimensioner och pålitlighet som energileverantör. (FOI-R--1934--SE).

Larsson R. L.

Sthlm, FOI 2006. Rysslands energipolitik och pålitlighet som energileverantör: Risker och trender i ljuset av den rysk-ukrainska gaskonflikten 2005-2006. Russia's energy policy and reliability as energy supplier: risks and trends in the light of the Russian-Ukrainian Gas Conflict 2005-2006. (FOI-R--1905--SE).

Larsson R. L.

Sthlm, FOI 2006. Sweden and the NEGP: A Pilot Study of the North European Gas Pipeline and Sweden's Dependence on Russian Energy. Sverige och NEGP: En förstudie av gasledningen genom Östersjön samt Sveriges beroende av rysk energi. (FOI-R--1984--SE).

Leijonhielm J., Knoph J. T., Larsson R. L., Oldberg I., Unge W., Vendil Pallin C.

Sthlm, FOI 2005. Rysk militär förmåga i ett tioårsperspektiv - problem och trender 2005. Russian military capability in a ten-year perspective - problems and trends in 2005. (FOI-R--1662--SE).

Leijonhielm J., Larsson R. L.

Sthlm, FOI 2004. Russia's Strategic Commodities: Energy and Metals as Security Levers. Rysslands strategiska råvaror: energi och metaller som säkerhetspolitiska hävstångar. (FOI-R--1346--SE).

Lindén A-L., Carlsson-Kanyama A. and Eriksson B.

2005 Efficient and inefficient aspects of residential energy behaviour: what are the policy instruments for change? Energy Policy, Available online 14 March 2005.

Ljung B. (Ed.)

Sthlm, FOI 2003. Irakkriget 2003. En preliminär analys.  
The Iraqi War 2003. A preliminary analysis. (FOI-R--0852--SE).

Melin Ferdman U.

Sthlm, FOI 2001. Energieffektivitet i småhus och flerbostadshus.  
Energy efficiency in small houses and apartment blocks. (FOI-R--0097--SE).

Moberg Å., Finnveden G., Johansson J. and P. Lind.

2005. Life Cycle Assessment of Energy from Solid Waste – Part 2: Landfilling compared to other treatment methods. Journal of Cleaner Production. 13(2005)231-240.

Mittermaier E., Tham M., Torstensson D.

2001. Drivmedelsblockaderna i Frankrike och Storbritannien - en jämförelse i krishantering, Energimyndigheten nummer ET 20:2001.

Mittermaier E.

2002. Elkrisen i Kalifornien - orsaker, åtgärder och konsekvenser, Energimyndigheten nummer ET6:2002.

Nilsson M., Björklund A., Finnveden G. and Johansson J.

2005. SEA in the energy and waste sector: Testing a methodological framework. Environmental Impact Assessment Review. 25(2005)1-32.

Nilsson M., Finnveden G., Johansson J. och Moberg Å.

2001. Naturgasutbyggnad i Sverige – metod för strategisk miljöbedömning inom energisektorn. Rapport 5161. Naturvårdsverket.

Norlander N-O.

Sthlm 1981. Brand bebyggelse energi. En studie kring brandrisker i framtiden.

Oldberg I.

Sthlm, FOI 2006 Aktuell tysk utrikes- och säkerhetspolitik - prioriteringar och tendenser. Current German Foreign and Security Policy - Priorities and Tendencies. (FOI-R--1976--SE).

Oldberg I.

Sthlm, FOA 1998. Konflikter och samarbete. Ukrainas relationer med Ryssland under 1990-talet. Conflicts and cooperation: Ukraine's relations with Russia in the 1990s. (FOA-R--98-00871-180--SE).

Oldberg I.

Sthlm, FOI 2003. Reluctant Rapprochement: Russia and the Baltic States in the Context of NATO and EU Enlargements. Motvilligt närmande: Ryssland och de baltiska staterna i samband med NATO:s och EU:s utvidgningar. (FOI-R--0808--SE).

Paznyak V.

Sthlm, FOI 2003. Belarus Facing Dual Enlargement: Will the EU Squeeze Harder? Vitryssland inför östutvidgningarna: Kommer EU att pressa hårdare? (FOI-R--0859--SE).

Sandklef K.

Sthlm, FOI 2004. Energy in China: Coping with increasing demand. Energi i Kina: Att klara av ett ökande behov. (FOI-R--1435--SE).

Steen P., Johansson T. B., Fredriksson R., Bogren E.  
Sthlm, DFE 1981. Energi - till vad och hur mycket? (DFE-rapport nr 39).

Steen P., Molin S., Stenström M., Söderholm A.,  
Sthlm, NUTEK/FOA 1992. Energin åt kommunerna. (AES - Allmänna  
energisystemstudier) (Närings- och teknikutvecklingsverket) (91-630-1113-1).

Wulff P.  
Sthlm 1982. Running hot water. A systems approach to energy conservation.  
(FOA C 10202-M2).