

Elmarknad i förändring

Framtidsbilder

Elforsk rapport 05:06



Omslagsfoto (från vänster):
Håkan Lindgren (Vattenfall), Håkan Lindgren
(Vattenfall), Carl-Michael Johannessson, Bengt
Magnusson.

Elmarknad i förändring

Framtidsbilder

Elforsk rapport 05:06

Elmarknad i förändring

Framtidsbilder

Elforsk rapport 05:06

Harald Haegermark

Projektet Elmarknad i förändring/Framtidsbilder finansieras av:

- Borlänge Energi AB
- Bromölla Energi AB
- Energiverken i Halmstad AB
- Eskilstuna Energi & Miljö AB
- Gävle Energi
- Göteborg Energi AB
- Jämtkraft AB
- Katrineholm Energi AB
- Landskrona kommun Tekniska Verken
- Mälarenergi AB
- Sala-Heby Energi AB
- Skellefteå Kraft AB
- Svenska Kraftnät
- Sydkraft AB
- Söderenergi
- Telge Energi Nät AB
- Tekniska Verken i Linköping AB
- Umeå Energi AB
- Vattenfall AB
- Öresundskraft AB

Förord och läsanvisning

Projektet Elmarknad i förändring/framtidsbilder som pågått under 2004-2005 syftar till

- att framställa tydliga framtidsbilder om viktiga faktorer för elföretagen för företagsegna och branschgemensamma analyser av strategiska frågor. Fyra olika framtidsbilder har tagits fram.
- att utifrån sådana prioriterade strategiska frågor diskutera forskningsbehov och föreslå nya forskningsprojekt.

I projektet har ett 20-tal globala internationella, europeiska och svenska/nordiska framtidsstudier från de 5-10 sista åren gått igenom och diskuterats i en arbetsgrupp sammansatt av både erfarna och yngre medarbetare i Elforsks ägarföretag. Vi hoppas att projektet bidragit till kompetensutveckling hos främst de yngre medarbetarna som svarat för ett stort och förtjänstfullt arbete med läsning och sammanfattningar av de valda studierna samt bidragit med tankar och åsikter i de diskussioner som hållits. Denna kompetensutveckling är också ett ytterligare syfte med projektet. Seminarier har även hållits med Elforsks olika programråd. Programrådet för Omvärld och System har varit referensgrupp för projektet.

En bärande tanke i projektet är att både strategiska frågor och forskning för elbranschen är starkt internationella. Redovisningen i rapportens olika avsnitt startar därför från ett globalt perspektiv och går sedan successivt vidare till ett europeiskt och sedan till ett nordiskt och svenskt perspektiv. Framställningssättet leder med nödvändighet till vissa upprepningar som vi har försökt hålla nere så långt det varit möjligt.

Vi tror att de två delarna av rapporten dvs. framtidsbilder strategiska frågor resp. forskningsfrågor har delvis olika läsekretsar och har därför delat rapporten i två delar men i samma volym. De två delarna av rapporten har var sin utökad sammanfattning som återfinns i rapportens början.

Materialet är omfattande. För att göra rapporten mera tillgänglig har stora delar av faktasammanställningar och vissa resonemang lagts i bilagor som sammanfattats i huvudtexten. Vi rekommenderar läsaren att om möjligt även ta del av bilagorna eftersom dessa sammanställningar knappast finnas tillgängliga någon annanstans. På grund av materialets omfattning har också en separat lättillgänglig sammanfattning av projektet tagits fram.

Elforsk vill tacka alla medverkande för fina insatser under projektet och vänder oss då särskilt till de yngre medarbetarna i företagen som svarat för en stor och viktig arbetsinsats vid sidan av sina ordinarie arbetsuppgifter. Elforsk tackar också Harald Haegermark CHH Consulting som svarat för denna syntesrapport och delat med sig av sin mångåriga erfarenhet av energifrågor.

Stockholm maj 2005

Monika Adsten
Projektledare Elforsk

Sammanfattning. Del 1.

Framtidsbilder och strategiska frågor

Framtidsbilder för 2020-2050

Syftet med projektet är bl.a. framställa tydliga framtidsbilder om viktiga faktorer för elföretagen för företagsegna och branschgemensamma analyser av strategiska frågor och för planering av nya forskningsprojekt.

Vi har valt fyra olika framtidsbilder. Dessa gör inte anspråk på att vara förutsägelser men de täcker tillsammans in ett betydande område av osäkerheter.

Ett uthålligt elsystem för Sverige

"Business as usual". Sverige och Norden följer EU:s utveckling som i den genomgångna studien av EU 15 och IEA:s World Energy Investment Outlook.

Klimat effekter blir påtagliga. Världen, Europa och Sverige klarar *inte* uppsatta klimatmål men effekter av klimatförändringar blir påtagliga.

Koldioxidlagring i stor skala. Koldioxidlagring blir ekonomiskt möjlig i stor skala.

Samtliga bilder utgår från ett globalt perspektiv som i sin tur är en utgångspunkt för utvecklingen i Europa och Sverige.

Ett uthålligt elsystem för Sverige. Skälet för denna bild är att förutsättningarna i studien Ett uthålligt elsystem för Sverige (från 1996) fortfarande sammanfaller väl med svenska politiska mål om uthållig utveckling. En grundförutsättning för denna framtidsbild är att världen kommer att ta samordnade och internationellt harmoniserade krafttag för att minska utsläppen.

Business as usual. EU:s studier av EU ger i sina referensscenarier en "business as usual" betonad bild av framtiden utan nya kraftfulla beslut om styrmedel mot växthusgaser. Det finns två skäl för att ha med en sådan bild. Det ena är att internationella överenskommelser om minskade utsläpp kan dra ut på tiden. Det andra skälet är, att det kan vara ett rimligt antagande för en framtidsbild, att utvecklingen i Sverige och Norden i stora drag följer utvecklingen i Europa i övrigt, om Europa försätter att integreras i allmänhet och på energi- och elmarknaderna i synnerhet.

Klimat effekter blir påtagliga. Denna framtidsbild är närmast en variant på den föregående. I denna bild har åtgärder mot CO₂-utsläpp inte blivit särskilt kraftfulla eller har åtminstone inte satt nämnvärda märken men klimat effekter, sådana de nu förutses, har börjat bli påtagliga. Det finns inte mycket underlag beträffande konsekvenserna av klimatförändringar för elföretagen i det material vi behandlat men andra studier kan vara en utgångspunkt för sådana överväganden.

Koldioxidlagring i stor skala. Denna framtidsbild motiveras av att om CO₂-avskiljning och -lagring i stor skala lyckas tekniskt, ekonomiskt och acceptansmässigt kan det rådande synsättet på fossila bränslen ändras. I alla händelser skulle en sådan utveckling

påverka vilka styrmedelsinsatser mot CO₂-utsläpp som kommer att sättas in och med vilket tempo detta sker. En sådan framtidsbild skulle förena de två starka och motstridiga globala drivkrafterna i utvecklingen nämligen att minska klimatpåverkan och världens beroende av fossila bränslen för sin energitillförsel. Det finns inte i vårt material några studier som explicit utgår från förutsättningen att CO₂-lagring skulle lyckas i stor skala, även om vissa studier har själva möjligheten med i sin uppsättning av framtida tekniker.

Andra framtidsbilder

Andra framtidsbilder kan vara av stort intresse, t ex sådana som belyser inverkan av tänkbara kriser såsom i oljeförsörjningen, en stor kärnkraftolycka i spec. i närområdet, terrorism mot elförsörjningen etc. Vi har dock inget underlag för sådana frågor i de studier som behandlats i projektet. Sådana bilder kan vara intressanta uppslag för nya forskningsprojekt.

Drivkrafter

De viktigaste drivkrafterna i globala studier är att:

- Skapa tillgång till energi för en växande världsbefolkning.
- Öka försörjningstryggheten och minska beroendet av importerad olja från ”politiska krutdurkar”.
- Lösa klimatfrågan och skapa en uthållig energiförsörjning.
- Alla granskade studier visar på att världen blir i hög grad beroende av fossila bränslen under det innevarande seklet. Energi blir dyrare på sikt genom dels tilltagande knapphet på olja och gas dels inverkan av styrmedel mot utsläpp av växthusgaser.

Samma faktorer återkommer i olika grader i studier på europeisk och svensk nivå.

Samhällsutvecklingen

I studierna behandlas demografiska förändringar, urbanisering och minskningar i energiintensiteten i olika samhällssektorer och en fortsatt liberalisering av världshandeln.

- Befolkningsutvecklingen i världen visar stor spridning mellan olika scenarier men befolkningsprognoser idag pekar på lägre siffror för ett visst målår än de gjorde för 10 år sedan. Den nuvarande u-världen ökar mer än den nuvarande i-världen. Inkomstgapet mellan i- och u-värld minskar.
- I de flesta utvecklade länder ökar andelen gamla i befolkningen medan andelen i arbetsför ålder minskar.
- Urbaniseringen fortsätter t ex mot fler s.k. megastäder. U-världens landsbygd kräver särskilda lösningar.
- Energiintensiteten (definierad som energianvändning/per capitainkomst) minskar i samtliga IPCC:s och WEC:s scenarier.
- Miljömedvetenheten spelar stor roll särskilt i den industrialiserade världen.
- I de flesta globala studier antas att globalisering av ekonomin fortsätter, att handelshinder avskaffas, att marknader avregleras och att världshandeln ökar.

Näringslivsutvecklingen

Näringslivsutvecklingen är vagt beskriven såväl i de globala som de nationella studierna med undantag för en studie av WEC om teknikutvecklingen på användningssidan under de närmaste decennierna.

- Typiska siffror på antagen BNP-tillväxt:
BNP växer globalt med ca 3 % per år.
I OECD 1,5 - 2,5%.
I utvecklingsländer "In transition" med 5 - 10%.
- I de flesta utvecklade länder ökar servicesektorns andel av BNP medan den traditionella industrins andel minskar. Servicesektorn ökar även starkt i länder "in transition" såsom Kina och Indien.
- Studierna innehåller sällan eller aldrig någon diskussion om att nuvarande industribranscher kan försvinna eller att nya kan komma till genom den allmänna teknikutvecklingen.
- I en globaliserad ekonomi spelar nationella hänsyn mindre roll än tidigare vid beslut om förläggning av investeringar i energiintensiva industribranscher, som i ökande utsträckning består av globalt verksamma koncerner.

Miljöfrågor

Utsläpp av växthusgaser och åtföljande klimatpåverkan är den helt dominerande miljöfrågan i studier på samtliga nivåer.

Energi- och elbehov

Energi- och elbehov fortsätter att öka kraftigt globalt men ökningstakten dämpas i båda fallen i den industrialiserade världen. Elbehovet förväntas öka snabbare än det totala energibehovet i både i- och u-världen. Energi blir dyrare på sikt.

- De globala investeringarna i energisektorn förväntas bli dubbelt så stora 30 år framåt som de varit 30 år bakåt. Av investeringsvolymen svarar elsektorn för den övervägande delen.
- Det totala energibehovet i EU-länderna ökar men betydligt mindre än för världen som genomsnitt. Elbehovet ökar också mindre under de närmaste decennierna än det gjort under de närmast föregående. I slutanvändningen av energi minskar andelen för industrisektorn medan andelarna i transport- och övrigsektorn ökar.
- I Norden blir Sverige en nettoimportör av el liksom Finland under den närmaste tioårsperioden. Det finska underskottet minskar i slutet av perioden p.g.a. kärnkraftutbyggnad. Danmark blir nettoexportör av sin kolkraft under hela perioden. Enligt Kontrollstation 2004 ökar elbehovet i Sverige fram till 2010 för att sedan stå still fram till 2020.

De viktigaste strategiska frågorna för elföretagen

Genomgången av studierna har resulterat i en lång rad viktiga strategiska frågor rörande utvecklingen på energiområdet globalt. Analysen har sedan förts ett steg vidare till viktiga frågor för elföretagen i Sverige under följande huvudrubriker varvid några exempel anges på den typ av frågor vi funnit.

Elsystemets utveckling

- Räcker världens forskningsinsatser genom stater och företag för att möta de globala utmaningarna.
- Långdragna lokaliseringsprocesser utgör allvarliga hinder.
- Osäkerhet om framtida styrmedel inom energi- och miljöpolitik.

Liberaliserade energimarknader

- Liberaliseringen i u-länder och länder ”in transition”, även sådana i vårt närområde, kan antingen försenas, stanna upp eller inte ens komma igång.
- Krav på återregleringar eller senareläggning av liberalisering kan komma även i industrivärlden genom t ex:
 - Bristande förtroende för elmarknadens aktörer.
 - Att ”marknaden” anses oförmögen att hantera externaliteter och investera i lösningar som tillfredsställer långsiktiga mål.
 - Att statliga styrmedel och regleringar i avreglerade elmarknader utformas utan hänsyn till en marknads krav.
- Hantering och ansvarsförhållanden för effektfrågor får allt större betydelse.
- I större elmarknader, t ex den blivande europeiska, finns överförings- och flaskhalsproblem som kan stoppa upp utvecklingen mot en fri elmarknad.

Energibrist och försörjningstrygghet

En viktig fråga är hur branschen kan hantera framtida större kriser, t.ex. i form av en kärnkraftsolycka någonstans i världen, sammanbrott av oljeproduktionen från delar av arabvärlden eller terrorism riktad mot elförsörjningen.

Miljöfrågor på olika nivåer

Miljöfrågor växlar i betydelse över tid. Det är därför strategiskt viktigt att ha grepp om vilka framtidens miljöfrågor blir.

- Igår t ex förurning.
- Idag CO₂ och klimat.
- Blir det i morgon t ex partiklar och/eller marknära ozon?

En viktig fråga är om teknik för CO₂ -avskiljning och lagring kan uppnå ekonomi och få allmän acceptans.

Styrmedel

Förutsägbara EU-harmoniserade styrmedel krävs för att ge industrin inkl. elföretagen goda förutsättningar att hävda sig åtminstone på EU-nivå. Det finns idag kunskapsluckor om konsekvenserna på elmarknaden av både redan implementerade och tänkbara framtida styrmedel och om hur styrmedel ska designas för att fungera på ett optimalt sätt och minimera oönskade sidoeffekter.

Industriell och samhällelig utveckling i Sverige samt konsekvenser för svensk elbransch och utvecklingen av elbehovet i Sverige.

Under projektets grupparbeten har frågan om det svenska elbehovets utveckling på sikt fått särskild uppmärksamhet. Det gäller särskilt det industriella elbehovet.

- Kommer Sveriges elintensiva industri att öka, stagnera eller t.o.m. minska p.g.a. lokalisering till nya länder i globaliseringens tecken.
- Kommer en ev. minskad industriell elförbrukning att leda till ökade exportmöjligheter för ”frigjord el” eller läggs befintlig elproduktionskapacitet ner om elbehovet minskar.
- Effektiv energianvändning kan betyda ökad elanvändning. Energieffektiviseringstjänster har andra dimensioner än bara sparande. De kan också ses som kundvård.

Nya användningsområden för el

Användningssidan är genomgående mindre väl beskriven i studierna än tillförselsidan. Inte heller finns det särskilt mycket om nya industribranscher eller hur teknikutvecklingen kan leda till nya industribranscher som behöver energiförsörjning eller påverka teknikutvecklingen inom elbranschen själv.

Distribuerad produktion

DP förväntas öka i betydelse.

- Blir det dagens energiföretag som agerar på denna marknad eller kommer helt andra aktörer in?
- Samtliga genomgångna studier visar på en ökad andel förnybar produktion. I dag är lokaliserings- och tillståndspå problem allvarliga hinder mot ökad utbyggnad av vindkraft.

Nätfrågor

Nätfrågorna tilldrar sig inte så stor uppmärksamhet i studierna. I IEA:s WEIO påpekas de stora investeringsbehoven i transmissions- och distributionsnät i alla delar av världen. Flertalet studier behandlar avreglering och ökad handel av energiprodukter mellan länder. Detta ställer viktiga frågor om överföringskapacitet mellan och inom länder. Det finns stora affärsmöjligheter för aktörer inom uppbyggnad av elnät och elkraftsgenerering i det framtida energisystemet.

Elkvalitet

Elkvalitetsfrågor kommer att få ökad betydelse i framtiden.

- Genom ökat elberoende i industri och samhälle och ökad användning av IT-system
- På sikt kommer troligen även vård i hemmet att öka av både kostnads- och personalbristsskäl vilket fordrar känsliga utrustningar som kräver god leverans- och spänningskvalitet.
- Alla typer av kunder vill ha förbättrad elkvalitet men betalningsviljan är låg. Leder denna utveckling till att vi får en marknad med differentierad elkvalitet för olika typer av behov?

Sammanfattning. Del 2.

Identifiering av forskningsprojekt och forskningsprogram

I projektets fas 2 har samma studier som i fas 1 granskats med syftet att identifiera angelägna forsknings- och utvecklingsbehov, särskilt inom sådana som kan hanteras genom projekt och program i Elforsk.

Visioner om utvecklingen

I rapporten redovisas de visioner om utvecklingen som finns i studierna och den tekniska utveckling inom olika områden som där förutses.

Osäkerheter och kunskapsbrister

Vidare diskuteras osäkerheter, såväl genuina som upplösbara (genom bl.a. forskningsinsatser) samt kunskapsbrister inom följande områden av betydelse för energisystemens utveckling.

Globala studier

- Framtida ekonomisk tillväxt och den framtida näringslivsstrukturen.
- Tillgång, kostnad och priser på energiresurser.
- Styrmedel.
- Marknadsförhållanden.
- Kapitaltillgång för investeringar.
- Framtida miljöproblem.
- Teknikutveckling.

I europeiska studier tillkommer bl.a.

- Den fortsatta utvecklingen av de europeiska el- och gasmarknaderna.
- Oförutsedda konsekvenser av utvidgningen till EU 25.
- Nya direktiv som påverkar energi- och elmarknaderna.
- Nya styrmedel på EU-nivån.

I svenska och nordiska studier tillkommer bl.a.

- Inneboende målkonflikter i svensk energi- och miljöpolitik.
- Den svenska kärnkraftens fortsatta roll.
- Näringslivsutvecklingen i Sverige, spec. de energiintensiva industrins framtid och servicesektorns ökande ekonomiska betydelse. Får vi nya industribranscher baserade på ny teknik som inte fått industriell tillämpning än.
- Naturgasutvecklingen i Norden och Sverige.
- Vattenkraft i framtiden.
- Bioenergins potential och möjligheter.
- Utvecklingen av infrastrukturen i elsystemet och var ny elproduktion kommer att placeras.
- Acceptansproblem för nya energiinstallationer.
- Utvecklingen av nationella styrmedel. Vilka effekter får handelssystem för utsläppsrätter och vilka förändringar kan komma i elcertifikatsystemen.

- Marknadslösningar för att hantera effektproblem i den nordiska elförsörjningen.
- Betydelsen av förändringar i livsstilar och attityder lyfts fram tydligare i svenska och nordiska studier än i de globala.

Robusta förhållanden

I diskussionen av FoU behov har vi koncentrerats oss på robusta frågeställningar dvs. sådana som är relevanta även vid olika antaganden om framtiden.

Följande utgångspunkter har vi ansett vara robusta:

- Världen förblir beroende i hög grad och under lång tid av fossila bränslen.
- Klimatfrågan tas på allvar. Successiva åtgärder vidtas nationellt och internationellt. (Styrkan i åtgärderna varierar mellan framtidsbilder).
- Energi- och elbehoven ökar globalt men långsammare än tidigare i vår del av världen. *Takten* i ökningen varierar mellan framtidsbilder.
- I både i-värld och delar av länder ”in transition” svarar ”servicesektorn” för en övervägande andel av ekonomin och arbetstillfällena medan industrin (i fallet Sverige med en stor andel elintensiv basindustri) står för en mindre del av ekonomin men en stor del av exportintäkterna.
- Det ”digitala” samhället fortsätter att utvecklas.
- Kapitalstocken i elsystemets anläggningar är stor och tar tid att förändra. Underhåll och uppgradering blir viktiga även framgent.
- ”Acceptansproblem” för energianläggningar får ökande betydelse.

I det svenska/nordiska perspektivet tillkommer några robusta utgångspunkter:

- Vattenkraftens stora betydelse i det nordiska elsystemet.
- Både energi- och effektbalans blir mer ansträngda i det nordiska elsystemet.

Utgående från detta har vi bedömt följande frågeställningar och problemområden vara robusta för elföretagen i Sverige:

- Elbehovets utveckling i Norden.
- Ökad harmonisering/internationalisering av den nordiska och europeiska elmarknaderna och fortsatt avreglering.
- Högre krav på leveranssäkerhet.
- Hantering av elsystemets effektfrågor i avreglerade marknader.
- Skärpta krav på energieffektivisering.
- Kunskap om och beredskap för effekter av klimatförändringar.
- Minska utsläpp av CO₂.
- Styrmedels utformning och effektivitet. Gäller främst klimatorienterade styrmedel men även ”marknadskorrigerande”.
- Vidmakthållande och vidareutveckling av elsystemets anläggningar.
- IT-utvecklingens genomslag i branschen och hos kunder.
- Acceptansproblem.

Forskningsbehov och problemområden

Vi redovisar ett antal forskningsbehov som dessa frågeställningar och problemområden leder till. De viktigaste av dessa är:

Övergripande frågor

- Politiska styrmedel framstår som en av de viktigaste framtidsfrågorna. Forskningsbara frågor gäller både effektivitet hos och konsekvenser av tänkbara styrmedel.
- Bättre kunskaper om de tänkbara effekterna av klimatpåverkan och hur dessa kan i sin tur påverka elföretagen.
- Finns det nya viktiga miljöfrågor som påverkar energisystemet och hur identifierar man dessa på ett så tidigt stadium att man hinner skaffa handlingsberedskap.
- Olika tänkbara framtida krissituationer som kan drabba energisystemet. Framtidsbilder, konsekvenser och botemedel.

System- och marknadsfrågor

- Hantering av effektproblem i avreglerade marknader (utöver vad som redan pågår i Market Design).
- Hur kan man hantera s.k. externaliteter, (dvs. kostnader för miljöpåverkan, risker mm för olika energiförsörjningsalternativ) i energisystemstudier?
- Vilka konsekvenser får alltmer utjämnade elpriser i Europa för efterfrågan på el i Norden. Kan Norden bli en nettoexportör av el.
- Elbehovets utveckling i Norden är en av de högst prioriterade frågorna och kommer att studeras i projektet Elanvändningen i Norden.
- Den energitekniska utvecklingen inom energiintensiva processindustrier kommer att bli mer prioriterad i takt med ökande världsmarknadspriser på energi. Denna utveckling bör följas av elföretagen.

Teknikfrågor

Alla studier prioriterar ny teknik för elproduktion baserad på bränslen, förnybar energi och vattenkraft. Studien tillför dock inga principiellt nya FoU-behov inom dessa områden.

Speciella teknikområden

Slutligen anges ett antal forskningsbehov inom speciella teknikområden.

- Distribuerad produktion som väntas bli av intresse i flera europeiska länder
- Vindkraft spec havsbaserade grupper.
- Elkvalitet i samband med ökad användning av IT- kommunikationssystem inom allt fler sektorer i samhället.
- Nätfrågor. Ökad överföringskapacitet mellan länder, IEA:s studier pekar på stora investeringsbehov och en stor marknad för både nyutbyggnad av nät och upprustning och modernisering av befintliga nät. Med tanke på Sveriges traditionella industriella styrkor inom detta område borde den växande marknaden kunna bli en väsentlig affärsmöjlighet och ge goda betingelser för utveckling som svensk elbransch borde kunna få god nytta av.

Innehållsförteckning

DEL 1. STRATEGISKA FRÅGOR OCH FRAMTIDSBILDER.....	1
1 PROJEKTETS SYFTE OCH ARBETSSÄTT	2
1.1 ARBETSSÄTT	2
2 FRAMTIDSBILDER FÖR 2020-2050	3
2.1 VAD ÄR EN FRAMTIDSBILD?	3
2.2 VALDA FRAMTIDSBILDER.....	4
3 UTGÅNGSPUNKTER	11
4 GENOMGÅNGNA STUDIER	12
5 ÅTERKOMMANDE DRIVKRAFTER	13
6 SKILDRADE SAMHÄLLSUTVECKLINGAR.....	15
7 NÄRINGSLIVETS STRUKTUR.....	17
8 MILJÖFRÅGORNAS BEHANDLING I SCENARIERNA.....	19
9 SLUTSATSER OM EL- OCH ENERGIBEHOVsutvecklingen i Norden och Nordeuropa och fördelningen på sektorer på längre sikt.	21
9.1 GLOBALA STUDIER	21
9.2 EUROPEISKA STUDIER	22
9.3 ELPRODUKTION I NORDEN OCH SVERIGE	23
10 DE VIKTIGASTE FRÅGORNA FÖR ELFÖRETAGEN	27
10.1 ELSYSTEMETS UTVECKLING.....	27
10.2 LIBERALISERADE ENERGIMARKNADER	27
10.3 ENERGIBRIST OCH FÖRSÖRJNINGSTRYGGHET	28
10.4 MILJÖFRÅGOR PÅ OLIKA NIVÅER.....	29
10.5 STYRMEDEL	30
10.6 INDUSTRIELL OCH SAMHÄLLELIG UTVECKLING I SVERIGE SAMT KONSEKVENSER FÖR SVENSK ELBRANSCH OCH UTVECKLINGEN AV ELBEHOVET I SVERIGE.	30
10.7 NYA ANVÄNDNINGSMÖJLIGHETER FÖR EL	31
10.8 BRANSCHSTRUKTUR OCH NYA AKTÖRER.....	31
10.9 DISTRIBUTION FÖR EL	32
10.10 NÄTFRÅGOR.....	32
10.11 ELKVALITET	32
11 INLEDNING.....	35
12 ARBETSSÄTT.....	36
13 DRIVKRAFTER.....	37
14 VISIONER OM UTVECKLINGEN.....	38
15 OSÄKERHETER OCH KUNSKAPSBRISTER	39
15.1 GLOBALA STUDIER	39
15.2 EUROPEISKA STUDIER.....	40

15.3	SVENSKA OCH NORDISKA STUDIER	40
16	ROBUSTA ALTERNATIV	42
16.1	ROBUSTA UTGÅNGSPUNKTER	42
16.2	ROBUSTA FRÅGESTÄLLNINGAR/PROBLEMOMRÅDEN	43
17	FÖRSLAG TILL FORSKNINGSINSATSER	45
17.1	UTGÅNGSPUNKTER FÖR PRIORITERINGAR	45
17.2	ÖVERGRIPANDE FRÅGOR	46
17.3	SYSTEMFRÅGOR.....	47
17.4	MARKNADSBETINGADE FRÅGOR	49
17.5	TEKNIKFRÅGOR	50
17.6	SPECIELLA TEKNIKFRÅGOR	50

Bilagor

BILAGA A. REDOVISNING AV ENERGIBEHOVEN ENLIGT STUDIerna.

BILAGA B. FRÅGOR OCH KONSEKVENSER FÖR ELBRANSCHEN

BILAGA C. OFFERT OCH PROJEKTBEKRIVNING

BILAGA D. GENOMGÅNGNA STUDIER OCH FÖRDELNING PÅ MEDVERKANDE

**BILAGA E. VISIONER FÖR DEN TEKNISKA UTVECKLINGEN ENLIGT GENOMGÅNGNA
STUDIER**

**BILAGA F. OSÄKERHETER OCH KUNSKAPSBRISTER ENLIGT GENOMGÅNGNA
STUDIER**

BILAGA G. TILLKOMMANDE STUDIER

Del 1. Strategiska frågor och Framtidsbilder

1 Projektets syfte och arbetssätt

Projektet syftar till att - på basis av redan gjorda eller pågående framtidsstudier - framställa tydliga framtidsbilder om viktiga faktorer för företagen i Elforsks ägarkrets så att:

- Företagen får ett underlag för egna analyser och så att de kan dra egna slutsatser av strategisk och annan karaktär medan Elforsk och företagen tillsammans kan dra slutsatser av branschgemensam karaktär. Projektets produkt för dessa syften är en systematisk genomgång av ett antal genomförda framtidsstudier och liknande studier (t ex visioner samt s.k. färdplaner ("road maps") som t ex utarbetats av US DOE, EPRI och EU för specifika områden). (Fas 1)
- Elforsk, från den systematiska genomgång av branschgemensamma frågor som nämns i föregående punkt, kan dra slutsatser om kommande gemensamma forskningsinsatser som kan intressera företagen i ägarkretsen och andra finansiärer. (Fas 2)
- Kompetensen hos unga medarbetare (i ägarföretagen och Elforsk) ökas genom aktivt arbete i projektet. (Fas 1 och Fas 2)

1.1 Arbetssätt

Under den första fasen av projektet har de yngre deltagarna från företagen i Elforsks ägarkrets gått igenom och sammanfattat ett antal framtidsstudier inom energiområdet. Två seminarier/workshops med grupparbeten har hållit 2004-03-23—24 kallad "Framtidsmässan" och 2004-05-26 (kallad Workshop). En arbetsrapport förelåg under våren och har successivt bearbetats under hösten 2004. Projektet har redovisats vid Elforskdagen i oktober och arbetsrapporterna från fas 1 och fas 2 har diskuterats med Elforsks alla programråd vid ett seminarium 2004-11-25 och vid ett par tillfällen separat för Elforsks programråd för Omvärld och System. Framförda synpunkter vid dessa tillfällen har inarbetats i denna rapport. Den syftar i denna del till att vara en syntes av arbetet i projektets fas 1 med tonvikt på slutsatser av betydelse för *branschen*. Separata rapporter finns om de genomgångna studierna. Här redogörs för innehållet i dessa så långt det behövs för sammanhangets skull och för att underbygga slutsatser.

Rapporten är i huvudsak strukturerad efter de "fasta frågor" som anges i projektbeskrivningen. (*Bilaga C*). För att göra rapporten mer överskådlig har relativt omfattande redovisningar av energibehoven i de olika studierna samt av strategiska frågor lagts i bilagor (*Bilaga A resp. B*) och i huvudtexten koncentrerats till förhållanden av betydelse för svenska elföretag. Bilagorna rekommenderas till läsning eftersom de innehåller en faktasammanställning som knappast finns någon annanstans.

2 Framtidsbilder för 2020-2050

Ett syfte med projektet är som sagt att framställa tydliga framtidsbilder om viktiga faktorer för företagen i Elforsks ägarkrets. De valda framtidsbilderna är ett resultat av analysen i hela rapporten men vi har valt att lägga beskrivningen av dem tidigt i rapporten.

2.1 Vad är en framtidsbild?

Med en framtidsbild menas här

- En kort beskrivning av ett framtida Sverige och Nordeuropa belysta i termer relevanta för elföretag dvs. politik- och näringslivsutveckling samt energi- och elbehov.
- Till detta en kort beskrivning av hur utvecklingen kan tänkas förlöpa från ”nu” till ”då”.

En viktig utgångspunkt för detta projekt var att inte göra en scenariostudie till utöver de många som redan finns utan att dra slutsatser av gjorda studier. Vi har därför valt framtidsbilder som så långt som möjligt kan baseras på underlag från de gjorda studierna. Vad beträffar beskrivningar av ”vägen dit” finns detaljerat underlag endast i några av de studier vi använt.

Framtidsbilder för vårt syfte bör:

- Se utvecklingen i Sverige och dess närområde mot en global bakgrund.
- Vara olika för att täcka in en osäker framtid.
- Kunna användas för att prioritera
 - strategiska frågor.
 - forskningsprojekt och identifiera robusta forskningsprojekt dvs. sådana som är relevanta även under varierande förutsättningar om framtiden.

I kapitel 10 har de viktigaste frågorna för branschen extraherats. En viktig egenskap hos bra framtidsbilder är att de är konsistenta med sina förutsättningar. Det medför bl.a. att alla viktiga frågor inte är viktiga i alla framtidsbilder och att viktiga frågor måste kombineras inom ramen för resp. bilds ”inre logik”. Alla framtidsbilder måste ha grundförutsättningar, vilket återigen leder till, att allting man kan föreställa sig inte inträffar på en gång. Framtidsbilder blir mest användbara om de används för att belysa ett fåtal huvudfrågor i detta fall två st. nämligen vägledning för branschmässigt handlande resp. att vara bas för bra forskningsprojekt.

I *branschperspektivet* är framtidsbilder av intresse i både kort, medellångt och långt tidsperspektiv, av naturliga skäl med fallande prioritet längs tidsaxeln. Detta projekt ger inte så mycket underlag för åtgärder i det korta perspektivet men förhoppningsvis något. Flera kortsiktiga frågor på vår lista är redan föremål för branschgemensamma åtgärder.

I *forskningsperspektivet* finns det behov av framtidsbilder på medellång och lång sikt. Tidsperspektivet bör vara så långt att en forskningsinsats som startar ”idag” har hunnit ge resultat och tillämpningar i verkligheten i den aktuella ”Framtiden”, vilket vanligen handlar om ett tidsperspektiv på 10 år eller mer. I projektet fas 2 har vi bearbetat resultatet av fas 1 och försökt formulera forsknings- eller forskningsliknande projekt, som kan ge svar på några av frågorna och minska osäkerheterna.

De valda framtidsbilderna gör inte anspråk på att vara förutsägelser men de täcker tillsammans in ett betydande område av osäkerheter.

De tre starkaste globala drivkrafterna inom energiområdet är:

- Att säkra tillförsel av energi för en växande världsbefolkning i synnerhet för den stora del av jordens befolkning som i dagsläget helt saknar eller har otillräcklig försörjning med energi i synnerhet el. I alla studier som vi granskat kommer fossila bränslen att fortsätta att vara den dominerande energikällan i världens energiförsörjning under det innevarande seklet.
- Klimatfrågornas betydelse och de hot som ligger däri erkänns av allt fler men det saknas ännu en stark internationellt omfattande politisk vilja att vidta kraftfulla åtgärder. Viljan att handla är starkast uttryckt i delar av den industrialiserade världen men det i sammanhanget särskilt betydelsefulla USA intar en avvaktande hållning.
- En ytterligare drivkraft för den tekniska utvecklingen är att i alla större globala studier från WEC IEA och EU m fl. organisationer *förutses energi bli dyrare* på sikt särskilt från olja och naturgas beroende på ökande efterfrågan och minskande råvaruresurser, i vissa fall kombinerat med inverkan av styrmedel mot fossila bränslen. Samtidigt kan noteras att ingen av dessa studier behandlar vare sig tillfälliga kriser i försörjningen med fossil primärenergi eller redovisar några större bekymmer för att resurserna av olja och naturgas skall visa sig otillräckliga fram till åtminstone 2030.

Eftersom fossil energi blir dyrare i alla framtidsbilder, som vi sett, blir också högre verkningsgrad av ökande intresse i alla energiomvandlingskedjor som innehåller fossila bränslen liksom energieffektivisering. Detta blir ännu mer utpräglat i framtidsbilder som innehåller kraftiga styrmedel mot användningen av fossila bränslen.

2.2 Valda framtidsbilder

Vi har valt följande framtidsbilder av skäl som redovisas i det följande:

- *Ett uthålligt elsystem för Sverige*
- *”Business as usual”*. Sverige och Norden följer EU:s utveckling som i den genomgångna studierna av EU 15 och IEA:s World Energy Investment Outlook.

- **Klimat effekter blir påtagliga.** Världen, Europa och Sverige klarar *inte* uppsatta klimatmål men effekter av klimatförändringar blir påtagliga.
- **Koldioxidlagring i stor skala.** Koldioxidlagring blir ekonomiskt möjlig i stor skala.
- **Andra framtidsbilder**

Samtliga bilder utgår från ett globalt perspektiv som i sin tur är en utgångspunkt för utvecklingen i Europa och Sverige.

Ett uthålligt elsystem för Sverige. Skälet för denna bild är att förutsättningarna i Ett uthålligt elsystem för Sverige (från 1996) fortfarande sammanfaller väl med svenska politiska mål om uthållig utveckling. En grundförutsättning för denna framtidsbild är att världen kommer att ta samordnade och internationellt harmoniserade krafttag för att minska CO₂ utsläppen.

Business as usual. IEA:s World Energy Investment Outlook och EU:s World Energy, Technology and Climate Policy Outlook ger i sina referensscenarier en ”business as usual” betonad bild av framtiden.

Det finns två skäl för att ha med en sådan bild. Det ena är att internationella överenskommelser om minskade CO₂-utsläpp kan dra ut på tiden. Det andra skälet är, att det kan vara ett rimligt antagande för en framtidsbild, att utvecklingen i Sverige och Norden i stora drag följer utvecklingen i Europa i övrigt, om Europa fortsätter att integreras i allmänhet och på energi- och elmarknaderna i synnerhet. Förutsättningarna för referensscenariot i EU-studien är att utvecklingen följer nuvarande trender och att endast bindande beslut som redan tagits nationellt och internationellt vid sekelskiftet 2000/2001 är i kraft, t. ex. ingår inte förutsägelser om fortsättningar av Kyotoöverenskommelsen.

Klimat effekter blir påtagliga. Denna framtidsbild är närmast en variant på den föregående. I denna bild har åtgärder mot CO₂ -utsläpp inte blivit särskilt kraftfulla eller har åtminstone inte satt nämnvärda märken men klimat effekter, sådana de nu förutses, har börjat bli påtagliga. Det finns inte mycket underlag beträffande konsekvenserna av klimatförändringar för elföretagen i det material vi behandlat men andra studier kan vara en utgångspunkt för sådana överväganden.

Koldioxidlagring i stor skala. Denna framtidsbild motiveras av att om CO₂ -avskiljning och -lagring i stor skala lyckas tekniskt, ekonomiskt och acceptansmässigt kan det rådande synsättet på fossila bränslen ändras och i alla händelser skulle en sådan utveckling påverka vilka styrmedelsinsatser mot CO₂ -utsläpp som kommer att sättas in och med vilket tempo detta sker. En sådan framtidsbild skulle förena de två starka och motstridiga globala drivkrafterna i utvecklingen nämligen att minska klimatpåverkan och världens beroende av fossila bränslen för sin energitillförsel. Det finns inte i vårt material några studier som explicit utgår från förutsättningen att CO₂ -lagring skulle lyckas i stor skala, även om vissa studier har själva möjligheten med i sin uppsättning av framtida tekniker.

Andra framtidsbilder. Andra framtidsbilder kan vara av stort intresse, t ex sådana som belyser inverkan av tänkbara kriser såsom i oljeförsörjningen, en stor kärnkraftolycka i spec. i närområdet, terrorism mot elförsörjningen etc. Vi har dock inget underlag för sådana frågor i de studier som behandlats i projektet. Sådana bilder kan vara intressanta uppslag för nya forskningsprojekt.

2.2.1 Ett uthålligt elsystem för Sverige

Denna framtidsbild finns bland de behandlade studierna. Dess utgångspunkt var att se om Sveriges elförsörjning år 2050 kan baseras på förnybar energi och vilka förutsättningar som i så fall måste vara uppfyllda. Slutsatsen blev att ett uthålligt elsystem är möjligt givet ett antal förutsättningar. Frågan om ”vägen dit” har belysts i Elforsks projekt Elsystem med Distribuerad elproduktion och dess miljöaspekter har belysts i SAME-projektet. Båda dessa studier finns bland de behandlade.

Förutsättningarna

- Tidshorisonten är ca.2050.
- Världen tar klimatfrågorna på allvar och kraftiga internationellt harmoniserade styrmedel mot användning av fossila bränslen införs.
- Som följd därav blir energi dyrare än nu.
- Detta leder i sin tur till att ”nya” energitillförselsätt, spec. förnybara, och ”nya” åtgärder för energieffektivisering kan bli konkurrenskraftiga och att FUD inom dessa områden därför blir ekonomiskt intressant.

Framtidsbilden kännetecknas av

- En öppen europeisk energi- och elmarknad.
- Stora internationella FUD-insatser görs under lång tid och inom en lång rad områden på både tillförsel- och användningssidan av elsystemet.
- Dessa insatser har hunnit leda till att energianvändningen i Sverige minskar i industri, bostäder/lokaler och transporter. Den svenska industristrukturen med en omfattande basindustri består och ökar sin produktion men energiintensiteten i denna minskar ännu mer. Nya effektiva elbaserade processer i industrin tillkommer.
- I Sverige ökar elbehovet långsamt under de första decennierna under 2000-talet för att senare gå tillbaka och år 2050 ligga ungefär på dagens nivå.
- Vattenkraften är fortfarande basen i ett uthålligt elsystem för Sverige. Biobränsle vindenergi och på längre sikt även el från solceller ger stora bidrag till värme- och elförsörjningen. Svensk kärnkraft används under ”vägen dit” så länge den är säker och ekonomisk. Naturgas utgör en temporär brygga mellan ”nu” och ”då”. Elproduktionsanläggningar finns i många storlekar. Ellagringsproblemen med vattenkraftens som grund antas vara lösta så att stora mängder förnybar elenergi kan integreras i systemet.

2.2.2 Business as usual

EU-studien World Energy Technology Climate Policy Outlook arbetar med två scenarier varav vi här använder referensscenariot. I studien är detta scenario till för att vara en måttstock för alternativa scenarier och för åtgärder som behöver sättas in för att

minska CO₂ -utsläppen. (Studien innehåller också ett ” CO₂ Abatement Scenario”). Studien är global men särredovisar förhållanden inom främst EU 15 och i någon mån EU 25.

Förutsättningar

- Tidshorisont 2030.
- Befolkningsutvecklingen i EU 15 förväntas vara stabil (t.o.m. med en liten minskning mot slutet av perioden.
- Inga nya kraftfulla internationella beslut om policies eller styrmedel mot utsläpp av växthusgaser fattas, utöver de som gällde vid sekelskiftet 1900/2000.
- Framtiden betingas av de trender som rådde ca år 2000 vad beträffar t ex omstruktureringen av världsekonomin.

Framtidsbilden kännetecknas av:

Frihet från överraskningar av de alla slag.

Globalt domineras energiförsörjningen av fossila bränslen. De globala CO₂ -utsläppen 2030 ökar till det dubbla gentemot nivån 1990. Motsvarande ökning inom EU är 18%.

Världsmarknadspriserna på olja och gas stiger medan kolpriset ligger ganska stilla. Mellanösterns andel av oljeleveranserna ökar.

Energibehovet i EU 15 ökar (med 0,4 %/år)i takt med ökande per capita inkomster (1,9% per år) men motverkas av att den totala energiintensiteten räknat på BNP avtar med 1,4 % per år. En viss mättnad inträder i innehav av bilar, kylskåp mm. De specifika uppvärmningsbehoven minskar i bostäder och lokaler men elanvändning för olika apparater ökar. Ökningen av slutanvändning av energi i EU blir mindre än 1/3 av den globala ökningen och fördelas med 0,7%/år i sektorn hushåll och jordbruk, 0,4%/år i transporter och 0,3%/år i industri. Att övrigsektorn (hushåll jordbruk, service) har den största ökningen av energibehovet är typiskt för alla industrialiserade delar av världen.

I industrisektorn minskar energiintensiteten globalt med 1.2 %/år i genomsnitt fram till 2030. De största minskningarna väntas i Asien (1,5% per år) Inom EU blir minskningen 0.9%/år vilket är lägst bland de industrialiserade länderna vilket i sin tur beror på att EU-länderna idag har den lägsta industriella energiintensiteten och därför startar från en låg nivå. I den modell som studien använder (POLES) indelas industri i järn och stål, kemi, icke-metaller och övrig industri. Viktiga energiintensiva branscher såsom massa och papper, aluminium och cement särredovisas alltså inte. Hur serviceindustri hanterats framgår inte explicit men förmodligen ingår den i hushålls- och jordbrukssektorn. Särskilt minskningar i energiintensitet redovisas för stålindustrin. EU behåller där sin tätplats men även de snabbväxande stålindustrierna i Indien och Kina effektiviseras i snabb takt. Studien innehåller inte någon analys av omlokalisering av energiintensiva produktionsanläggningar mellan regioner och inte heller inom t ex EU.

Ökningen av energibehovet för transportsektorn blir mindre än ökningen av per capita inkomsterna p.g.a. andra effekter såsom mättnad i bilinnehav, ökad trafikträngsel och omställning av fordonsparken p.g.a. ökade oljepriser¹.

Den globala elproduktionen väntas öka med 3 %/år eller från ca 12 000 TWh till 35 000 TWh. Mer än hälften av ökningen sker genom tekniker som kom fram under 1990-talet såsom kombinerade cykler, avancerad kolteknik och förnybar energi. De nya fossilbaserade teknikerna förutses i stor utsträckning ha ersatt konventionella värmekraftanläggningar mot slutet av perioden. Konventionell kolteknik minskar från 36 % år 2000 till 12 % år 2030. Naturgas ökar från 16 % till 25 % och avancerad kolteknik svarar för 33 % år 2030. Trots successiv nyutbyggnad minskar kärnkraftens andel från 18 % till 10 %. Vattenkraft minskar från 19% till 13%. Övriga förnybara källor ökar från 2% till 4%.

Elbehovet i EU 15 ökar med 1% år mellan 2000 och 2010 och med 1,6 % därefter. Elproduktionen ökar från ca 2200 TWh år 1990 till 3500 TWh år 2030 dvs. långsammare än det globala genomsnittet. Naturgas ökar sin andel från 18% till 45 % dvs. betydligt mer än världsgenomsnittet. Avancerad kolteknik får inte samma genomslag som för världen i stort medan andelen från förnybar energi blir betydligt större, nämligen 8%, trots att scenariot inte innehåller några speciella ytterligare stödåtgärder för förnybar energi. Beslut i början av 2000-talet i vissa EU-länder att fasa ut kärnkraftproduktion ingår inte. (Det är däremot oklart om det finska nybyggnadsbeslutet ingår). Trots detta minskar kärnkraftens andel från 35% år 2000 till 25% år 2030. Vattenkraftens andel minskar från ca 12% till 10%.

Den globala tekniska utvecklingen blir kraftig särskilt inom områdena, prospektering och utvinning av fossila bränslen, elproduktionsteknik baserad på naturgas och avancerad kolteknik, kärnkraft och förnybar energi samt effektivisering av industriprocesser särskilt inom energiintensiv industri.

Studien innehåller inte någon analys av ”vägen dit” men den bygger som sagt på framskrivning av nuvarande trender och är i så måtto överraskningsfri.

Framtidsbilden i svenskt perspektiv

Med svenska elföretags ögon framträder följande bild av utvecklingen i Europa och vårt närområde fram till 2030:

- Inga kraftfulla ytterligare internationella åtgärder vidtas mot utsläpp av växthusgaser även om enskilda länder kommer att vidta egna åtgärder.
- Fortsatt ekonomisk tillväxt och ökande per capitainkomster.
- En industristruktur som i långa stycken är likadan som idag men med ökad produktivitet och energieffektivitet och där servicesektorn ökar kraftigt som energi- och elkonsument.

¹ Transportsektorns energibehov har länge ökat i takt capita inkomsterna. En minskning av denna koppling (i studier ofta kallad ”decoupling”) kan vara på väg. Decoupling inom transportsektorn studeras i ett pågående -projekt inom STEM:s program Allmänna Energisystemstudier (AES)

- En växande europeisk elmarknad och en kraftig utbyggnad av dess elproduktion, dominerad av naturgasteknik och i viss mån kolteknik och kärnkraft.
- En kraftigare ökning av elproduktion med förnybar energi än för världen i allmänhet.

Ökningen av elproduktionen i EU är kraftigare än i Sverige i de fåtaliga prognoser på längre sikt som finns för Sverige. I STEM:s och Naturvårdsverkets rapport Kontrollstation 2004 anges sålunda en ökning av nettoproduktionen mellan 1990 och 2030 från 142 TWh till 158 TWh varav dock nästan hela ökningen ligger i början av perioden. I studien redovisas ingen ökning mellan 2010 och 2020.

2.2.3 Klimateffekter blir påtagliga.

Förutsättningar

- Tidsperspektiv 2030.
- Liksom i "Business as Usual" har inga ytterligare internationellt överenskomna kraftfulla styrmedel mot utsläpp av växthusgaser satts in och de som enskilda länder kan ha infört har inte gjort större verkan.
- Energisystemen utvecklas som i Business as usual.
- Effekter av klimatpåverkan av växthusgaser sådana de beskrivs i befintliga studier av effekterna visar sig tydligt under den studerade tidsperioden.

I de studier som vi granskat inom projektet finns inga analyser eller ens spekulationer om konkreta uttryck som klimatförändringarna kan ta sig men det finns i andra studier t ex:

- KVA:s studie för ca 15 år sedan som belyste effekterna av klimatpåverkan (enligt de första större modellberäkningarna i mitten av 1980-talet) på bl.a. svenskt skogsbruk, vattenkraft jordbruk mm.
- Ett pågående projekt inom Nordiska Energiforskningsprogrammet.
- SMHI:s klimatstudier.
- Övriga studier särskilt internationella från IIASA, WHO (sjukdomar och deras utbredning). Det kan också finnas studier i försäkringsbranschen av effekterna av extrema väder situationer.

Framtidsbilden i svenskt perspektiv

I studier av dessa slag finns ett antal effekter belysta för Norden av betydelse för elföretagen t ex:

- Höjning av medeltemperaturen och därmed effekter på värme- och kylbehov, fjärrvärmeunderlag mm.
- Påverkan på väder med mera extrema vädersituationer samt på nederbörden och dess fördelning och därmed på vattenkraftproduktionen.
- Förskjutningar i växtzoner. Påverkan på skogs- och jordbruk tillgång till biobränslen.
- I Europa finns allvarigare effekter befarade som t ex sänkningar av grundvattennivån.

En viktig fråga är att analysera det material som finns i gjorda studier beträffande effekter av klimatpåverkan i elföretagens perspektiv.

2.2.4 Koldioxidlagring i stor skala

För denna framtidsbild finns inget underlag i de granskade studierna. Vi känner heller inte till någon annan studie som analyserat frågeställningen på ett övergripande sätt även om sådana studier kan ha startats på olika håll i världen. IEA bedriver ett stort arbete inom området och i EU:s forskningsprogram finns stora projekt kring teknikfrågorna.

Stora förhoppningar knyts till möjligheten. Forskning och utveckling inom detta teknikområde kommer att ta stor plats framöver. En lyckad utveckling gäller inte bara tekniska och ekonomiska faktorer utan i hög grad även, acceptansmässiga, legala m fl faktorer.

Frågorna om kostnadsbild och potential för avskiljning och lagring av CO₂ (dvs. hur stora mängder CO₂ som kan lagras i olika geografiska regioner) innehåller av naturliga skäl mycket stora osäkerheter på nuvarande stadium. Inventeringar har gjorts i Sverige och på andra håll av lagringsvolymen i akvifärer, olje- och gasfält mm.

Klart är att de förväntade kostnaderna är så höga att det krävs kraftiga styrmedel för att göra denna tekniska möjlighet konkurrenskraftig med andra sätt att minska utsläpp av CO₂. Å andra sidan skulle en lyckad utveckling kunna leda till ökade möjligheter att utnyttja fossila bränslen utan ökad klimatpåverkan vilket vore en väsentlig option för framtiden. Den tekniska möjligheten har hittills diskuterats för stora energiomvandlingsanläggningar för el, värme och processenergi vilka kan förläggas till lämpliga lagringsformationer.

Väte som energibärare framför allt för transportsektorn har tilldragit sig ett ökande intresse på senare år. Ett skäl är att det billigaste framställningssättet för väte är via naturgas vilket givetvis leder till utsläpp av CO₂. Väteframställning från naturgas med CO₂ -lagring kan vara ett sätt att komma åt transportsektorns CO₂ -problem.

De direkta konsekvenserna för svenska elföretag är små på kort sikt p.g.a. den nuvarande elproduktionens sammansättning. Däremot kan konsekvenserna på den europeiska elmarknaden bli stora på längre sikt och därmed även för svenska elföretag. Konsekvenserna kan bli större om CO₂ -lagring kombineras med väteproduktion. Elforsk undersöker f.n. denna fråga i ett särskilt projekt.

3 Utgångspunkter

Villkoren för elföretagen på den svenska elmarknaden kommer sannolikt att förändras ganska radikalt under den närmaste 10 till 15-årsperioden. Det finns flera orsaker till detta, bl.a.:

- Krav på minskade CO₂-utsläpp.
- Styrmedel för detta t ex handel med utsläppsrätter och Clean Development Mechanisms CDM) inom EU.
- Ökad vikt för tillförselsäkerhet ("security of supply") inom energisystemet i allmänhet och elsystemet i synnerhet både internationellt, särskilt inom EU, och i Sverige.
- Konsekvenser av Bo Bylunds förhandlingsuppdrag om svensk kärnkraftavveckling. (Uppdraget avbröts i september 2004 varvid en trepartiöverenskommelse mellan (s), (mp) och (v) träffades att stänga Barsebäck 2 under 2005).
- Större rörlighet i priser.
- Effektknapphet och användarsidans anpassningsförmåga.
- Färre och större elföretag, ofta med stort utländskt ägande.
- Harmonisering av styrmedel inom EU.
- EU krav på ökad andel förnybar energi inom produktion av el och värme och inom transporter vilket kan komma att öka konkurrensen om förnybara energikällor.
- Ökat intresse för distribuerad elproduktion och tillhörande nätfrågor.
- Införande av elcertifikat.
- Ökad integrering inom det nordeuropeiska elsystemet, med friare handel, utbyggd överföringskapacitet och utjämnade elpriser.

4 Genomgångna studier

Studierna är förtecknade i *bilaga D* liksom vilka som utfört resp. genomgång.

Varje studie har gått igenom med ett antal fasta frågor eller rubriker för ögonen. Det bör påpekas att alla dessa frågor inte adresseras i alla studier. "Frågebatteriet" hade följande delar:

Inledning. Allmänna karakteristika för studien och när den gjordes.

Drivkrafter. Vilka huvudsakliga drivkrafter för utvecklingen av energisystemet anges eller kan identifieras?

Vilken samhällsutveckling skildras? Kort beskrivning av näringslivsstruktur (se även nästa avsnitt), ekonomisk nivå, levnadsvanor, dominerande värderingar etc.

Näringslivets struktur. Strukturförändringar i näringslivet i allmänhet. Förskjutningar mellan länder och regioner. Branscher som ökar resp. minskar i ekonomisk betydelse.

Nya branscher. Branscher som dör ut. Konsekvenser för elbehov och krav på elkvalitet.

Energibehov. Vilka el- energibehov förutses och hur fördelas dessa på sektorer?

Elförsörjningen. Vilka utsagor görs om den framtida (10-15 år) utbyggnad av elproduktion i Nordeuropa och om integrationen av den nordeuropeiska elmarknaden?

Konsekvenser för elbranschen. Hur beskrivs strukturen för "vår" bransch i framtiden? Hur beskrivs dess värderingar?

5 Återkommande drivkrafter

Allmänna observationer

- Flera internationella studier "sitter ihop" genom gemensamma modeller och scenarioantaganden t ex WEC och IPCC samt IEA:s olika studier.
- Flera internationella studier samt Elforsks studie Ett uthålligt elsystem för Sverige har som förutsättning att det tas kraftfulla internationella beslut om att minska användningen av fossila bränslen vilket också är förutsättningen för ett av scenarierna i IVA:s Energiframsyn.
- Liknande kopplingar finns även i studier på svensk nivå. Elforsks studier Ett uthålligt elsystem för Sverige, Elproduktion med distribuerad produktion och samprojektet SAME (STEM, Naturvårdsverket, Kraftverksföreningen, Elforsk och Fjärrvärmeföreningen) har t ex gemensamma utgångspunkter.
- Energiförsörjningens tillgångssida är vanligen mycket mer ingående beskriven än behovssidan, dvs. frågor om näringslivsstruktur och "hur folk har det" behandlas sparsamt eller inte alls. Detta kan tillspetsat uttryckas som paradoxen att efterfrågan inte är en tydligt utmejslad drivkraft.
- Oron för resursbrist t ex på olja är inte så stor i flertalet studier även om risker för tillfälliga kriser påpekas i vissa av dem.
- Inkomstgapet mellan i- och u-värld är en åtminstone implicit drivkraft. Det antas minska i de flesta av de globala studierna men spridningen är stor. Starkt växande ekonomier i befolkningstunga länder som Indien och Kina minskar inkomstskillnaderna i genomsnitt men optimismen är inte lika stor när det gäller stora delar av Afrika. EU kommer fortsatt att ha tredje högsta BNP/capita efter USA/Canada samt Oceanien. Den kinesiska ekonomin kommer att fortsätta växa och utgöra världens största ekonomi i perioden 2020-2030.
- Den organisation som genomfört studien präglar givetvis både dess värderingar och resultat.

Drivkrafterna beror på om resp. studies perspektiv är globalt, europeiskt eller svenskt/nordiskt. (Några regionala och lokala studier inom Sverige finns inte med).

Globala studier

De viktigaste drivkrafterna i de globala studier som granskats är:

- Skapa tillgång till energi för att en växande världsbefolkning skall kunna uppnå ekonomisk utveckling och förbättrad livskvalitet i form av t ex minskad analfabetism, minskade miljöproblem - och helt enkelt - ökad bekvämlighet.
- Enligt moderna uppgifter lever 1,6 miljarder människor fortfarande utan tillgång till el och ca 1 miljard människor lever utan tillgång till någon form av kommersiell energi. Dock visst finns det hopp; siffran för el var 2 miljarder för 5-6 år sedan.
- Den ökningstakt man räknar med för befolkningsutvecklingen förefaller ha minskat i de flesta studier jämfört med vad man antog i motsvarande studier för tio år sedan. För första gången i historien ökar världens befolkning nu mindre än den gjorde året innan.

- Öka försörjningstryggheten och minska beroendet av importerad olja från ”politiska krutdurkar”.
- Lösa klimatfrågan och skapa en uthållig energiförsörjning.
- Nya orättvisor mellan i- och u-värld kan komma t ex ett ökande IT-gap när det gäller access till IT som hjälpmedel vilket har viss uppenbar koppling till energi- och elförsörjning.
- Teknisk utveckling och innovationer är både drivkrafter och medel.

Europeiska studier

Drivkrafter i studier på europeisk nivå skiljer sig inte i princip från de globala dvs. även här gäller ökad försörjningstrygghet och minskad klimatpåverkan.

- Konsekvenserna av utökningen från EU 15 till EU 30 är ett eget ämne.
- EU:s roll och inflytande varierar mellan olika scenarier (i andra än EU:s egna studier).
- EU direktiven om andelen förnybar energi är en uttalad drivkraft i vissa studier.

Nordiska och svenska studier

Drivkrafter i studier på svensk och nordisk nivå har återigen samma huvudsakliga drivkrafter dvs. klimatfrågan och uthållig utveckling. Antagandena är oftast kopplade till europeisk och internationell utveckling och i vissa fall EU-direktiv om t ex förnybar energi (Nordleden).

- Tillförsäkerhet och effektproblem får större betydelse.
- Kärnkraften i Sverige en speciell omständighet.
- Avregleringen av elmarknaden och dess effekter på kort och lång sikt.
- Införande av styrmedel och andra instrument såsom försäljning av utsläppsrätter och elcertifikat spelar stor roll.
- Elbehovet liksom prognoser för dess utveckling på sikt visar långsammare tillväxt än tidigare med undantag för Finland.

Klimatfrågan är således en genomgående drivkraft men det finns exempel på scenarier som har denna fråga som parameter dvs. att den antas ha större resp. mindre vikt. Detta gäller t ex IVA:s Energiframsyn samt WEC:s studier och World Energy Outlook som arbetar med ett scenario av typen Business as Usual och ett med styrmedelsinsatser mot CO₂.

6 Skildrade samhällsutvecklingar

Samhällsutvecklingen är vanligen ganska översiktligt skildrad i studier på alla nivåerna. Genomgående är som sagt energisystemets tillförselsida bättre beskriven och analyserad än dess användningssida.

Några observationer:

- Befolkningsutvecklingen i världen visar stor spridning mellan olika scenarier. Den varierar t ex i WEC:s och IPCC:s scenarier mellan 6 och 18 miljarder för 2100 (men befolkningsprognoser idag pekar på lägre siffror för ett visst mållår än de gjorde för 10 år sedan).
- Den nuvarande u-världen ökar mer än den nuvarande i-världen.
- I de flesta utvecklade länder ökar andelen gamla i befolkningen medan andelen i arbetsför ålder minskar.
- I t ex IPCC:s studie finns 40 scenarier med drastiskt olika utvecklingslinjer. Gemensamt för de flesta scenarierna är att inkomstgapet mellan u- och i-länder minskar. WEC studien Global Energy perspectives har liknande scenarier.
- Urbaniseringen fortsätter t ex mot fler s.k. megastäder vilket innebär både uppenbara negativa faktorer såsom ökande miljöproblem, slumbildning, ökad kriminalitet mm, men också vissa ”plusposter” vad gäller möjligheterna att bygga ledningsbundna energiförsörjningssystem, som ger fler människor access till energi. Möjligheterna att bygga kollektiva transportsystem skulle också kunna öka. På den senare punkten visar dock utvecklingen hittills att bilinnehavet är bland det första som ökar när välståndet stiger. Invånarna i biltäta megastäder såsom Bangkok och Mexico City uppfattar säkert trafikköer som ett större problem än bilars miljöproblem.
- Energiintensiteten (definierad som energianvändning/per capitainkomst) minskar i samtliga IPCC:s och WEC:s scenarier. Minskningen varierar mellan $-0,5\%/år$ och $-1\%/år$. Minskningen är snabbast i de scenarier som kännetecknas av hög ekonomisk tillväxt och ökande per capita inkomster som båda bidrar till att investeringar kan göras, strukturförändringar i ekonomin vidtas och att överföringen av ny teknik underlättas.
- Miljömedvetenheten spelar stor roll men det finns olika ansatser i främst de globala studiernas scenarier. Det gäller såväl miljöfrågors påverkan i allmänhet på utvecklingen som betoningen av olika typer av miljöfrågor t ex globala vs lokala. Få länder accepterar att befolkningen eller betydande näringsverksamhet blir lidande till följd av för litet eller för dyr energi.
- I IPCC:s 40 scenarier varierar de globala utsläppen av CO₂ räknat som ton kol (GtC) från strax under dagens dvs. 6 GtC till över 35 GtC med en median på 15,7 GtC för år 2100.
- U-världens landsbygd kräver särskilda lösningar.
- I de flesta av de globala studierna antas att globalisering av ekonomin fortsätter, att handelshinder avskaffas, att marknader avregleras och att världshandeln ökar.
- I WEC:s studier hävdas dessutom att liberalisering av energisektorn i u-länder är en förutsättning för en positiv samhällsutveckling i allmänhet. (Bl.a. därför att det

anses vara en förutsättning för att energisektorn skall kunna attrahera det egna landets kapital för investeringar).

- I vissa studier förs detta vidare till en diskussion om en förändrad roll och ansvar för statsmakter. I och med att marknadskrafterna sträcker sig över nationsgränserna blir det svårare för stater att t ex höja skatterna och ändå bevara konkurrenskraften för företagen i det egna landet. För staten handlar det allt mer om att sätta reglerna så att marknader kan fungera effektivt.
- De flesta av studierna på europeisk nivå är gjorda i EU-regi och EU:s roll antas stark. I IVA:s Energiframsyn (Strukturpanelen) är dock en av scenarioparametrarna just EU:s styrka dvs. att EU utvecklas mot en starkare resp. svagare roll i scenarierna än EU har nu.
- Även i de studier där marknadsekonomi gäller som huvudriktning finns variationer i statsmaktens roll och ansvar t ex i hur starka styrmedel regeringar och överstatliga organ spec. EU kan sätta in.

7 Näringslivets struktur

Liksom för samhällsutvecklingen i allmänhet gäller att näringslivsutvecklingen är vagt beskriven såväl i de globala som de nationella studierna. Underlaget för följande avsnitt är därför delvis hämtat även från WEC-studien Energy End Use Technologies for the 21st Century. (Harald Haegermark har varit svensk representant. Studien avslutades i mitten av 2004 och redovisades vid årets WEC konferens i Sydney).

- Det finns viss spridning i antaganden om BNP-tillväxt mellan studier och delscenarier och likaledes stor spridning mellan geografiska regioner i ett och samma scenario i de globala studierna. Tillväxten ligger dock till synes relativt högt i synnerhet som genomsnitt för världen och över längre perioder. Typiska siffror är:
 - BNP växer globalt med ca 3 % per år.
 - I OECD 1,5 - 2,5%.
 - I utvecklingsländer ”In transition” med 5 - 10%.
- I de flesta utvecklade länder ökar servicesektorns andel av (en växande) BNP medan den traditionella industrins andel minskar. Begreppet servicesektor eller serviceindustri är brett och täcker så olika ting som vård, underhåll, varuhandel och –transporter, turism och underhållning, kvalificerade tjänster mm I Sverige svarar sektorn idag för ca 70 % av BNP och närmare 80 % av antalet arbetstillfällen (men inte för en motsvarande del av utrikeshandeln). Motsvarande siffror för konventionell industri är 25% av BNP resp. 18 % av antalet anställda. År 1965 fanns knappt 60 % av arbetstillfällena i service och 30 % i konventionell industri. Siffrorna kan i viss utsträckning vara bedrägliga eftersom de till en del beror på outsourcing från konventionell industri (som begrepp i ekonomisk statistik) till servicesektorn (dito) av t ex ekonomitjänster, personalmatsalar mm. Även i utvecklingsländer ”in transition” växer servicesektorn. Talande exempel kan vara den framgångsrika programvaruindustrin i Indien (och i starkt ökande utsträckning i Kina).
- Studierna innehåller sällan eller aldrig någon diskussion om att nuvarande industribranscher kan försvinna eller att nya kan komma till. Ingen av de studier vi gått igenom med möjligt undantag för IVA:s Teknisk Framsyn för t ex någon djupare diskussion om vad bioteknik kan innebära (annat än i en expanderande läkemedelsindustri). Inte heller finns mycket sagt om vad nanoteknik kan komma att betyda. IT tillmäts stor betydelse men vad detta innebär konkret är oftast vagt beskrivet. (Visst undantag för IVA:s Energiframsyn och Elforsks studie av IT-samhället).
- Energiintensiv industri dvs. papper och massa, järn och stål, kemi, cement med flera processindustrier svarar för den övervägande delen av industriell energi- och elförbrukning i de länder och regioner där den är lokaliserad. Dessa branscher har varit och är fortfarande i de flesta fall viktiga för Sverige och det kan vara värt att något diskutera förutsättningarna för dem eftersom de är viktiga inte bara för vår ekonomi utan också för vårt energisystems framtida utformning.

Lokalisering (i världen) av nya produktionsanläggningar i dessa energiintensiva industribranscher som kännetecknas av globalt verksamma koncerner bestäms av tillgången på billiga råvaror (inkl. transporter till fabriker), billig insatsenergi, närhet och transportkostnader till marknader samt lokala lagar och föreskrifter t ex miljöbestämmelser och tillgången till forskningsstöd, förutsättningar för personalrekrytering mm. I en globaliserad ekonomi spelar nationella hänsyn mindre roll än tidigare vid beslut om förläggning av investeringar. Nya anläggningar kommer att förläggas dit där det är bäst i en global koncerns perspektiv. Avancerad användning av IT och industriautomation kan öka frihetsgraderna för lokalisering ytterligare. Avvägningen mellan de bestämmande faktorerna för lokalisering faller olika ut för olika branscher.

Aluminium kan vara ett exempel. ALCOA:s planerade aluminiumverk på Island ligger inte särskilt nära stora marknader för aluminiumprodukter och ännu längre från råvaran dvs. bauxit som till stor del hämtas från Australien. Här är tydligen tillgången till billig el från vattenkraft det avgörande för lokaliseringen.

Svensk stålindustri har genomgått stora strukturförändringar de senaste 25-30 åren för att anpassa sig till ändrade förhållanden, där närhet till högklassig malm spelar mindre roll än tidigare. Sättet är och har varit att utveckla alltmer specialiserade produkter som dessutom är mer okänsliga för transportkostnader. Samtidigt sker en stor expansion av råstålindustrin i Kina.

Papperskonsumtionen ökar fortfarande i den industrialiserade världen och någon mättnad finns det ännu inga tecken på. Trots att man skulle kunna tro att IT och telemedier borde kunna leda till en minskning av konsumtionen har effekten snarast blivit den omvända hittills. Svenska komparativa fördelar, t ex närhet till råvara och relativt sett billig energi, har än så länge räckt för att klara konkurrensen, men när det gäller framtida lokaliseringar av nya anläggningar finns det olika besked från olika företagsgrupper i branschen.

Tillgång på papper anses dessutom vara en viktig grundläggande förutsättning för samhällelig utveckling i allmänhet (tidningar, böcker, läromedel, offentligt tryck). Många u-länder har i dag på en papperskonsumtion som ligger långt under vad som anses nödvändigt för detta syfte. Från den synpunkten är det både önskvärt och troligt att en betydande expansion av massa- och pappersindustri kommer att ske i andra geografiska marknadsområden än idag.

8 Miljöfrågornas behandling i scenarierna

Här återges den sammanfattning av miljöfrågorna som togs fram vid arbetsgruppens seminarium 2004-03-23—24 "Framtidsmässan".

IEA:s World Energy Outlook

I referensscenariot ökar utsläppen av CO₂ med 70 % till år 2030, mest i u-länder. Elsektorns andel av utsläppen ökar från 40 % till 43%. Inom EU ökar utsläppen från 3146 till 3829 Mton år 2030. Även inom EU ökar kraftproduktionens utsläpp. Infångning och lagring av CO₂ är ej medräknad. I studiens mer ambitiösa scenario (kallat Alternative Policy Scenario, APS) blir de globala utsläppen 9% mindre än i referensscenariot. Inom EU blir utsläppen 3100 ton; dvs en marginell minskning men dessförinnan en ökning.

WETO (EU: studie World Energy Technology and Climate Policy Outlook)

Världens koldioxidutsläpp ökar från 21 till 45 Gton/år mellan 1990 och 2030. De fossila bränslenas betydelse ökar från 81 % år 2000 till 88 % år 2030. Ökning för alla bränslen. Inom EU ökar utsläppen med 17 % fram till 2020. Kolanvändningen minskar först men trenden vänder och år 2030 är kolanvändningen något större än år 2000. Gasanvändningen ökar med 50 %.

Energy for Sustainable Development

Fokus på hållbar utveckling särskilt inom energiområdet samt p ökad energieffektivitet och ökad användning av förnybar energi.

IVA:s Energiframsyn.

I-ländernas CO₂ -utsläpp halveras till 2050 men frågan har låg prioritet i u-länder. Temperaturökning 1,4 grader. Med begränsade klimatåtgärder i i-länder och fortsatt låg prioritet för u-länder kan temperaturökningen uppgå till 5,8 grader.

Elforsks studie Elsystem med distribuerad elproduktion

Svenska CO₂ -utsläpp minskar med 1 Mt/år till 2050. Svavelutsläppen minskar med 3000 ton/år och Nox-utsläppen med 1000 ton/år. Studien berör förnybara energiformers miljöpåverkan.

SAME

Hur de svenska miljömålen kan klaras för energisektorn i ett läge utan kärnkraft. Hur detta klaras är inte belyst i referatet. Dock gäller följande:

Klimatmålet² är begränsande för användningen av fossila bränslen, eftersom vi har antagit att växthusgaserna inte kommer att avskiljas för deponering.

Med projektets förutsättningar kan målet nås genom lägre energianvändning samt ökad användning av förnybara bränslen och flödande energikällor.

² Utsläppen av koldioxid i samband med förbränning för el- och värmeproduktion skall högst vara 12 miljoner ton. Utsläppen av andra växthusgaser skall inte öka.

Klimatmålet rymmer dock en viss mängd fossila bränslen, i första hand naturgas. Ju högre effektivitet i energianvändning och tillförsel desto större flexibilitet i val av energislag.

Nordleden 2

Klimatfrågan i fokus med koppling till Kyotoprotokollet. Sverige klarar sina åtaganden i förhandlingen med EU.

9 Slutsatser om el- och energibehovsutvecklingen i Norden och Nordeuropa och fördelningen på sektorer på längre sikt.

Redovisningen av energibehoven enligt studierna är omfattande och innehåller mycket av faktamaterial och har ett värde som sammanställning. Vi har ansett det viktigt att den dokumenteras tillsammans med de synpunkter som kommit fram vid projektets seminarier. För att få rapporten mera överskådlig har vi dock valt att förlägga detaljredovisningen till *bilaga A* och att i detta kapitel redovisa slutsatser om el- och energibehovens utveckling i Norden och Nordeuropa.

Det är finns nästan inga prognoser på längre sikt om el- och energibehovens utveckling i Norden i de studier vi gått igenom.

I Nordleden 2 finns en ett specialfall där elproduktionen förväntas öka från ca 350 TWh (1995) till 420 TWh år 2050. En stor del av ökningen (40-45 TWh) ligger på vindkraft. En översikt av nordiska prognoser på längre sikt vore angelägen.

I avsaknad av bra nordiska prognoser på längre sikt i vårt material förs här ett kvalitativt resonemang som går successivt från det globala till det nordiska och svenska perspektivet. Under arbetets gång har tillkommit STEM:s och Naturvårdsverkets prognos till 2020, som tagits fram som underlag för Kontrollstation 2004 och avser klimatpolitiken.

9.1 Globala studier

Även på längre sikt kommer energi och elbehov att fortsätta att öka kraftigt globalt men ökningstakten dämpas i båda fallen i den industrialiserade världen. Elbehovet förväntas öka snabbare än det totala energibehovet i både i- och u-världen. De globala investeringarna i energisektorn förväntas bli dubbelt så stora 30 år framåt som de varit 30 år bakåt. (enligt IEA World Energy Investment Outlook, WEIO). Av investeringsvolymen svarar elsektorn för den övervägande delen. I den industrialiserade världen behöver ca 1/3 av den nuvarande kapaciteten för elproduktion ersättas fram till 2030. Kina blir en stor marknad för energiteknik.

Det mesta pekar på att energi blir dyrare på sikt. Fossila bränslen kommer att fortsätta att dominera energiförsörjningen globalt under åtminstone de närmaste decennierna, samtidigt som viss knapphet på olja och gas kan inträffa. Fördyringen beror på dels knappheten dels på styrmedel mot fossila bränslen, som främst i-världen kan tänkas införa. Inga studier som vi behandlat (men andra studier) diskuterar tillfälliga prischocker på fossila bränslen av den typ vi hade på 1970-talets slut men de geopolitiskt betingade riskerna för att sådana skall inträffa är uppenbara.

Huruvida de långsiktiga, icke tillfälliga prisökningarna, blir så stora att de får påtagliga effekter på BNP-tillväxten är svårt att bedöma. Ingen av studierna tar upp den aspekten utan ansatserna om BNP i scenarier görs oberoende av prisantaganden på fossila bränslen. Fördyringen innebär å andra sidan att insatser, särskilt FUD-dito, på

energiushållning, förnybar energi samt avskiljning och lagring av koldioxid ökar i lönsamhet.

9.2 Europeiska studier

I linje med vad som sagts under de globala studierna visar IEA-studierna på en ökning av det totala energibehovet i EU-länderna på i snitt 0,9% per år, varav 1,2% per år under perioden 2000-2010 och 0,7% per år under perioden 2010-2030 vilket är betydligt lägre än för världen som helhet och lägre i Europa än under tidigare perioder.

Fördelningen på sektorer i absoluta och i procent framgår av följande tabell:

Energibehov i EU-länderna, Mtoe

	2000	Andel %	2030	Andel %
Industri	325	30,9	380	28,0
Transport	317	30,1	448	33,0
Övriga sektorer	380	36,1	493	36,3
Förluster	30	2,8	37	2,7
Totalt	1052	100	1358	100

Industrins andel minskar alltså något medan transporter och övriga sektorer ökar sina andelar, varav transporter påtagligt och övriga sektorer marginellt. Som påpekat tidigare kan en del av överföringen mellan ”Industri” och ”Övriga sektorer” bero på outsourcing av tjänsteproduktion från konventionell industri till servicesektorn.

Elanvändningen i EU-länderna förutses öka med 1,4% per år i genomsnitt mot 2,4 % per år globalt dvs. mer än ökningen av det totala energibehovet. För EU-ländernas del innebär detta en reducerad ökningstakt från 2,9% per år under perioden 1971-2000. Användningen förväntas öka mest i bostads- och servicesektorn vilket torde innebära att industrin inte ökar lika mycket. (Tyvärr presenterar inte IEA studien någon närmare fördelning på sektorer för elanvändningen).

Översatt till elproduktion (EU studien World Energy etc.) blir utfallet: Total elproduktion år 2000 ca 2500 TWh, år 2010 ca 2750 TWh, år 2020 ca 3150 TWh och år 2030 ca 3550 TWh. Detta motsvarar en ökning på ca 27 % från år 2000 till 2020, d.v.s. en genomsnittsökning på 1.2 % per år. Till år 2030 är ökningen ca 41 %.

Fördelningen på produktionsslag:

Elproduktionskapacitet i EU-länderna (GW)

	1999	2010	2020	2030
Kol	146	134	122	136
Olja	78	77	55	33
Gas	90	176	310	372
Väte- bränsleceller	0	0	1	30
Kärnkraft	124	118	88	76
Vattenkraft, konv.	84	91	95	100
Vattenkraft, pump	33	33	33	34
Biobränsle	8	15	23	33
Vind	9	33	57	71
Geotermi	1	1	1	1
Sol	0	2	4	13
Havskraft	0	1	1	2
Totalt	573	679	792	901

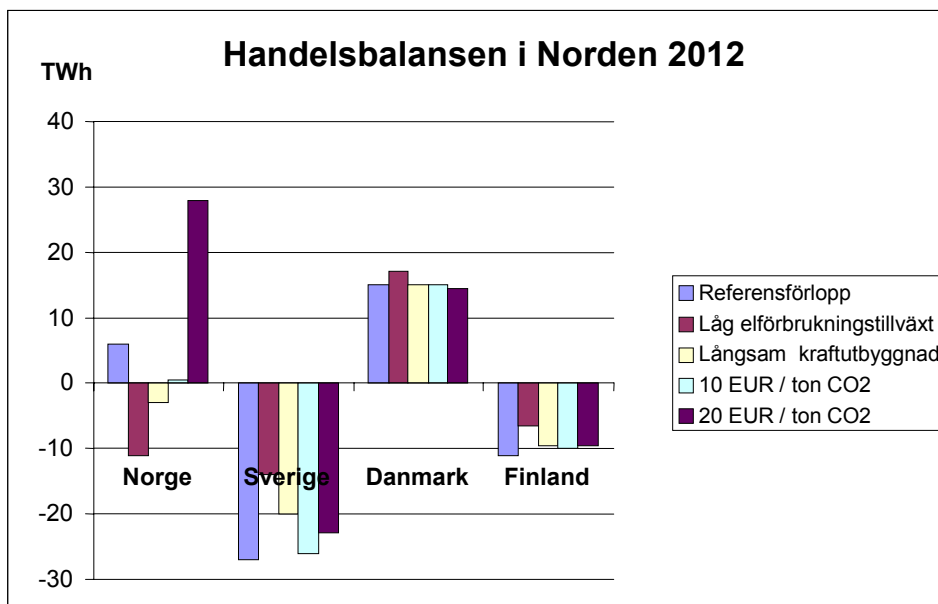
Enligt studien skulle det alltså bli en kraftig ökning av den naturgasbaserade elproduktionen, en mindre ökning av vattenkraften och en minskning av olje-, kol- och kärnkraft i perspektivet 2030. Ny kolteknik kommer in och ersätter gammal. Ny eller förnybar energi dvs. väte/bränsleceller, biobränsle, vind, sol och havskraft ökar visserligen kraftigt procentuellt men svarar inte för mer än ca 17% av hela elproduktionen år 2030 mot 3% idag. (detta lever inte upp till EU:s mål för förnybar energi).

9.3 Elproduktion i Norden och Sverige

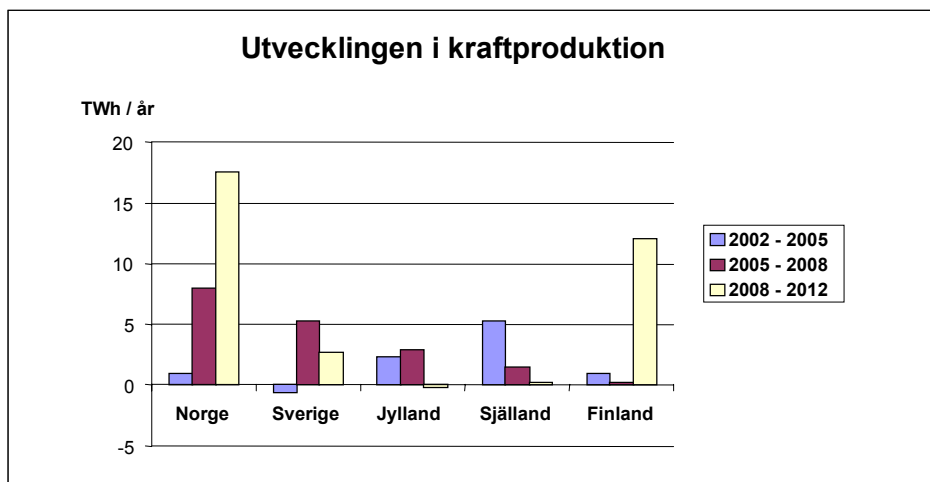
Nordleden 2 förser oss med en detaljerad bild för elproduktionens utveckling i Norden under den närmaste tioårsperioden under flera olika förutsättningar.

Om vi enbart ser till dess Scenario Referensförlopp blir Sverige en nettoimportör liksom Finland. Norge är nettoimportör i början och nettoexportör i slutet av perioden. De norska och finska underskotten minskar i slutet av perioden p.g.a. utbyggnad av norsk gaskraft resp. finsk kärnkraft. Danmark blir nettoexportör av sin kolkraft under hela perioden (i detta och andra scenarier i studien).

En mer detaljerad bild av handelsförhållandena i de olika scenarierna visar följande:



Utbyggnaden av elproduktionen i Referensförloppet visas i följande bild



Under perioden 2002-2005 kommer ökningen från vindkraft och kraftvärme. Minskningen i Sverige beror på stängningen av Barsebäck. Under perioden 2008-2012 kommer de stora ökningarna i Norge och Finland från gaskraft resp. det nya kärnkraftverket. Någon utbyggnad av vattenkraft förutses inte.

Vad beträffar utvecklingen i Sverige på längre sikt gäller, som framgått tidigare, att flera av de långsiktiga studier som vi behandlat dvs. Ett uthålligt elsystem för Sverige, SAME, Rum för Framtiden har tagits fram med speciella förutsättningar. IVA:s Energiframsyn har liknande utgångspunkter för vissa av sina utvecklingslinjer. Gemensamt för de förstnämnda är att de har haft mål om uthållig utveckling för ögonen. De kännetecknas därför av antaganden om långtgående energieffektivisering, viss omstrukturering av näringslivet mot mindre energiintensiv industri och stora inslag av förnybar energi. Naturgas ses ofta som en brygga mellan det nuvarande

produktionssystemet och ett som på lång sikt är baserat på förnybar energi. IVA-studien betonar väte som energibärare på lång sikt.

Vad beträffar elproduktionen i Sverige kommer dessa studier till nivåer vid mitten av detta sekel som ligger på den nuvarande nivån eller betydligt mindre.

Studien Ett elsystem med distribuerad Elproduktion bygger på grundantagandena i Ett uthålligt elsystem för Sverige och visar följande utveckling fram till 2050. Tre scenarier för elproduktionen ger mera detaljer. Det centrala är att elbehovet växer fram till 2020-2030 för att därefter avta (i enlighet med resonemangen i Ett uthålligt elsystem för Sverige).

År	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Totalt TWh	142	142	150	151	149	143	130

9.3.1 Elbalans till 2020 enligt STEM och Naturvårdsverket i Kontrollstation 2004

Energimyndigheten och Naturvårdsverket har haft regeringens uppdrag att utarbeta ett underlag för översynen av den svenska klimatstrategin vid Kontrollstationen 2004. Uppdraget redovisades i september/oktober 2004³ och har därför inte ingått bland de studier som arbetsgruppen granskat.

Arbetets syfte är beräkning av utsläpp av CO₂. Som led i detta har följande elbalans tagits fram för 2010 och 2020. (Fokus i arbetet ligger dock inte på elförsörjningsfrågorna). Framtagningen av prognosen har skett i dialog med olika parter i bl.a. näringslivet. (Det framgår inte klart hur förluster i systemet redovisats, vilket förmodligen är förklaringen till att man inte får fram summorna genom att addera delarna i den följande tabellen). För övriga allmänna antaganden om utvecklingen av BNP, industriproduktion mm hänvisas till rapporten).

Basåret i prognosen år 2000 var enligt rapporten speciellt. År 2000 var ett våtår då vattenkraftproduktionen uppgick till ca 78 TWh. Kärnkraftproduktionen var betydligt lägre än vad som gick att producera med tillgänglig kapacitet och uppgick till 54 TWh. Låga priser på Nordpool gjorde att det blev billigare att importera el från Norge. År 2000 var dessutom nästan 20 % varmare än ett år med genomsnittstemperatur. Prognoserna för 2010 och 2020 utgår från att dessa år blir normalår betr. både medeltemperatur och vattenkraftproduktion.

I rapporten utgår man vad kärnkraften beträffar från att kärnkraftblocken avvecklas 40 år efter resp. startår samt att Barsebäck 2 avvecklas före 2010. Elcertifikatsystemet antas vara i bruk under hela den studerade perioden.

³ Prognoser över utsläpp av växthusgaser. Delrapport 1 i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till Kontrollstation 2004 Sept/oktober 2004

Elbalans enligt Kontrollstation
2004
(TWh)

	1990	2000	2001	2010	2020
Totalt användning netto	139,9	146,5	150,4	154,2	160,2
Industri	53	56,9	56,2	60,6	63,1
Transport	2,5	3,2	2,9	3,3	3,5
Bostäder och service	65	69	73	74,6	77,6
Fjärrvärme och raffinaderier	10,3	6,4	6,7	4,1	3,9
Nettoproduktion	141,7	142	157,8	157,5	157,9
Vattenkraft	71,4	77,8	78,6	69	69,5
Vindkraft	0	0,5	0,5	3,5	10
Kärnkraft	65,2	54,8	69,2	63,6	42,5
Kraftvärme industri	2,6	4,2	3,8	5,5	5,5
Kraftvärme i fjärrvärmesystem	2,4	4,7	5,7	15,5	22,7
Kondens fossila bränslen	0	0,1	0	0,5	7,6
Import-Export	-1,8	4,7	-7,3	-3,3	2,3
Total tillförsel netto	139,9	146,5	150,4	154,2	160,2

Nettoproduktionen i Sverige stagnerar enligt antagandena i prognosen mellan 2010 och 2020 till följd av att kärnkraftproduktionen minskar kraftigt under perioden. Den största ökningen i elproduktionskapaciteten sker i kraftvärmeverk (i fjärrvärmesystem). Produktionen från biobränsleeldade KVV förväntas öka till 2010 med 9TWh och från naturgaseldade verk med 4 TWh. Ökningen fortsätter under perioden 2010 till 2020.

10 De viktigaste frågorna för elföretagen

Även denna del av materialet är omfattande och innehåller referat av delrapporterna samt synpunkter framförda vid projektets seminarier. Av samma skäl som gällde för kapitel 9 om Energibehoven har vi ansett det viktigt att dokumentera materialet men vi har förlagt detaljredovisningen till *Bilaga B*. Den innehåller en lång bruttolista av (delvis överlappande) frågeställningar, synpunkter och kommentarer. I detta kapitel kondenseras bilagan till de viktigaste frågorna för elföretagen och dubbeltäckningar har tagits bort. Frågorna är viktiga i olika tidsperspektiv, från närtid till - i vissa fall - en avlägsen framtid. Vi har inte särskilt markerat tidsperspektivet för varje enskild fråga utan hoppas detta framgår av frågans art. Även här går vi successivt från ett globalt till ett svenskt och nordiskt perspektiv.

Många av de frågor vi kommit fram till saknar idag svar eller innehåller betydande osäkerheter. Förhoppningen är att frågor har kunnat formuleras bättre och sättas i sammanhang med varandra genom arbetet och diskussionerna under projektet. Varken allt ”gott” eller allt ”ont” sammanfaller i olika tänkbara framtider. I rapporten från projektets fas 2 skisseras forskningsprojekt som kan hjälpa till att få svar på de viktigaste frågorna.

10.1 Elsystemets utveckling

Världens elbehov förväntas öka kraftigt, särskilt i dagens snabbväxande ekonomier i Asien och i synnerhet i Kina men även i övriga delar. Möjligheterna för teknisk utveckling och gynnsamma affärer är stora. Nya frågor kommer. Sålunda blir den globala vattenförsörjningen en allt viktigare men ännu inte så observerad resursfråga i energisammanhang. En betydande elanvändning för avsaltning av havsvatten kan bli aktuell.

I den industrialiserade världen förutses både nybyggnadsbehov men också stora reinvesteringsbehov. Hot och osäkerheter finns särskilt rörande:

- Kapitalförsörjningen. Stabila politiska ramverk behövs som minskar osäkerheter för investerare.
- Det finns frågetecken om världens forskningsinsatser genom stater och företag utvecklas i tillräcklig omfattning för att möta de globala behoven.
- Långdragna lokaliseringsprocesser.
- Osäkerhet om framtida styrmedel inom energi- och miljöpolitik.

10.2 Liberaliserade energimarknader

De flesta globala studierna utgår antingen från eller är positiva till fortsatt liberalisering av energimarknader. Vissa studier ser detta t.o.m. som en förutsättning för att lösa de stora energiproblemen i världen.

Hot och osäkerheter

- Liberaliseringen i u-länder och länder ”in transition”, även sådana i vårt närområde, antingen försenas, stannar upp eller kommer inte ens igång.
- Krav på återregleringar eller senareläggning av liberalisering kan komma även i industrivärlden genom t ex:
 - Bristande förtroende för elmarknadens aktörer.
 - Att ”marknaden” anses oförmögen:
 - Att hantera externaliteter.
 - Att investera i lösningar som tillfredsställer långsiktiga mål.
 - Att statliga styrmedel och regleringar i avreglerad elmarknader utformas utan hänsyn till en marknads krav. Ett exempel på regleringar som har marknadskomponenter är handel med utsläppsrätter.
- Befintlig och ny kärnkrafts roll i avreglerade elmarknader.
- De studier vi granskat tar i mycket liten utsträckning upp kundbeteenden mm på en avreglerad marknad och där finns stora kunskapsluckor.
- Hantering och ansvarsförhållanden för effektfrågor får allt större betydelse.
- I större elmarknader t ex den blivande europeiska finns överförings- och flaskhalsproblem som kan stoppa upp utvecklingen mot en fri elmarknad.

Ett bättre förtroende för elmarknadens aktörer är givetvis en kärnfråga för elbranschen. Några kommentarer från projektarbetet kan vara av intresse.

- För branschen är det en självklarhet att god elförsörjning är en grundförutsättning för tillväxt i samhället som helhet. Detta behöver dock preciseras och kommuniceras bättre till beslutsfattare och allmänhet.
- Långsiktiga satsningar på FoU är en förtroendeskapande åtgärd.
- En stor del av energiföretagens personal kommer att gå i pension inom ett 10-tal år. Idag agerar endast ett fåtal företag för att nyanställa och säkerställa sin kompetensförsörjning. Bristen på arbetstillfällen i branschen för unga välutbildade människor kan också leda till att ungdomar inte väljer utbildningar som passar in på branschens behov.

En allmän slutsats för branschen är att det är viktigt att ta initiativ i framtidsfrågorna och visa på att den stödjer en positiv samhällsutveckling, för att inte bli utsatt för negativa konsekvenser och få ett begränsat handlingsutrymme i den framtida utvecklingen.

10.3 Energibrist och försörjningstrygghet

Brist på energivaror såsom olja kol och gas diskuteras men framstår (egendomligt nog) inte som särskilt stora hot i flera globala studier med visst undantag för EU:s. Utvecklingen på oljemarknaden under 2004 och de kraftiga prisökningar vi sett har av förklarliga skäl inte satt några spår i de studier vi granskat. Tillfälliga ”oljekriser” omnämns men behandlas inte nämnvärt.

Även om elförsörjningen i Sverige inte är någon stor konsument av olja, gas och kol är det viktigt för elbranschen att följa utvecklingen på dessa marknader både från aspekten el som alternativ till bränslen och för nyutbyggnad av den svenska elproduktionen t ex genom naturgas.

En annan viktig fråga är hur branschen kan hantera framtida större kriser, t.ex. i form av en kärnkraftsolycka någonstans i världen, sammanbrott av oljeproduktionen från Saudiarabien eller terrorism riktad mot elförsörjningen.

10.4 Miljöfrågor på olika nivåer

Synen på miljöfrågor som hot och möjlighet varierar mellan studierna. Som karakteristik gäller att klimatfrågorna eller - mera allmänt - strävan mot en uthållig utveckling spelar successivt större roll när vi går från de globala till de nordiska och svenska studierna. I flera globala studier anses att lokala miljöproblem kommer att ha spela större roll än globala.

Det är ingen nyhet, men bör ändå sägas i sammanhanget, att det särskilt i Sverige finns en tydlig politisk målkonflikt mellan mål för miljö, tillväxt, ny elproduktion och kärnkraftsavveckling.

Miljöfrågor växlar i betydelse över tid. Det är därför strategiskt viktigt att ha grepp om vilka framtidens miljöfrågor blir.

- Igår t ex försurning.
- Idag CO₂ och klimat.
- Blir det i morgon t ex partiklar och/eller marknära ozon?

EU:s minskningar av CO₂ -utsläpp spelar en måttlig roll i det globala perspektivet men EU kan bli en föregångare inom området och utveckla CDM (Clean Development Mechanisms) och JI (Joint Implementation).

En viktig fråga – kanske en av de allra viktigaste idag - är om teknik för CO₂ -avskiljning och lagring kan uppnå ekonomi och få allmän acceptans. CO₂ -avskiljning och -lagring ses som en viktig möjlighet för framtiden vid sidan av de mera traditionella verktygen för minskad oljeförbrukning och CO₂ -minskning, dvs. ökad verkningsgrad, mera energieffektiva processer på användningssidan, ökad användning av förnybar energi och i vissa fall kärnkraft. Elbranschen måste ha ett gott grepp om dithörande frågor.

En av våra framtidsbilder utgår från att vi kommer att se kraftiga och påtagliga effekter av klimatpåverkan, t.ex. översvämningar innan världen har ställt om sig i uthållig riktning. Vilken beredskap kan man ha för detta och hur påverkas t ex kunders beteenden?

10.5 Styrmedel

Styrmedelsfrågor för uthållig utveckling i allmänhet och CO₂ frågorna i synnerhet spelar stor roll i scenarier för Europa, Norden och Sverige och delar av OECD-området men mindre roll i vissa globala studier. I Nordleden förs en utförlig diskussion om inverkan av olika styrmedel och kombinationer dem emellan på elförsörjningen i Norden under den närmaste tioårsperioden.

Viktiga frågor:

- Förutsägbara EU-harmoniserade styrmedel krävs för att ge industrin inkl. elföretagen goda förutsättningar att hävda sig åtminstone på EU-nivå. Trots detta kan man tänka sig en utflyttning av företag till regioner som står utanför klimatåtaganden och andra styrmedel.
- Det finns idag kunskapsluckor som gäller vilka konsekvenser på energi- och elmarknaderna, som både redan implementerade och tänkbara framtida styrmedel leder till och hur styrmedel ska designas för att fungera på ett optimalt sätt och minimera oönskade sidoeffekter?

10.6 Industriell och samhällelig utveckling i Sverige samt konsekvenser för svensk elbransch och utvecklingen av elbehovet i Sverige.

Under projektets grupparbeten har frågan om det svenska elbehovets, särskilt det industriella elbehovets utveckling, på sikt varit bland de högst prioriterade frågorna. Den är inte nämnvärt belyst i de behandlade studierna. Det finns ett antal delfrågor såsom:

- Finns det en mättnadseffekt? Tecken på detta finns i de senaste årens minskning av elbehovet.
- Näringslivets struktur är känslig för energipriser, arbetskraftskostnader och övriga regelverk. Kommer Sveriges elintensiva industri att öka, stagnera eller t.o.m. minska p.g.a. lokalisering till nya länder i globaliseringens tecken. Klarar vi att behålla kvalificerad verkstadsindustri? En delfråga är om vi klarar att behålla FoU och produktutveckling i Sverige? Tillväxten inom FoU intensiv verksamhet i Kina och Indien är påtaglig.
- Kommer en ev. minskad industriell elförbrukning att leda till ökade exportmöjligheter för ”frigjord el” eller läggs befintlig elproduktionskapacitet ner om elbehovet minskar.
- Effektiv energianvändning kan betyda ökad elanvändning. Energieffektiviseringstjänster har andra dimensioner än bara sparande. De kan också ses som kundvård.
- Kommer satsningar på Demand Side Management DSM att öka i förhållande till satsningar på ny produktion? Det kräver i så fall mycket fler beslut eftersom antalet aktörer ökar drastiskt.

Ett grupparbete i projektet resulterade i bl.a. följande slutsatser:

- En konsekvens av att elanvändningen ökar och miljökraven skärps är att ny kärnkraft måste in i systemet.

- Nätfrågor i form av ökade krav på leveranssäkerhet och kvalitet kommer att bli allt viktigare. Urbaniseringen fortsätter och befolkningen kommer att öka p.g.a. invandrad arbetskraft och på sikt kanske även genom ”klimatflyktingar”.
- Energipriserna kommer att öka, men leda till relativt måttliga minskningar i energianvändningen.
- EU direktiv om energitjänster och byggnader kommer att träda i kraft och på sikt minska energiförbrukningen. Handel med vita certifikat kan bli ett nytt instrument för ökad effektivisering av energianvändningen.

10.7 Nya användningsområden för el

Användningssidan är genomgående mindre väl beskriven i studierna än tillförselsidan. Det finns inte heller särskilt mycket om nya industribranscher eller hur teknikutveckling inom t ex bioteknik och nanoteknik kan leda till nya branscher som behöver energiförsörjning eller påverka teknikutvecklingen inom elbranschen själv.

Ett undantag är ett minskat beroende av fossila bränslen i transportsektorn. Elföretagen kan få en roll i dessa ambitioner om eldrivna fordon och bränsleceller i bilar introduceras. Nya marknadsmöjligheter kan uppstå med exempelvis vätgas producerad genom elektrolys. I Elforsks väteprojekt görs kopplingen mellan avskiljning och lagring av koldioxid å ena sidan och väteframställning särskilt ur naturgas å den andra. Batteriutveckling för elfordon kan få betydelse för ellagring i elsystem.

Elanvändning för belysning kan komma att öka kraftigt i och med en ökande befolkning och en ökande andel äldre i befolkningen.

10.8 Branschstruktur och nya aktörer

Tyvärr finns det ganska litet i studierna på denna punkt. I IEA:s World Energy Investment Outlook noteras att den europeiska kraftsektorn är under stark omstrukturering. En dominerande tendens är att omstruktureringen sker från statsägda till privatägda företag. De framtida investeringarna antas förlita sig till privat kapital. Kunder bedöms också kunna bli mer involverade i investeringar. Den finansiella konstruktionen av det finska kärnkraftverket är ett talande exempel.

Vad avser nya aktörer finns en diskussion i studien: Ett elsystem för distribuerad elproduktion (DP), som är disponerad efter aktörsledet och diskuterar DP från utgångspunkten producenter, stamnätsföretag, nätbolag kunder med höga kvalitetskrav etc. Framtida tänkbara aktörer är byggherrar, fastighetsbolag, samfällighetsföreningar, totalservicebolag, energitjänstföretag, bränsleföretag, lantbrukare, utrustningstillverkare samt enskilda personer och företag. Engagemang från kraftbolagen kan minska utrymmet för övriga aktörer. Väljer kraftbolagen att vara aktörer inom DP fordras samarbete med fler och andra parter än tidigare.

10.9 Distribuerad produktion

Många tror att DP kommer att öka i betydelse.

- Blir det dagens energiföretag som agerar på denna marknad eller kommer det helt andra aktörer kommer in?
- Ligger DP i linje med andra trender i industrivärlden t ex mot ökade krav på bekvämlighet?

Samtliga genomgångna studier visar på en ökad andel förnybar produktion och inom EU finns också ett särskilt direktiv inom området. I dag är lokaliserings- och tillståndsproblem allvarliga hinder mot ökad utbyggnad av vindkraft. Acceptansfrågor är en annan viktig del av denna problematik.

10.10 Nätfrågor

Nätfrågorna tilldrar sig inte så stor uppmärksamhet i studierna med några undantag t ex i Nordledens diskussion om elhandel och IVA:s systempanel. I IEA:s WEIO påpekas de stora investeringsbehoven i transmissions- och distributionsnät i alla delar av världen.

Flertalet studier behandlar avreglering och ökad handel av energiprodukter mellan länder. Detta ställer viktiga frågor om överföringskapacitet mellan och inom länder.

Systempanelen i IVA:s Energiframsyn för ett resonemang med konsekvens för nätfrågorna. I ett hållbart energisystem kommer elsystemet att se annorlunda ut. Personer och företag med krav på en avbrottsfri elleverans installerar reservaggregat. Tele- och datatrafiken kommer successivt att länkas över till Internet. Elföretagen skulle kunna ta på sig att leverera el med hög tillgänglighet och leveranssäkerhet. Den pågående utbyggnaden av optofibernäten ger en möjlighet att koppla samman el- och telesystemen för att skapa en, från det vanliga elnätet, separat överföringsväg. Även reservkraftverken skulle kunna ingå i dessa parallella system.

Många av vardagprodukter använder batterier i dagsläget. I framtiden kan man tänka sig att lågspänningsel från t ex solceller kan utgöra ett eget nät för drift av hemelektronik, belysning mm. Även en parkerad vätgasdriven bil kan utgöra ett exempel på ett lokalt mobilt elnät.

Det finns stora affärsmöjligheter för aktörer inom uppbyggnad av elnät och elkraftsgenerering i det framtida energisystemet. Framtidens tekniklösningar kan minska kostnaderna för småskalig elkraftsgenerering. Växande efterfrågan i U-länder som saknar centrala distributionsnät, samt dyrare elpriser kan utgöra ytterligare starka motiv för massproduktion av småskaliga och fristående elsystem. Ett distribuerat elsystem skulle också minska U-länders beroende av importerad el.

10.11 Elkvalitet

Frågan diskuteras sparsamt i studierna t ex i IEA:s WEIO men då främst i samband med riskerna för stora avbrott.

I projektet har följande slutsatser dragits.

- Elkvalitetsfrågor kommer att få ökad betydelse i framtiden genom ökat elberoende i industri och samhälle och ökad användning av IT-system.
- På sikt kommer troligen även vård i hemmet att öka av både kostnads- och personalbristsskäl. Känsliga utrustningar som kräver god leverans- och spänningskvalitet kan för detta syfte behöva placeras långt ut i nätet.
- Alla typer av kunder vill ha förbättrad elkvalitet, men betalningsviljan är låg. Leder denna utveckling till att vi får en marknad med differentierad elkvalitet för olika typer av behov?

Del 2. Identifiering av forskningsprojekt och forskningsprogram

11 Inledning

I projektets fas 2 har de juniora medarbetarna i arbetsgruppen granskat samma studier granskats som i fas 1 nu med syftet att identifiera angelägna forsknings- och utvecklingsbehov, särskilt inom sådana som kan hanteras genom projekt och program i Elforsk.

Analysen av framtidsstudierna har kompletterats genom ett gemensamt seminarium för alla Elforsks programråd 2004-11-25. Programrådet för Omvärld och System som utgör styrgrupp för projektet har haft en diskussion i december. Synpunkter från dessa möten har inarbetats i denna rapport. Under hösten 2004 har några viktiga internationella studier i WEC och EPRI avslutats. Dessa har inte ingått i det material som arbetsgruppen granskat men har ansetts så viktiga att de inarbetats. Referat av studierna finns i *bilaga G*.

Materialet är omfattande. För att rapporten skall bli mer överskådlig har material från studierna om visioner av den tekniska utvecklingen resp. angivna osäkerheter och kunskapsbrister redovisats i *bilagorna E resp F*. Huvudtexten har koncentrerats till förhållanden av betydelse för svenska elföretag, varvid material från bilagorna använts så mycket det behövs för att beskriva viktiga samband särskilt med internationella förhållanden. Bilagorna rekommenderas till läsning eftersom de innehåller en faktasammanställning som knappast finns någon annanstans.

12 Arbetssätt

Genomgången av studierna har gjorts utifrån följande fasta frågor.

1. Behandling av FoU och FoU-behov i studien
Innehåller studien någon analys av konsekvenser i form av forskningsbehov?
2. Visioner om utvecklingen
Utnyttjar studien framskrivningar av tekniska och andra möjligheter och i så fall vilka?
Vilka väsentliga utvecklingslinjer redovisas?
3. Osäkerheter och kunskapsbrister
Vilka är de viktigaste osäkerheterna (genuina resp. beroende på kunskapsbrister)?
Vilka luckor och kunskapsbrister kan identifieras?
- 4 Robusta alternativ
Finns det robusta alternativ i utvecklingslinjerna (dvs. viktiga för flera scenarier)?
5. Förslag till forskningsinsatser
Vilka förslag till forskningsinsatser kan anges som minskar viktiga kunskapsbrister för branschen?

Alla granskade framtidsstudier inte tar upp alla dessa aspekter. Forskningsbehov är inte alltid explicit redovisade och har då blivit en fråga för resp. delrapportförfattares bedömning.

Följande syntes syftar till att få fram de viktigaste forskningsbehoven i branschperspektiv som materialet pekar ut. I kapitel 17 redovisas de viktigaste forskningsfrågorna för svenska elföretag, som framkommit såväl genom projektets egen genomgång som vid detta seminarium.

Elföretagen, Elforsk och forskningsmyndigheter bedriver en kontinuerlig forskningsplanering. Förhoppningen med detta projekt är därför inte så mycket att hitta viktiga forskningsområden som inte redan har upptäckts på andra sätt. Däremot kan man genom angreppssättet dvs. att utgå från systemstudier på olika nivåer sätta in forskningsproblem i sammanhang och därmed få en bättre helhetssyn och i bästa fall en säkrare rangordning av olika frågor.

13 Drivkrafter

De tre starkaste globala drivkrafterna inom energiområdet som identifierats i kapitel 5 är i korthet:

- att säkra tillförsel av energi för en växande världsbefolkning I alla studier som vi granskat kommer fossila bränslen att fortsätta att vara den dominerande energikällan i världens energiförsörjning under det innevarande seklet. Försörjningstrygghet är en stark drivkraft.
- Klimatfrågornas betydelse och de hot som ligger däri.
- I alla större globala studier förutses energi bli dyrare på sikt särskilt från olja och naturgas.

Klimatfrågan är således en genomgående drivkraft men det finns exempel på studier som har scenarier med denna fråga som parameter dvs. att den antas ha större resp. mindre vikt.

Dessa huvudsakliga drivkrafter återkommer i studier på alla geografiska nivåer.

I studier av Sverige och Norden tillkommer, förstärks eller försvagas några drivkrafter

- EU-direktiv om förnybar energi och energihushållning.
- Tillförselsäkerhet och effektproblem får större betydelse.
- Kärnkraften i Sverige en speciell omständighet.
- Avregleringen av elmarknaden och dess effekter på kort och lång sikt.
- Införande av styrmedel och andra instrument såsom försäljning av utsläppsrätter och elcertifikat spelar stor roll.
- Elbehovet liksom prognoser för dess utveckling på sikt visar långsammare tillväxt än tidigare med undantag för Finland.

Framtidsbilderna i kap 2. har sina utgångspunkter i de nämnda drivkrafterna. För forskningsplanering är robusta förhållanden av särskilt intresse, dvs. problem och frågeställningar som är relevanta i flera av dessa framtidsbilder. Vi återkommer till den frågan om robusthet i kapitel.

14 Visioner om utvecklingen

På samma sätt som för drivkrafterna sammanfaller visioner om teknisk och annan utveckling till stor del mellan studier på olika nivåer även om det finns vissa skillnader. Visioner och spekulationer om teknikutveckling är mest utförligt gjorda i de globala studierna och vi ägnar därför dessa störst utrymme. Samtidigt skall sägas att det som diskuteras där givetvis är viktigt i det globala perspektivet men inte alltid är primära frågor för svensk elbransch. Vi återkommer till den frågan i kapitel 17.

En närmare genomgång av visioner och utvecklingsbehov redovisas i *Bilaga E*.

Eftersom fossil energi blir dyrare i alla framtidsbilder, blir också de redovisade globala behoven av forskning och teknisk utveckling i hög grad inriktade på högre verkningsgrad i alla energiomvandlingskedjor som innehåller fossila bränslen liksom energieffektivisering. Detta blir ännu mer utpräglat i studier som behandlar kraftiga styrmedel mot utsläpp av växthusgaser.

15 Osäkerheter och kunskapsbrister

I *Bilaga F* redovisas en närmare genomgång av osäkerheter och kunskapsbrister som identifierats i studierna. Sammanfattningsvis har följande framkommit:

15.1 Globala studier

Den ekonomiska tillväxten. Till stor del får denna ses som en genuin osäkerhet som måste hanteras med scenarioteknik. En delfråga gäller näringslivsstrukturen, som är särskilt viktig i det nationella och regionala perspektivet. En delvis genuin osäkerhet i det sammanhanget är vilka nya industribranscher som kan uppstå och vilka som försvinner eller minskar i betydelse från energisynpunkt.

Tillgång, kostnad och priser på energiresurser. Tillgångarna följs kontinuerligt upp i olika studier av oljebolag, IEA, WEC m fl. Fortfarande kommer t ex WEC till att de inte föranleder bekymmer under åtskilliga decennier framåt. Däremot förutses trendmässiga prisökningar. En helt annan sak är att marknadspriserna tillfälligt kan öka kraftigt, p.g.a. politiska kriser i t ex Mellanöstern, Kaukasus och som nu i Västafrika eller genom terrorism och produktionsstörningar av orkaner etc. Den typen av kraftiga kortsiktiga prisökningar är en genuin osäkerhet.. En forskningsmässig uppgift kan vara att måla upp framtidsbilder med sådana förutsättningar samt identifiera konsekvenser och ev. botemedel.

Styrmedel. Utformningen av framtida styrmedel dvs. skatter, bidrag, lagar och föreskrifter och graden av internationell harmonisering av styrmedel är en väsentlig osäkerhet i studier på alla nivåer men lyfts fram tydligast i europeiska och nordiska studier. Styrmedel får i stor utsträckning ses som en genuin osäkerhet, vad avser tidpunkter och exakt utformning. Däremot är frågor om effektivitet i styrmedel och olika konsekvenser av givna styrmedel både angelägna och forskningsbara frågor.

Marknadsförhållanden. Fortsatt liberalisering av energimarknader globalt, regionalt och nationellt är en väsentlig och till stor del genuin osäkerhet. Vad beträffar elmarknader påpekas kunskapsbrister och problemområden inom bl.a. hantering av effektproblem i avreglerade marknader.

- Senarelagda investeringar i upprustning av transmissions- och distributionsnät i USA och vissa länder i Europa.
- Distinktionen mellan ägare operatör och producent kan komplicera ansvarsfördelningen och försvåra planering av t ex elnät.
- Speciellt i i-världen finns acceptansproblem för elproduktionsanläggningar och nya ledningar och därav följande långdragna lokaliseringsprocesser. Detta leder till problem när det gäller att kunna attrahera kapital.

Kapitaltillgång för investeringar. Denna osäkerhet påpekas starkt i IEA-studierna med deras stora investeringsbehov. Den gäller främst investeringar i u-länder. Den är också kopplad till liberaliseringen av energimarknader, eftersom energiföretag konkurrerar på kapitalmarknader med helt andra branscher och mäts av investerare med samma kriterier som andra branscher.

Framtida miljöproblem. Idag är klimatfrågan den helt dominerande frågan i energisystemstudier på alla nivåer. Erfarenheten visar att nya miljöproblem kommer upp och kräver beredskap. Luftkvalitetsproblem i världens allt fler urbaniserade miljöer och det växande antalet ”Megastäder” kan vara ett exempel.

Teknikutveckling. Riktigt stora och förändrande (paradigmskiftande) möjligheter ses främst i koldioxidavskiljning och –lagring som skulle kunna ändra hela diskussionen om fossila bränslen samt vätgas och bränsleceller som skulle kunna få stora effekter på transportsektorn och kanske också för elförsörjningens infrastruktur. I Sverige skulle en storskalig naturgasintroduktion för elproduktion kunna ses som en paradigmskiftare. Kommersiell elproduktion via fusion har inte nämnts som en seriös möjlighet i någon av våra studier, inte ens i Global Energy Perspectives som i vissa delar har ett tidsperspektiv fram till år 2100⁴.

15.2 Europeiska studier

- Den fortsatta processen att utforma de europeiska el- och gasmarknaderna rymmer både genuina och upplösbara osäkerheter om väsentliga förhållanden.
- Det kan finnas oförutsedda konsekvenser av utvidgningen till EU 25.
- Nya direktiv som påverkar energi- och elmarknaderna.
- Nya styrmedel på EU-nivån.

15.3 Svenska och nordiska studier

I svenska och nordiska studier återkommer flertalet osäkerheter och kunskapsbrister som finns i de globala och europeiska studierna. Ytterligare några tillkommer.

- Inneboende målkonflikter i svensk energi- och miljöpolitik medföra att olika mål får olika tyngd vid olika tillfällen vilket medför genuina osäkerheter med stora potentiella konsekvenser.
- Den svenska kärnkraftens fortsatta roll innehåller genuina osäkerheter men frågan kommer självfallet att följas mycket noggrant av elbranschen.
- Näringslivsutvecklingen i Sverige, spec. de energiintensiva industrins framtid. Servicesektorn svarar idag för 70 % av ekonomin och 80% av antalet anställda. Får vi nya elbehov inom servicesektorn t ex inom äldreården? Kommer det nya industribranscher som vi inte har idag baserade t ex på bioteknik och nanoteknik.
- Naturgasutvecklingen i Norden och Sverige.
- Vattenkraft i framtiden.
- Bioenergins potential och möjligheter. Tillgångarna på biobränslen (både genuin och ”upplösbar” osäkerhet. Starka aktörsintressen åt olika håll).
- Utvecklingen av infrastrukturen i elsystemet och var ny elproduktion kommer att placeras.

⁴ Vid årets WEC konferens redovisades dock en scenariostudie från Indien där fusion kommer in mot slutet av detta sekel vid sidan av förnybar energi

- Acceptansproblem för nya energiinstallationer. Idag gäller detta särskilt för både land- och havsbaserad vindkraft. Problemen kommer förmodligen att öka om och när större utbyggnad av kraftproduktion och nya kraftledningar blir aktuella.
- Utvecklingen av nationella styrmedel. Vilka effekter får handelssystem för utsläppsrätter och vilka förändringar kan komma i elcertifikatsystemen.
- Marknadslösningar för att hantera effektproblem i den nordiska elförsörjningen.
- Betydelsen av förändringar i livsstilar och attityder lyfts fram tydligare i svenska och nordiska studier än i de globala.

Vi återkommer till närmare förslag om forskningsprojekt och -program i kapitel 19.

16 Robusta alternativ

Med robust avses här relevans i alla föreslagna framtidsbilder. ”Filtrering” av frågeställningar via robusthet ger något så när ”säkra kort” i forskningsplanering.

16.1 Robusta utgångspunkter

Följande utgångspunkter kan anses robusta i det globala perspektivet:

- Världen förblir beroende i hög grad och under lång tid av fossila bränslen.
- Klimatfrågan tas på allvar. Successiva åtgärder vidtas nationellt och internationellt. (Styrkan i åtgärderna varierar mellan framtidsbilder).
- Energi- och elbehoven ökar globalt men långsammare än tidigare i vår del av världen. *Takten* i ökningen varierar mellan framtidsbilder.
- I både i-världen och delar av länder ”in transition” svarar ”servicesektorn” för en övervägande andel av ekonomin och arbetstillfällena medan industrin (i fallet Sverige med en stor andel elintensiv basindustri) står för en mindre del av ekonomin men en stor del av exportintäkterna.
- Det ”digitala” samhället fortsätter att utvecklas.
- Kapitalstocken i elsystemets anläggningar är stor och tar tid att förändra. Underhåll och uppgradering blir viktiga även framgent.
- ”Acceptansproblem” för energianläggningar får ökande betydelse.

I det svenska/nordiska perspektivet tillkommer några robusta utgångspunkter

- Vattenkraftens stora betydelse i det nordiska elsystemet.
- Både energi- och effektbalans blir mer ansträngda i det nordiska elsystemet.

WEIO:s stora investeringsbelopp gäller i hög grad elproduktion baserad på fossila bränslen. Områden såsom förbättrad verkningsgrad, gasturbinteknik, förgasning (IGCC) mm står därför högt på alla internationella prioritetsskolor om FoU. I ett längre perspektiv får bränsleceller för både fordonsdrift och fasta anläggningar ses som ett tåmligen robust alternativ.

Klimatfrågan och klimatpolitiska åtgärder stor roll i nästan alla studierna. Själva problemet och dess tänkbara konsekvenser för olika sektorer samt olika tänkbara tekniska åtgärder såsom förnybar energi och effektiv energianvändning i alla samhällssektorer och i synnerhet inom transportsektorn får därför anses vara robusta frågeställningar. Däremot finns många både genuina och andra osäkerheter ang. t ex tidsförhållanden, styrmedel och deras effekter. Koldioxidavskiljning och -lagring kommer in starkt i studier från senare år.

Både globalt och lokalt är vidareutveckling och tillämpning av känd teknik en robust utvecklingslinje. En stor del av WEIO:s investeringsbehov gäller sålunda upprustning,

modernisering och ersättning av befintliga anläggningar för elproduktion, transmission och distribution särskilt i i-världen.

WEC studien Energy Technologies for the 21st Century (ET21) gjorde i sin första etapp bl.a. en genomgång av scenarierna i Global Energy Perspectives (GEP). GEP innehåller en mängd scenarier med starkt varierande förutsättningar. I projektet ET21 undersöktes ”robustheten” hos olika tekniker för elproduktion och framställning av syntetiska bränslen genom att se vilka av dem som förekommer i flest scenarier dvs. under flest olika antaganden om framtiden. (Studiens andra etapp om teknik på användningssidan blev färdig hösten 2004 och refereras i *bilaga G*).

Några slutsatser av ET 21 etapp 1 kan vara av intresse här:

- Olika utvecklingsvägar ”favoriserar” olika tekniker och påverkar därför den allmänna teknikutvecklingen på ett fundamentalt sätt.
- Portföljer av forsknings utvecklings och implementeringsprojekt med olika sammansättning och profiler är det enda sättet att säkra sig inför en osäker framtid.
- Spridning och (kommersiell) tillämpning av ny teknik leder till förbättringar i dess tekniska prestationer, minskar dess kostnader samt gör att den åstadkommer lägre emissioner till miljön. Allt detta är en kumulativ process (den egentliga innebörden av begreppet lärlurvor).
- Tekniker som är robusta över en vid spännvidd av studiens scenarioförutsättningar är effektivitetsförbättringar inom alla sektorer, bränslen med minskat kolinnehåll, rena (clean) energibärare såsom el, syntetiska bränslen och väte och -i ett längre perspektiv - ”kolfri” energi såsom förnybara källor och kärnkraft.
- De mest robusta nya teknikerna inom elproduktion för det närmaste halvsekllet är kombinerade cykler och bränsleceller medan kärnkraft och solceller är de mest robusta under den andra halvan av seklet.

Slutsatsen om kärnkraft ter sig säkert förvånande i svenskt och nordiskt perspektiv men bör läsas mot bakgrunden att studien handlar om den globala energiförsörjningen, som nu domineras av fossilbaserad kraft (vilket inte utesluter att kärnkraften redan nu har stor betydelse lokalt såsom i Norden, Frankrike, Japan, Korea, USA m fl). I studiens scenarier vinner kärnkraften i det långa perspektivet, därför att den kommer in i ”kolfattiga scenarier” både som elproduktionsteknik och för omvandling av energivaror till syntetiska bränslen.

16.2 Robusta frågeställningar/problemområden

Utgående från de robusta utgångspunkterna i 16.1 bedöms följande frågeställningar/problemområden vara robusta för elföretagen i Sverige.

Elbehovets utveckling i Norden:

- Ökad harmonisering/internationalisering av den nordiska och europeiska elmarknaderna och fortsatt avreglering.
- Högre krav på leveranssäkerhet.
- Hantering av elsystemets effektfrågor i avreglerade marknader.
- Skärpta krav på energieffektivisering.
- Kunskap om och beredskap för effekter av klimatiförändringar.
- Minska utsläpp avCO₂.
- Styrmedels utformning och effektivitet. Gäller främst klimatorienterade styrmedel men även ”marknadskorrigerande”.
- Vidmakthållande och vidareutveckling av elsystemets anläggningar.
- IT-utvecklingens genomslag i branschen och hos kunder.
- Acceptansproblem.

17 Förslag till forskningsinsatser

De allra flesta forskningsfrågor som behandlas i det följande är av naturliga skäl kända sedan tidigare och i många fall föremål för forskning, speciellt via Elforsk. Många frågor kännetecknas dock av att vara riktade mot ”rörliga mål”, dvs. förhållanden och förutsättningar ändras, gamla frågor kan behöva formuleras om etc.

I det följande förtecknas ett antal viktiga frågor som framkommit vid genomgången av studierna. Till detta lämnas kommentarer om dels vilken forskning som redan pågår dels vad som framkom vid ett seminarium med Elforsks programråd 2004-11-25.

Åtskilligt av det vi räknat upp i redovisningen är frågor som inte primärt är elföretagens angelägenhet att hantera. Företagen är dock ofta betjänta översiktlig, allmänt tillgänglig, kunskap om dessa frågor som tas fram av andra parter t ex högskolor, oljebolag, tillverkare m fl. Ett exempel är bedömningar av den långsiktiga prisutvecklingen på olja, som kanske är den i särklass viktigaste bestämmande faktorn för utvecklingen av det globala energisystemet med direkta och indirekta återverkningar även på den svenska elbranschen. Teknik- och omvärldsbevakning är fortsatt viktig.

17.1 Utgångspunkter för prioriteringar

Utgångspunkter för prioritering och tänkbara handlingsvägar för prioritering och val av forskningsprojekt är:

- Projektförslagets relevans för elföretagen.
- Att utgå från de robusta förhållanden vi beskrivit tidigare. Definitionsmässigt är tillhörande frågeställningar viktiga även vid starkt varierande antaganden om framtiden och investering i dithörande projektförslag därmed mindre osäker än andra forskningsinsatser.
- Att fokusera på sådana robusta områden där Sverige har styrkor och gemensamma intressen mellan elföretagen, högskolorna och staten. Eftersom Sverige är litet, att söka internationellt samarbete där så är möjligt och effektivt.
- För många områden är det viktigt att finna effektiva former för omvärldsbevakning om förhållanden där andra aktörer har primärt intresse och att bygga upp samarbeten. För vissa områden kan krävas att bevakaren bedriver orienterande forskning för att ha kompetens att bedöma frågorna. (”bevakningsforskning”).

Inför seminariet med Elforsks programråd förberedde Elforsk ett underlag kring ett mindre urval av strategiska forskningsområden:

1. Effekter av klimatförändringar.
2. Åtgärder för minskade utsläpp av växthusgaser – tänkbara konsekvenser.
3. Samhällsdialog kring energifrågor.
4. Leveranssäkerhet.

5. Efterfrågan på el i Norden.
6. Internationaliseringen av energifrågorna.

Dessa frågor sammanfaller som synes väl med de huvudsakliga robusta enligt 16.2.

I det följande redovisas viktiga frågor under ett antal rubriker:

17.2 Övergripande frågor

Dessa frågor gäller huvudsakligen politiska styrmedel mot klimatpåverkan och effekterna av klimatpåverkan samt den övergripande frågan om IT-utvecklingens påverkan på elföretagen.

- Politiska styrmedel framstår som en av de viktigaste framtidsfrågorna. Forskningsbara frågor gäller både effektivitet hos och konsekvenser av tänkbara styrmedel.
- Bättre kunskaper om de tänkbara effekterna av klimatpåverkan och hur dessa kan i sin tur påverka elföretagen.
- Finns det nya viktiga miljöfrågor som påverkar energisystemet och hur identifierar man dessa på ett så tidigt stadium att man hinner skaffa handlingsberedskap.
- IT-utvecklingen förväntas få stor påverkan på alla samhällssektorer och direkt och indirekt på elanvändningen. Mer information om hur denna påverkar industri, samhälle och boende krävs.

Pågående forskning och nya behov

Forskning om styrmedel och deras effekter pågår men nya styrmedel tillkommer och redan införda sådana förändras vilket kräver att forskningen anpassas därtill. Behov av forskning inom området kommer att kvarstå för avsevärd framtid. Frågor av intresse är t. ex hur styrmedel påverkar drivkrafterna i utvecklingen och kapitaltillgången.

En viktig uppgift är också att följa och tolka (i elföretagens perspektiv) pågående studier av effekterna av klimatpåverkan särskilt inom Nordiska Energiforskningsprogrammet och dess eventuella utveckling till ett europeiskt projekt. Tänkbara effekter för elföretagen finns t ex vad avser:

- Vattenkraft, (vattendirektiv, ökade flöden mm).
- Kraftvärme, (biobränsletillgångar, minskat värmeunderlag m.m.).
- Överföring/Distribution, (förändrade förbrukningsmönster).
- Kärnkraft, (utsläpp av kylvatten mm).

Det är också angeläget att formulera elföretagens roll i dessa frågor i olika framtidsbilder.

Det är vidare viktigt att tidigt få kännedom om vilka krav som kan riktas på EU i nästa förhandlingsomgång om utsläpp av växthusgaser ("post Kyoto") samt att analysera konsekvenserna därav för energi- och elmarknaderna. Åtgärder mot utsläpp av växthusgaser skall i första hand göras där de är mest kostnadseffektiva.

IT-utvecklingen och dess genomslag är en typisk fråga av karaktären ”rörligt mål”. Ämnesområdet finns i projekt inom de flesta av Elforsks programråd. Någon mer övergripande studie av IT-utvecklingens inverkan på elmarknaden har inte gjorts sedan Elforsks projekt IT-samhället 1996 och borde övervägas. Strukturpanelen i IVA:s Energiframsyn hade IT-utvecklingen som en av sina scenarioparametrar.

17.3 Systemfrågor

Frågor här gäller framtida investeringar, effektfrågor i avreglerade marknader, hantering av externaliteter, internationella överföringsledningar och acceptansfrågor.

- Vilka nationella policys krävs för att övervinna nationella och regionala hinder för att etablera erforderlig investeringsvilja de närmaste 30 åren (en faktor tre jämfört med de föregående 30 åren) för att upprätthålla och utveckla energisystemet? Hur ser investeringsbehovet ut i Sverige?
- Hur hanterar man effektfrågor i avreglerade marknader?
- Klarar ”marknaden” av att utveckla elsystemet i önskvärd riktning både med avseende på reinvesteringar i eldistributionsnäten för att säkerställa leveranssäkerhet och möta de ökade kraven vid avreglering (ökande handel) och vid introduktion av ökade mängder oreglerbar förnyelsebar kraftproduktion?
- Hur kan man hantera s.k. externaliteter, (dvs. kostnader för miljöpåverkan, risker mm för olika energiförsörjningsalternativ) i energisystemstudier?
- I Europa antas avregleringen av de nationella marknaderna och integrationen mellan olika länders energisystem öka. Här kan en mängd systemsimuleringar behövas. Viktiga frågor är t.ex:
 - Hur körs svenska produktionsresurser för att optimeras mot det större systemet?
 - Krävs fler förbindelser mellan olika länders energisystem?
 - Hur prioriterar producenterna i de olika länderna- försörjningstrygghet åt det egna landet eller maximerad vinst vid försäljning?
- Det nordiska systemet kräver investeringar i energiinfrastruktur. Detta gäller investeringar för ersättning, modernisering och nybyggnad. Många tekniska frågor kommer in men väl så viktigt är acceptansfrågornas (public awareness) ökande betydelse.

Pågående forskning och nya behov

Investeringsbehoven i Sverige kartläggs fortlöpande av företag och branschorgan. Hinder, policys och statliga åtgärder är föremål för kontinuerlig debatt. Ett aktuellt exempel är Nätnyttomodellen. Forskning kan fordras som underlag.

Effektfrågor i avreglerade marknader studeras i projektet Market Design. Vid seminariet med programråden konstaterades att branschen måste titta på vad samhället kräver. Frågor att studera gäller priselasticitet och kontrakt med kunderna om effekt. Tekniska lösningar behövs. Andra idéer som framkom var att nätägare skulle tillåtas att köpa tillbaka energi (ellagen förbjuder enligt uppgift idag detta för

”leveranssäkerhetstillämpning”) eller tillskapandet av kapitalbas/försäkringslösning /inlåning med ränta. (jfr. bankverksamhet och bankkris).

Det finns idag energisystemmodeller som hanterar externaliteter. EU använder t ex Externémodellen. Kunskaper om uppbyggnad och begränsningar i sådana modeller är väsentliga för att kunna kritiskt granska resultaten. Nordleden och dess fortsättning ger sådana ingångar, bl.a. svensk medverkan i det internationella projektet Acropolis som är ett samarbete mellan främst europeiska forskningsinstitut inom systemmodellering.

Systemsimuleringar av ett mera sammanknutet europeiskt elsystem är i första hand en uppgift för stamnätsföretagen (i europeiskt samarbete). Frågor om integration av större mängder tillfällig kraft speciellt vindkraft är föremål för studier och behöver försätta. (se nedan under distribuerad produktion). Vid seminariet med Elforsks programråd 2004-11-25 diskuterades några ytterligare frågor:

- Vilka konsekvenser får alltmer utjämnade elpriser i Europa för efterfrågan på el i Norden?
- Nordens roll som exportör av el
- Hur kommer infrastrukturen att utvecklas i Norden (el, gas, värme, biobränsle)?

Varvid följande framkom:

- I framtiden kommer vi troligtvis att se ett världsmarknadspris på el då de energiråvaror som kommer att vara basen för framtida elproduktion under lång tid framöver dvs. kol, gas, och olja, handlas på en världsmarknad. På lång sikt går elpriset troligen mot ett begränsande referenspris baserat på kostnaden för att bygga ny produktion.
- En utveckling mot ett världsmarknadspris kräver infrastrukturutbyggnad. Detta har redan påbörjats i Sverige med bl.a. en planerad ny förbindelse till Finland, LNG-hamn i Stockholm och utbyggnad av naturgasnätet.
- En kraftig integrering av infrastrukturen kan ge oväntade effekter. Ett exempel på detta sågs när ett fallande träd i Schweiz släckte hela Italien.
- Visionen för framtida produktion är att bygga produktionen relativt nära konsumtionen för att stärka nätet. I realiteten är andra faktorer styrande, exempelvis var samhället accepterar ny byggnation eller fördelningen av utsläppsrätter. Det är ibland lättare att få samhälllig acceptans för att bygga förbindelser till kolbaserad elproduktion i andra länder än att bygga kolbaserad produktion i Sverige.
- Andra aktörer kommer in tex. att skogsindustrin går in som elproducent och tilldelas gröna certifikat.
- Gröna certifikat och andra styrmedel styr mot ökad andel intermittent produktion exempelvis vind men även kraftvärme. Hur balanserar vi upp detta med övrig produktion?
- Norden skulle kunna fungera som värmesänka för kraftvärmeproduktion för Europa.
- Den nordiska vattenkraften kan komma att utgöra effektreserv för Europa i ännu högre grad i framtiden.

Acceptansfrågor ("public acceptance") är ett svårarbetat forskningsområde. Elforsk har ett projektförslag om Dialogprojektet som behandlar dessa frågor. Ytterligare forskningsinsatser kan krävas.

17.4 Marknadsbetingade frågor

Det framtida elbehovet i Norden är en av de mest strategiska frågorna. Stora kunskapsbrister finns också om kundbeteenden och inverkan av demografiska förhållanden särskilt en åldrande befolkning.

- Den industriella strukturförändringen är en viktig osäkerhetsfaktor som bör studeras i olika tidsperspektiv. I Sverige gäller det särskilt den energiintensiva industrin och hur servicesektorn utvecklas. En svårare fråga som inte bara gäller för Sverige är hur ny teknik kan skapa nya industribranscher.
- Studier av hur människors beteende, livsstil och demografi påverkar energianvändningen ger viktiga verktyg för att prognosticera hur användningen kommer att utvecklas. Människor blir bekvämare, har råd att konsumera mer energi, lever längre, bor i högre grad i städer etc. Kommer mottrender mot de rådande trenderna?

Pågående forskning och nya behov

Frågan om den framtida elanvändningen i Norden är en av de mest prioriterade och kommer att studeras i projektet Elanvändningen i Norden, Ytterligare insatser därutöver kan behövas t ex studier av vilka nya industribranscher som kan tillkomma genom teknikutveckling, t ex bioteknik och nanoteknik.

WEC-studien pekar på stora möjligheter till och många tekniker för energibesparing särskilt i energiintensiv industri. Med de ökande energipriser som förutses blir sådana lösningar allt mer intressanta vilket kan få konsekvenser för elföretagen på sikt. Bevakning av den energiinriktade utvecklingen inom processindustrier blir en viktig uppgift.

Kunskaper om kundbeteende, livsstilsförändringar och trenders påverkan på energi- och elkonsumenter behöver ytterligare studier.

Vid seminariet med Elforsks programråd 2004-11-25 framkom:

Vi kan vänta oss ökad efterfrågan på el och minskad efterfrågan på värme i framtiden. Många prognoser pekar på en minskad elanvändning (och i alla händelser en minskad ökningstakt) men hittills ser vi en stabil ökning. Stora osäkerheter ligger i den framtida industriutvecklingen och lokalisering av nya industrianläggningar till andra länder (se ovan Elanvändningen i Norden). För småkunder finns osäkerhet t ex om konsekvenser av nya EU-direktiv om energideklarationer av byggnader. Värmepumpinstallationerna ökar även i elvärmda hus.

En viktig uppgift för företag, bransch och Elforsk är att verka för att stärka elens roll. För Elforsks del kan detta innebära att ta fram faktabaserat material som visar när elen är konkurrenskraftig.

17.5 Teknikfrågor

Flertalet studier även de nordiska och svenska pekar ut följande teknikområden som viktiga.

- Vattenkraftteknik och tillhörande miljö- och säkerhetsfrågor.
- Bränsleceller.
- Koldioxidavskiljning och lagring.
- Verkningsgradshöjningar hos ett antal komponenter och system, t.ex. gasturbiner.
- Kraftvärme komponent- och systemfrågor.
- Förnyelsebar energi i Sverige främst bioenergi och vindenergi.
- Integration av förnybar energi i nät.
- Förgasningsteknik och tillhörande reningsteknik.
- Väte som energibärare.

Pågående forskning och nya behov

Elföretagen, Elforsk och forskningsmyndigheter driver forskning inom alla dessa teknikområden. Denna rapport går inte in på detaljnivå inom varje teknikområde och pekar inte ut nya områden på denna översiktliga nivå. Problem och forskningsbehov inom några speciella teknikområden redovisas i följande avsnitt.

17.6 Speciella teknikfrågor

17.6.1 Distribuerad produktion

Flera av de studier vi behandlat har ägnat uppmärksamhet åt frågor om distribuerad produktion (DP). Området har fortfarande stor betydelse inom EU:s forskningsprogram. Sedan Elforsks studie av DP gjordes i mitten av 1990-talet har dock utbyggnaden av DP i Sverige varit försumbar med undantag av vindkraft.

Pågående forskning och nya behov

Trots att de flesta former av DP inte väntas bli ekonomiskt bärkraftiga (förutom i nisch tillämpningar) stimuleras de genom nationella styrmedel både i Sverige och länder i vår närhet. I Tyskland garanteras producenter av solenergi ett elpris på 0,45 Euro/kWh vilket har lett till att den installerade kapaciteten ökar med cirka 30 % per år. Liknande tyska stödsystem finns även för bränsleceller och mikroturbiner. Den tyska DP-marknaden kommer antagligen att utvecklas snabbare än den svenska eftersom de tyska stödsystem är mer kraftfulla än de svenska. I Sverige är 97% av elproduktionen koldioxidfri och därför finns det i dagsläget inte heller samma drivkraft som i Tyskland för DP baserad på naturgas. Dessutom saknas infrastrukturen i form av gasnät i största delen av Sverige.

Följande frågeställningar kring DP kan vara av intresse:

- Vilka faktorer har begränsat utbyggnaden av DP i länder med de mest gynnsamma marknadsförutsättningarna? Följer utvecklingen i dessa länder den ”tänkta planen”?
- Hur har utvecklingen av prestanda för olika tekniker sett ut? Har prestandaförbättringen utvecklats enligt de förutspådda lärlkurvorna?
- Vilka är framtidsutsikterna? Tror man fortfarande på visionen med billiga plug-in enheter med höga prestanda som säljs på samma sätt som kylskåp idag?
- När tros olika former av DP bli konkurrenskraftiga utan stödsystem?
- Vilka styrmedel krävs för att skapa en marknad för DP i Sverige idag med den befintliga nivån på produktionskostnader för olika former av DP?

17.6.2 Vindkraft

Pågående forskning och nya behov

Intresset för svenska elföretag inom vindkraftsområdet är att bygga vindkraftparker snarare än att uppföra enskilda aggregat. Trenden för de större aktörerna är att bygga dels större dels havsbaserade, anläggningar. Följande områden kan vara av intresse från FoU synpunkt:

- Långtidsutvärderingar av större aggregat.
- Långtidsutvärderingar av havsbaserad vindkraft.
- Drift- och underhållsfrågor för havsbaserad vindkraft.
- Metodutveckling för hantering av acceptansfrågor.
- Vindkraftens integration i det svenska produktionssystemet och elnäten.

17.6.3 Elkvalitet

Pågående forskning och nya behov

Elkvalitetsfrågor kommer att få ökad betydelse i framtiden genom ökat elberoende i industri och samhälle och ökad användning av IT-system. På sikt kommer troligen tekniska system för vård i hemmet att öka av både kostnads- och personalbristsskäl. Känsliga utrustningar som kräver god leverans- och spänningskvalitet kan för detta syfte behöva placeras långt ut i nätet.

Alla typer av kunder vill ha förbättrad elkvalitet men betalningsviljan är låg. Leder denna utveckling till att vi får en marknad med differentierad elkvalitet för olika typer av behov?

Hur skall en sådan differentierad marknad kunna kommersialiseras?

17.6.4 Nätfrågor

Flertalet studier behandlar avreglering och ökad handel av energiprodukter mellan länder. Detta ställer viktiga frågor om överföringskapacitet mellan och inom länder.

WEIO-studien pekar på stora investeringsbehov och en stor marknad för både nyutbyggnad av nät och upprustning och modernisering av befintliga nät. Med tanke på

Sveriges traditionella industriella styrkor inom detta område borde den växande marknaden kunna bli en väsentlig affärsmöjlighet och ge goda betingelser för utveckling som svensk elbransch borde kunna få god nytta av.

Pågående forskning och nya behov

IVA:s systempanel för ett resonemang med konsekvens för nätfrågorna. I ett hållbart energisystem kommer elsystemet att se annorlunda ut. Personer och företag med krav på en avbrottsfri elleverans installerar reservaggregat. Tele- och datatrafiken kommer successivt att länkas över till Internet. Elföretagen skulle kunna ta på sig att leverera el med hög tillgänglighet och leveranssäkerhet. Den pågående utbyggnaden av optofibernäten ger en möjlighet att koppla samman el- och telesystemen för att skapa en separat överföringsväg. Även reservkraftverken skulle kunna ingå i dessa parallella system. Många vardagsprodukter använder batterier i dagsläget. I framtiden kan man tänka sig att lågspänningsspel från t ex solceller kan utgöra ett eget nät för drift av hemelektronik, belysning mm. Hur skulle energibolag eller andra aktörer i branschen kunna kommersialisera sådana lösningar?

Det finns stora affärsmöjligheter för aktörer inom uppbyggnad av elnät och elkraftsgenerering i det framtida energisystemet. Framtidens tekniklösningar kan minska kostnaderna för småskalig elkraftsgenerering. Växande efterfrågan i U-länder som saknar centrala distributionsnät, samt dyrare elpriser kan utgöra ytterligare starka motiv för massproduktion av småskaliga och fristående elsystem. Ett distribuerat elsystem skulle också minska U-länders beroende av importerad el.

Bilaga A. Redovisning av Energibehoven enligt studierna.

A.1 Globalt

Här sammanfattas studierna.

- IEA World Energy Outlook och World Energy Investment Outlook.
- IPCC.
- WEC:s Global Energy Perspectives.
- Energy for sustainable development- a policy Agenda.
- Studien Energy to 2050 – Scenarios for a Sustainable Future.

samt Gunnar Larssons, Vattenfall, sammanfattning vid seminariet 2004-03-23 - 24 ”Framtidsmässan”.

Den nuvarande globala primärenergiförsörjningen ligger på ca 400 EJ ($400 \cdot 10^{18}$ J). Som minneshjälp kan nämnas att den svenska har samma storleksordning mätt i TWh. I IPCC:s och WEC:s stora scenariefamiljer antas har primärenergiförsörjningen stor spridning och väntas öka till mellan 1000 och 2700 EJ år 2100.

Energiförsörjningen i scenarierna i WEC:s och IPCC:s studier innehåller alla tänkbara kombinationer från starkt fossildominerade till scenarier med mycket stora andelar förnybar energi, olika grader av ekonomiskt tillväxt, syn på miljöproblem etc. Även i scenarierna med hög andel förnybar energi svarar dock de fossila bränslena olja gas och kol för ca hälften av energiförsörjningen fram till mitten av detta sekel. Kärnkraftandelen ligger på mellan 10-35 %.

Studien Energy to 2050 – Scenarios for a Sustainable Future gjord av OECD och IAEA arbetar med liknande antaganden och scenarier som WEC och IPCC men skiljer sig från dessa på två sätt. Dels försöker den att inte bara måla upp framtider utan även analysera ”vägen dit”. Dels har den ett normativt scenario där man definierar mål och går bakåt (back-casting). I det normativa scenariot anses följande tre drivkrafter vara särskilt viktiga:

1. Bekämpning av växthuseffekten.
2. Leveranssäkerhet och diversifiering inom energiområdet.
3. Tillgång till energi.

Till år 2050 vill man i scenariot uppnå följande mål:

1. 60 % av världens primärenergiförsörjning ska komma från ”kolfria” källor.
2. Maximalt 40 % av transportenergibehovet ska täckas med olja.
3. 95 % av världens befolkning ha tillgång till el.

Som utgångspunkt använder studien ett av IPCC:s scenarier, som kännetecknas bl.a. av snabb ekonomisk tillväxt (3,5 %/år), och en snabb introduktion av nya teknik tack vare ett innovativt klimat och stora investeringar. Globaliseringen fortskrider och

marknadens krafter får råda. De ekonomiska förhållandena för jordens befolkning blir att mer utjämnade. Befolkningen ökar till 8,9 miljarder år 2050 men ökningstakten avtar därefter. De tre målen uppnås men fordrar den kraftiga ekonomiska tillväxten. Sambandet mellan ekonomisk tillväxt, den tekniska utvecklingens hastighet och attityderna i miljöfrågor pekar på att stabil fortsatt tillväxt måste bibehållas för att gynna miljön.

I scenariot kommer år 2050 46 % av världens primärenergibehov från icke-fossila källor. Biomassa (15,7 %) och andra förnybara energikällor (18,9 %) har ökat jämsides med kärnkraft (11,3 %). För att uppnå målet att 60 % av primärenergibehovet ska kunna komma från kolfria källor antas koldioxidavskiljning och -lagring kunna användas för 26 % av den totala fossila energianvändningen. Naturgasens betydelse ökar starkt med en andel på 26,4% år 2050. Det totala primära energibehovet har ökat från ca 400 EJ år 2000 till 1000 EJ år 2050, varför användningen av olja fortfarande är ca 16 % högre än år 2000. Kolanvändningen har däremot minskat. Olja används primärt i transportsektorn, men drygt 60 % av dess energiförsörjning kommer från andra energibärare (el, gas, väte, biobränslen och ”synfuels”).

Liksom i andra liknande studier blir en slutsats i denna studie att det krävs starka och tydliga policys för att den önskade utvecklingen skall komma till stånd. Initialt föreslås ekonomiska incitament i form av inmatningstariffer, gröna certifikat och skatter på miljömässiga externaliteter samt stöd till forskning och utveckling.

Observationer

- Många studier är likartade; World Energy Outlook, World Energy Investment Outlook EU2003, (EfSD).
- IPCC, WEC Global Energy Perspectives och Energy to 2050 – Scenarios for a Sustainable Future har ungefär samma förutsättningar. De använder samma modeller (t ex IPCC och WEC) eller liknande modeller och kommer följaktligen till likartade resultat.
- Tillförselsidan är som sagt mer utförligt behandlad än användningssidan. Inga större tillförselproblem anförs ens i det långa perspektivet. (Det finns andra studier än de vi behandlat som ger en mer pessimistisk bild betr. oljeförsörjningen).
- Typiska resultat från studierna är
 - Energibehovsökning ca 1,8 % per år.
 - Elbehovsökning ca 2,4 % per år.
 - Ökande fossilbränsleandel i baseline till ca 88 % 2030. Speciellt ökar naturgas.
 - Ökande CO₂ utsläpp; CO₂ -lagring ej före 2030 om alls.

Några skillnader mellan studierna:

- IPCC och WEC Global Energy Perspectives.
 - Längre tidsperspektiv 2050-2100.
 - 40 underscenarioer visar på osäkerheter.
 - Väsentligt större spridning i förutsättningar och resultat; också i relation till tidigare studie av IPCC.

Oklart hur efterfrågan modelleras; energibärare?

Natur värderas högt i alla scenarier.

Energy for Sustainable development a policy agenda.

Koncentration på U-länder.

Policyinriktad med rimliga riktlinjer men inga sätt att driva förslagen i praktiken.

Inga kvantifieringar.

IVA:s Energiframsyn systemstudien.

Kompromissvision för omvärlden med bryggor till ett hållbart energisystem.

Solceller och bränsleceller in i vätgassamhälle.

- EU 2003.

Anger sjunkande elpriser i EU.

- Energy for a Sustainable Future.

Utnyttjar kärnkraft och CO₂-deponering för att klara CO₂-mål.

- IVA:s Energiframsyn strukturstudien.

Koncentration på energibranschens värdekedjestruktur.

Inga slutsatser annat än att EU har stor betydelse.

Några funderingar (Gunnar Larsson, Vattenfall).

- Uppfattas baseline som mest sannolikt?
- Är IPCC:s intervall representativt för osäkerheten i bedömningarna och vad betyder det för baselines?
- Hur beroende av uppdragsgivare, nuläge och politiska strömningar är scenarierna? Hur många oberoende bedömningar görs för fundamentalt viktiga faktorer?
- Har man rätt blandning av beteenden, ekonomi och teknik i modeller och bedömningar?
- Hur hanteras lärlkurvor resp. återkopplingar?
- Är investeringsnivån eller för sena investeringar problemet?
- Kan Sverige avvika mycket från omvärlden?

Att studiers resultat är beroende av värderingar hos genomförande organisation och dess uppdragsgivare är säkert sant. Möjligen kan man tillfoga att IPCC och WEC som delvis använder samma modell och genomförare (dvs. IIASA i Österrike) har olika uppdragsgivare. Det är antagligen både en styrka och en svaghet att man då använder samma modellverktyg. Styrka eftersom olika värderingar kommer in och svaghet att man löper risken att förlita sig på att "modellen räknar rätt".

Svaret på frågan om Sverige kan gå en egen väg beror givetvis på vad man avser med "en egen väg". I en alltmer internationell elmarknad är det närmast självklart att möjligheterna att gå en "egen väg" blir allt mindre i sådana avseenden som prisbildning, styrmedel, energibeskattnings etc. vilket dock inte har trängt igenom hos alla berörda än.

Vad gäller teknisk utveckling av energisystemet och elsystemet har det ibland funnits en överdriven tilltro till att det finns speciella svenska tekniska lösningar, särskilt sådana som gynnar svensk industri. Det mesta i elsystemet är dock fråga om tung och dyr

teknisk utveckling där tillverkarna i Sverige och internationellt måste se en stor, internationell marknad innan de satsar ekonomiska och personella resurser på ett utvecklingsarbete).

Åtminstone i WEC:s studier har det gjorts försök att ta hänsyn i modelleringen till lärlurveffekter dvs. att kostnaden för en viss teknik under utveckling minskar med ökande användning och marknadsandel. Energisystemmodeller kan dock ännu inte hantera dessa frågor ”endogent”, dvs. som del av själva modellen utan modelleringen måste ske exogent dvs. att man genom att mata in indata försöker modellera lärlurveffekten. (Det kan påpekas att Energisystemteknik vid Chalmers gjort framsteg, särskilt matematiska, när det gäller endogen behandling i några specialfall).

A.1.1 Globala utbyggnads- och investeringsbehov.

World Energy Outlook och World Energy Investment Outlook går in närmare på utbyggnadsbehov. World Energy Investment Outlook beräknar ett belopp på 16 000 miljarder USD under de närmaste 30 åren. Beloppet är ogripbart stort utan att det sätts i relation till något annat. Det utgör sålunda ca 1 % av världens BNP under samma period och blir därmed fortfarande stort men åtskilligt mindre dramatiskt.

Enligt studien kommer investeringsbehovet inom hela energiområdet de närmaste 30 åren att vara markant större än vad det varit under de närmast föregående 30 åren. För elkraftindustrin är relationen en faktor 3.

Investeringsbehovet uttryckt som andel av GDP samt administrativa, legala och politiska förutsättningar och därmed utmaningens storlek varierar kraftigt mellan länder och regioner. Nationella policys för att övervinna nationella och regionala hinder är därför ytterst väsentliga för energisystemets utveckling.

I avreglerade elmarknader har ansvaret för att investeringar kommer till stånd förflyttats från stater till privata företag. I utvecklingsländerna har de privata investeringarna emellertid minskat sedan 1997, vilket ånyo understryker vikten av nationella policys.

Elbehovet kommer globalt att öka med 2,4 %/år. 4700 GW produktionskapacitet varav 2000 GW gasbaserat byggs globalt. Den europeiska produktionskapaciteten ökar från 573 GW 1999 till 901 GW (obs precisionen!!) år 2030. (För att ge en föreställning om storleken är ökningen ca. 10 ggr större än hela den nuvarande svenska kapaciteten. Totalt sett väntas Kina kräva de största investeringarna men USA och Kanada förblir världens största elmarknad.

EU studien World Energy, Technology and Climate policy Outlook 2030 visar liknande resultat. Elproduktionen kommer att öka med 3 % per år i snitt i världen fram till år 2030 och mest ökar den i Asien med 5,1 % i snitt per år. Elens andel av totala energikonsumtionen kommer att öka på bekostnad av fossila bränslen i i-länderna och traditionell biomassa i utvecklingsländerna. År 2000 var produktionen ca 15100 TWh och år 2020 kommer den att vara ca 26300 TWh.

Mer än hälften av energiproduktionen i världen år 2030 kommer att komma ifrån tekniker framtagna under 90-talet eller senare nämligen gasturbiner (gas combined cycle turbines), avancerade koltekniker samt förnyelsebara tekniker. De nya fossilbaserade teknikerna kommer att ersätta gamla fossilbaserade kraftverk. I världen kommer förnyelsebara (biomassa, sol, små vattenkraft, vind) att öka med mer än 4 % per år i snitt, detta trots att ingen hänsyn har tagits till politiska målsättningar som exempelvis EU:s direktiv 2001 (om att förnyelsebar elproduktion ska stå för 22 % av den totala produktionen år 2010).

Enligt IEA-studien dominerar elkraftindustrin det globala investeringsbehovet. Produktion, transmission och distribution svarar sålunda för 60 % av hela investeringsbehovet. Om investeringar i bränslekedjan räknas in blir andelen hela 70%. 46 procentenheter avser produktion och resten transmission och distribution. Investeringarna i transmission och distribution kommer att vara i samma storleksordning som för olje- och gasindustrin tillsammans.

Som en jämförelse förväntas kolindustrin, under gjorda antagande, bara behöva göra investeringar på 2 % av det totala globala investeringsbehovet, bl. a. på grund av att investeringsbehovet per energienhet hos slutanvändaren för kol bara är en sjättedel av vad den är för t ex gas.

En betydande del av investeringarna kommer att behöva ske för att upprätthålla nuvarande energiförsörjning, eller totalt 51 % av investeringsbehovet inom hela energisektorn. I OECD-länderna kommer en tredjedel av dagens elproduktionskapacitet sannolikt att behöva ersättas innan 2030.

En annan intressant uppgift gäller u-länderna. I ett av scenarierna (Universal Electricity Access) beräknas vad en 100% global tillgång till el skulle kräva i investeringar. Det betyder att ytterligare 1,4 miljarder människor utöver de som ingår i referensscenariot skall få tillgång till el. Enligt studien skulle detta kunna klaras med "endast" 7% ytterligare ökning av de totala investeringarna inom elkraftindustrin fram till 2030. Men översatt till absoluta tal kräver det att 665 miljarder dollar kommer fram till regioner som redan har svårt att attrahera kapital för investeringar.

Farhågor framförs att övergången till fullt konkurrensutsatta elmarknader inom OECD kan innebära finansiella problem för elkraftindustrin. Effektkapacitet anses t ex utgöra en ökad investeringsrisk som är svår att hantera i avreglerade marknader. Man noterar också senarelagda reinvesteringar i eldistributionsnäten som ett potentiellt problem i t ex USA och vissa länder i Europa. Med hänvisning till inträffade störstörningar poängteras att betydelsen av transmissions- och distributionsnäten ökar vid avreglering och därmed ökande handel, vilket snarare kräver ökade än senarelagda investeringar. Elnätens betydelse anses också öka för att man skall kunna hantera ökade mängder oreglerbar förnyelsebar kraftproduktion. Sammantaget föreslås att åtgärder bör vidtas för att få starkare fokus på leveranssäkerheten på avreglerade marknader.

A.2 Europa

Här sammanfattas:

- World Energy Outlook vad avser Europa.
- EU World Energy Technology and Climate Policy Outlook.
- EU European Energy and Transport Trends to 2030.

Delstudierna Strukturframsyn och Systemframsyn i IVA:s Energiframsyn studerar båda Sverige i ett europeiskt perspektiv men är kvalitativa och inte kvantitativa när det gäller energibehov mm. Vi återkommer till dessa studier i avsnittet 12 Framtidsbilder.

World Energy Outlook antar för EU-länderna (i detta fall de 15 EU-länderna fram till 2004-05-01) att den ekonomiska tillväxten antas fortsätta att öka. I EU-länderna växer BNP med:

- 2,3 % per år 2002-2010.
- 2 % per år 2010-2020.
- 1,6 % per år 2020-2030.

En kraftig ökning av både el- och energibehovet förutspås. Ökningen av det totala energibehovet i EU-länderna förväntas bli i snitt 0,9% per år, varav 1,2% 2000-2010 och 0,7% 2010-2030. Den reducerade ökningstakten efter 2010 förväntas komma på grund av mätningseffekter. Det totala energibehovet i olika sektorer sammanfattas i tabellen nedan:

(Liksom i andra IEA-rapporter redovisas energimängder i Mtoe. Överslagsmässigt är 1 Mtoe ungefär 10 TWh).

Energibehov i EU-länderna, Mtoe

	2000	2010	2020	2030
Industri	325	346	367	380
Transport	317	377	421	448
Övriga sektorer	380	426	463	493
Förluster	30	33	36	37
Totalt	1052	1182	1287	1358

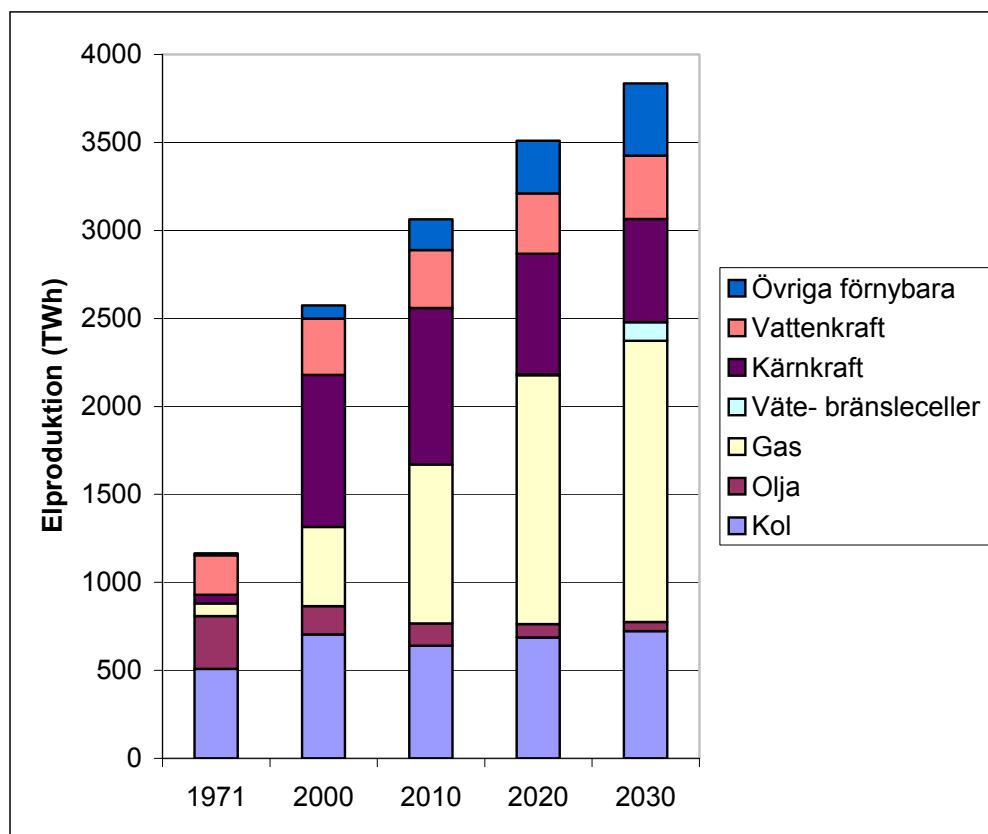
Elanvändningen i EU-länderna förutses öka med 1,4% per år mot 2,4 % per år globalt. För EU-ländernas del innebär detta en reducerad ökningstakt från 2,9% per år under perioden 1971-2000. Användningen förväntas öka mest i bostads- och servicesektorn. Inga sektorsuppdelade siffror presenteras för elanvändningen.

EU studien World Energy etc. visar liknande ökningar. Total elproduktion år 2000 ca 2500 TWh, år 2010 ca 2750 TWh, år 2020 ca 3150 TWh och år 2030 ca 3550 TWh. Det blir en ökning på ca 27 % från år 2000 till 2020, d.v.s. en genomsnittsökning på 1.2 % per år. Till år 2030 är ökningen ca 41 %.

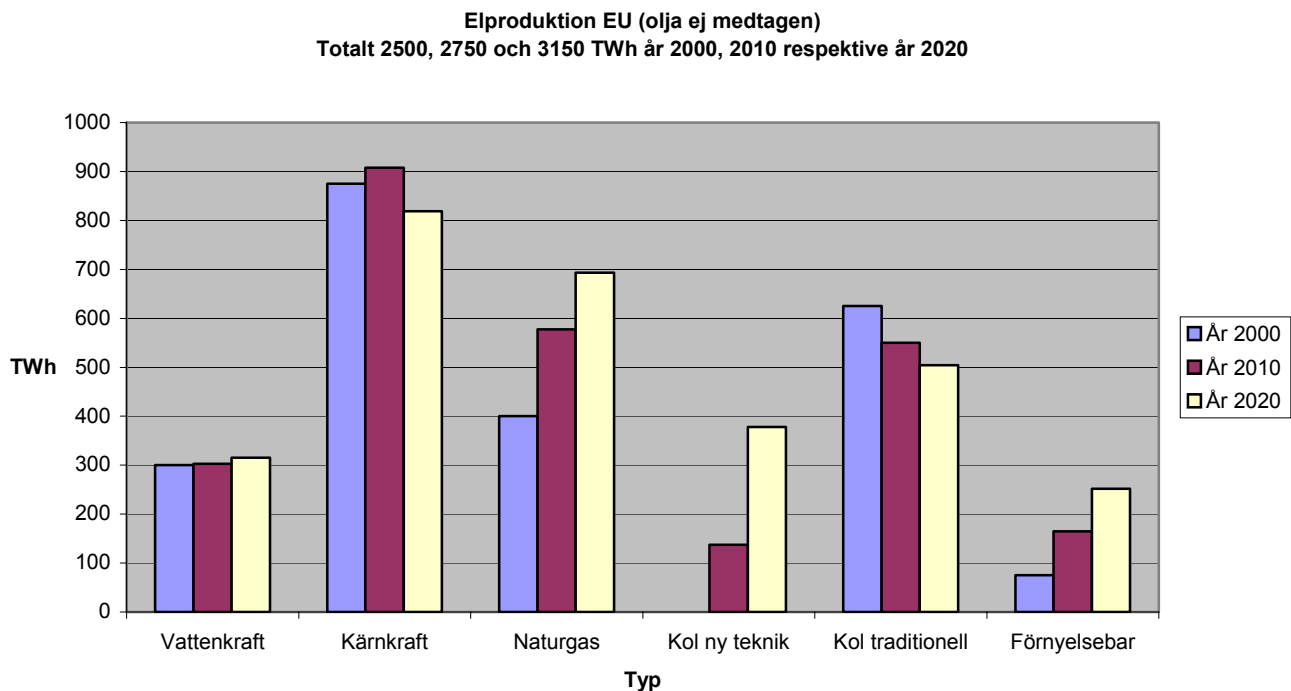
Enligt WEO måste den europeiska produktionskapaciteten öka från 573 GW 1999 till 679 GW 2010 och 901 GW 2030. Över hälften av elproduktionsanläggningarna ska dessutom omsättas under perioden av åldersskäl. Majoriteten av de nya anläggningarna planeras vara gaseldade. Den förväntade kapaciteten för elproduktion fördelat på olika kraftslag anges i tabellen nedan:

Elproduktionskapacitet i EU-länderna (GW)

	1999	2010	2020	2030
Kol	146	134	122	136
Olja	78	77	55	33
Gas	90	176	310	372
Väte- bränsleceller	0	0	1	30
Kärnkraft	124	118	88	76
Vattenkraft, konv.	84	91	95	100
Vattenkraft, pump	33	33	33	34
Biobränsle	8	15	23	33
Vind	9	33	57	71
Geotermi	1	1	1	1
Sol	0	2	4	13
Havskraft	0	1	1	2
Totalt	573	679	792	901



I EU studien European Energy and Transport Trends to 2030 görs en analys även av utvidgningen från EU 15 till EU 25, dvs. inklusive de som tillkom 2004-05-01, och till EU 30 som inkluderar tre ytterligare kandidatländer (Bulgarien, Rumänien och Turkiet) och två närmaste grannar nämligen Norge och Schweiz.



I EU 15 växer energibehovet snabbast i servicesektorn med en ökning på 1,1 % per år. Transportsektorn, vars energibehov var det snabbast växande inom EU under 1990-talet, beräknas öka med 0,9 % per år. Detta är långsammare än tidigare och beror till största delen på den minskade bränsleförbrukningar i fordon efter överenskommelsen med bilindustrin om lägre förbrukningar. Den minskade ökningstakten är anmärkningsvärd med tanke på att luft- och vägtransporter ökar. Industrin ökar sitt energibehov med 0,8 % per år trots en ökning av mindre energiintensiv industri och insatser för att minska energibehovet. Hushållen ökar sitt behov med 0,6 %. Detta beror till stor del på befolkningsökningen.

I EU 30 ökar det totala energibehovet med 1,6 % per år. Transportsektorns behov ökar med 3,0 % per år. En del av ökningen förklaras med att det blir ett ökat resande med bil och flyg samt att frakttransporterna kommer att öka. Industrins energibehov växer måttligt. Energieffektiviseringar gör att tillkommande länder kan öka sin industri utan att för den sakens skull få ett ökat energibehov. Den ekonomiska tillväxten gör att servicesektorns energibehov växer kraftigt eller med 1,9 %. Hushållens energibehov ökar med 1,5 %, och speglar det ökande antalet hushåll samt en ökad levnadsstandard.

A.3 Norden och Nordeuropa

Här sammanfattas tre delstudier i projektet Nordleden 2.

- Nordleden (En nordisk marknad för gröna certifikat och utsläppsrätter för CO₂).
- Nordleden (Udviklingen i det nordeuropeisk kraftmarkedet).
- Nordleden (Internasjonale och internationale virkemiddler).

I Nordleden 2 analyseras utvecklingen av Nordens energiförsörjning på kort och lång sikt, sett i ett nordeuropeiskt perspektiv. Målsättningen har varit att ta fram ett underlag på vetenskaplig bas som gör det möjligt att bedöma de ekonomiska och miljömässiga konsekvenserna av olika utvecklingsvägar för energisystemen.

Av de studier vi behandlar i denna rapport torde Nordleden vara den som (tillsammans med IPCC?) mest ingående behandlar inverkan av olika styrmedel för att nå klimatmål, vilket vi noterat i inledningen som en av de viktiga frågorna för elbranschen. Referatet är därför relativt utförligt.

Slutrapporten för etapp två publicerades oktober 2003 men materialet i rapporten har tagits fram under tre år, varför inte alla delar är helt aktuella ex finns av naturliga skäl inte med de kvoteringsregler för CO₂-utsläpp som den svenska regeringen nyligen föreslagit.

A.3.1 Nordleden Utgångspunkter och bakgrund

Energisektorn står för en stor andel av utsläppen av växthusgaser i Nordeuropa. Alla länder i Nordeuropa är överens om att internationellt samarbete och regional samordning är nödvändigt för att nå klimatmålen. Både nationella och internationella klimatpolitiska styrmedel kommer därför att påverka energisektorn inom hela regionen.

Det finns två internationella överenskommelser som begränsar utsläppen av växthusgaser nämligen Klimatkonventionen från 1992 och Kyoto-protokollet från 1997. Målet i Kyotoprotokollet är en reduktion med 5,2 % i förhållande till 1990 års nivå och protokollet innehåller även specifika begränsningar på utsläpp av växthusgaser för olika länder. Ett avtal med ett regelverk för hur Kyotoprotokollet följdes upp med ett möte i Marrakech 2001. Avtalet träder i kraft först när 55 stycken länder med minst 55% av utsläppen från i-länderna ratificerat den. USA har valt att stå utanför. Ryssland har inte undertecknat avtalet (när detta skrivs). Därmed har avtalet ännu ingen bindande verkan.

EU har antagit ett mål som innebär en reduktion av utsläppen av växthusgaser med 8% under perioden 2008-2012 jämfört med 1990 års nivå. Som ett led i detta har beslut fattats om EU-övergripande handelssystem för CO₂ från industri och kraftproduktion, som träder i kraft 2005-01-01.

Kyotoprotokollet innehåller tre flexibla mekanismer:

1. Gemensamt genomförande – Joint Implementation (JI): Ett land med utsläppsåtagande enligt Kyotoprotokollet kan tillgodogöra sig utsläppsreduktioner

- genom att investera i utsläppsminskande projekt i ett annat land med utsläppsåtagande.
2. Mekanism för ren utveckling – Clean Development Mechanism (CDM): Ett land med utsläppsåtagande enligt Kyotoprotokollet kan tillgodoräkna sig certifierade utsläppsminskningar genom att genomföra projekt i länder utan åtagande.
 3. Handel med utsläppsrätter – International Emission Trading: Möjliggör transaktioner mellan parter med utsläppsåtagande.

Avtalet som skrevs i Marrakech specificerar inte hur stor del av ett lands utsläppsåtagande som kan uppfyllas genom flexibla mekanismer, men slår fast att en ”betydande andel” av reduktionen av växthusgaser ska göras nationellt. Syftet med de flexibla mekanismerna är att utsläppsreduktionerna ska ske till en så låg kostnad som möjligt och de potentiella vinsterna av internationell/global samordning är stora.

Idag används en rad styrmedel i olika länder för att reducera utsläppen av växthusgaser. EU har trots stora ambitioner inte lyckats att harmonisera användningen av styrmedel mellan medlemsländerna i någon större utsträckning. Detta är i sin tur ett stort problem när det gäller att få till stånd gemensamma europeiska energimarknader.

Ett led i EU:s arbete kring handel med utsläppsrätter för koldioxid är medlemsstaternas allokeringar av dessa. De nationella allokeringsplanerna skulle ha lämnats till Kommissionen senast 2004-03-31 men flera medlemsländer var inte färdiga vid den tidpunkten. Elforsk har i sammanhanget anfört att flera länder varit så frikostiga vid tilldelningen av utsläppsrätter att det finns tvivel på att de nationella åtagandena kan klaras. Sverige har däremot varit synnerligen restriktivt i tilldelningen av utsläppsrätter till energisektorn, vilket Svensk Energi framhållit till regeringen och EU-kommissionen.

EU:s mål för att öka andelen förnybar energi verkar också så att det minskar utsläppen av koldioxid.

De vanligaste nationella styrmedlen i klimatpolitiken och speciellt för förnybar energi är kvotsystem, stöd till förnybar energi, kvoter och certifiering av ”grön” energi, avgifter, direkt reglering av investeringar och avveckling av produktion samt frivilliga avtal.

A.3.2 Scenarier

I Nordleden ställs tre scenarier upp för att illustrera den möjliga framtida utvecklingen av styrmedel inom Nordeuropa:

- Kyoto: Förpliktande avtal, internationell samordning och användning av marknadsbaserade flexibla styrmedel.
- Business class: Miljömål underordnas hänsyn till ökad världshandel och ekonomiska mål. Internationell samordning sker genom avtal och tvistuppgörelser knutet till handel, inte genom miljöavtal och konventioner. Nationella åtgärder blir begränsade av handelshänsyn.

- Nationellt fokus: Alla sätter egna nationella mål och tillhörande styrmedel. Vissa länder blir förorenare medan andra blir miljöpionjärer och det globala utfallet beror av ländernas sammantagna ambitionsnivå. Eftersom det inte är troligt att många kommer att överuppfylla sina mål minskar sannolikheten att uppnå de internationella miljömålen.

Nationellt fokus innebär traditionell politik där nationella styrmedel används för att uppnå nationella mål. Makten ligger kvar hos politiker och myndigheter inom landet som därmed har möjlighet att anpassa styrmedlen till de nationella förutsättningarna och aktuella situationen. Detta kan medföra snabba och stora förändringar i användningen av styrmedel. Om myndigheterna önskar detaljstyra styrmedlen innebär det också ett begränsat bruk av marknadsmekanismer vilket motverkar kostnadseffektiva utsläppsreduktioner.

Vad gäller internationell samordning finns två tänkbara utvecklingsvägar, benämnda "Kyoto" och "Business Class". I "Kyoto" bestäms användningen av styrmedel genom internationella avtal såsom Kyotoavtalet. Detta är en kostnadseffektiv strategi för att minska utsläppen av växthusgaser eftersom de billigaste möjligheterna till utsläppsreduktioner utnyttjas först. Dessutom motverkar internationell samordning ständiga ändringar i användningen av styrmedel till följd av nationellt förändrade prioriteringar och mål.

I "Business Class", sker internationell samordning främst genom internationella system av avtal, som i första hand är knutna till ekonomi och handel. Dessa avtal innebär begränsningar för val av nationella styrmedel inriktade på att nå nationella mål och innebär att det inte sker någon etablering av flexibla mekanismer på ett internationellt plan. Business Class kan sammanfattas som internationell samordning av användning av nationella styrmedel genom handelsavtal.

Tre avgörande faktorer för vilken av de tre scenarierna utvecklingen kommer följa, är tillgången på rimlig energi, ekonomisk utveckling och utveckling av teknologi. Det senare påverkar troligen inte förrän efter perioden 2020-2030.

A.3.3 Drivkrafter

Drivkrafter som påverkar användningen av styrmedel i klimat- och energipolitiken kan delas in i fyra kategorier: drivkrafter för resp. emot miljöåtgärder, samt drivkrafter som verkar för respektive emot internationell samordning.

Drivkrafter för miljöåtgärder:

- Opinion och miljörörelser.
- Industripolitiska intressen. Ekonomiska intressen att stödja specifika miljövänliga teknologier eller öka kostnaderna för konkurrerande verksamheter.
- "High-politics": De internationella klimatpolitiska diskussionerna sker på en hög politisk nivå.

Drivkrafter mot miljöåtgärder:

- Nationell tillförseltrygghet: Mål om ökad grad av nationell energiförsörjning samt oro för inverkan på ekonomisk utveckling och tillgång till rimlig energi.
- Motstånd mot omfördelning: Industrier som i dagsläget gynnas av det nuvarande systemet fruktar att förlora bidrag samt bli pålagda avgifter och utsläppskvoter för CO₂. (jfr pågående svensk diskussion).

Drivkrafter för internationell samordning:

- Kostnadseffektivitet: Genomförande av Kyotoprotokollet till lägsta möjliga kostnad.
- Internationell handel: Ökande internationell handel och konkurrens medför krav på lika villkor vad gäller skatter och avgifter.
- Marknadsorientering: Marknadsorientering av styrmedlen motiverar till samordning för att skapa kvotmarknader som är stora nog för att vara effektiva.
- Internationella avtal: Ett antal internationella avtal har redan antagits som sätter mål för klimatpolitiken.

Drivkrafter för nationellt fokus:

- Oenighet om fördelning av utsläppsreduktioner och styrmedel.
- Nationell handlingsfrihet: Länder vill inte riskera att befolkningen eller någon betydande näringsaktivitet blir lidande till följd av för lite eller för dyr energi.

A.3.4 Osäkerhetsfaktorer

Det finns fyra centrala osäkerhetsmoment vad gäller den framtida användningen av styrmedel inom energi- och klimatpolitiken nämligen ekonomisk utveckling, teknisk utveckling och tillförseltrygghet samt dålig strategisk kunskap om styrmedlens samhällskonsekvenser.

Vid en stark ekonomisk utveckling ökar politikernas vilja att skriva på förpliktande internationella avtal. En svag ekonomisk utveckling innebär att det anses viktigare att skydda verksamheter från ökade kostnader än att beakta miljöfrågor. Teknikutvecklingen är en viktig faktor på främst längre sikt då den kan tänkas radikalt ändra behovet och inriktningen av styrmedlen inom klimatområdet. Energiförsörjningsfrågor kan komma högre upp på dagordningen om ytterligare destabilisering sker i Mellanöstern vilket leder till ett högre oljepris.

A.3.5 Samhällsutveckling

I Nordleden antas en måttlig befolkningsökning i Norden (0,2-0,3%) fram till 2020 och ännu mindre ökning eller t.o.m. en viss minskning (Finland) efter 2020).

Årlig BNP-tillväxt. Procent per år

	Norge	Sverige	Finland	Danmark
10-årsperiod 2002-2012	1,5-2,5	2,25-2,5	2,5-3,0	1,75-2,0
20-årsperiod, 2002-2020	1,5-2,0	2,0-2,5	2,0-3,0	1,75-2,0
Mycket lång sikt 2020-2050	1,25-1,5	1,25-1,5	1,25-1,5	1,25-1,5

A.3.6 Elproduktionens utveckling

I delstudien om Utvecklingen på den nordeuropeiska kraftmarknaden som omfattar den närmaste tioårsperioden 2002-2012 finns ett referensscenario som baseras huvudsakligen på framskrivningar av det nuvarande och två varianter i form av scenarierna Låg förbrukningstillväxt och Långsam kraftutbyggnad. För CO₂ finns två fall Medel CO₂-pris (10 EUR/ton) och Högt CO₂-pris (20 EUR/ton).

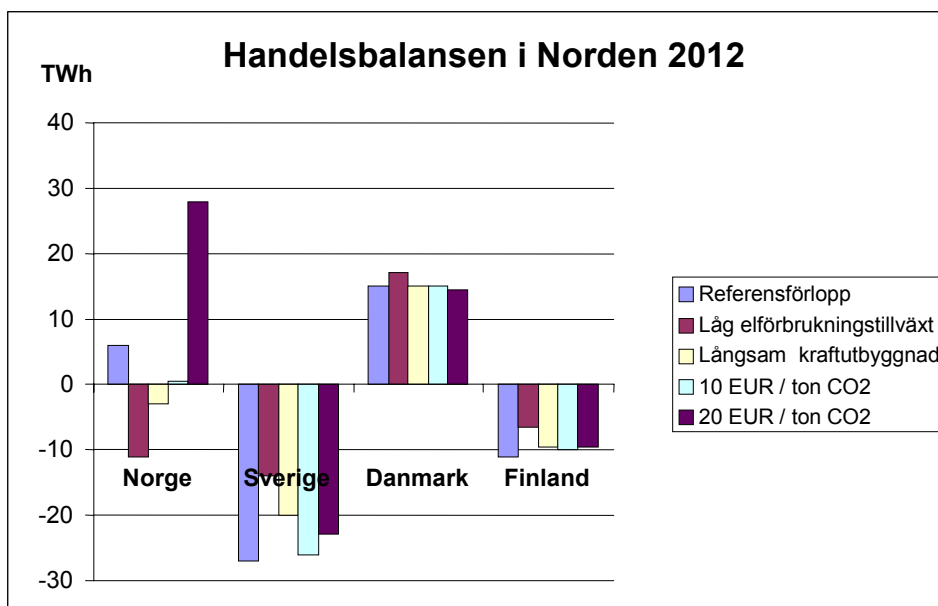
I referensförloppet stramas kraftbalansen till eftersom förbrukningen växer förhållandevis starkt och utbyggnaden inte hinner med. Nordens importbehov ökar. I Sverige försämras kraftbalansen betydligt och år 2012 blir underskottet 27 TWh (vid normalårsförhållanden). I Finland ökar handelsunderskottet från 2002 men reduceras från 15 TWh 2008 till 11 TWh 2012 som följd av färdigställandet av det femte kärnkraftverket. För Norges del ökar importbehovet i början av perioden men efter hand som det blir lönsamt med gaskraft blir Norge nettoexportör. Danmark är i en överskottssituation under hela perioden, men det är och främst baserat på produktion från äldre kolkraftverk. Tyskland går från att vara i balans fram till 2005 till att bli en betydande nettoimportör. I Nederländerna blir utvecklingen den omvända. Det hänger samman med att gas är billigare i Nederländerna än i Tyskland och att produktionen i gaskraftverken därmed exporteras till Tyskland.

Under ett våtår exporteras mycket av överskottskraften i de nordiska vattenkraftverken till länder på kontinenten. Vid ett år med nästan 28 TWh ökad tillgång tar Tyskland emot 10 TWh billig vattenkraft men exporterar stora delar vidare till Nederländerna och Polen. Vid normala förhållanden importerar Sverige 3 TWh från Polen medan 4 TWh exporteras till Polen vid våtår. För övrigt så tränger den ökade vattenkraften bort dansk kolkraft.

Under torrår är det inte så mycket att hämta från kontinenten. Orsaken är som nämnts tidigare att Norden redan vid normala förhållanden importerar från Polen, Tyskland och Nederländerna vilket innebär begränsad tillgång till ledig kapacitet vid torrår på överföringskablar. Vid bortfall av 25 TWh vattenkraft vid torrår ökar importen från kontinenten endast med 8,4 TWh i förhållande till normalåret. Resten kompenseras med ökad produktion i värmekraftverk i Sverige och reducerad förbrukning i Norden. Förbrukningen reduceras med hela 15 TWh.

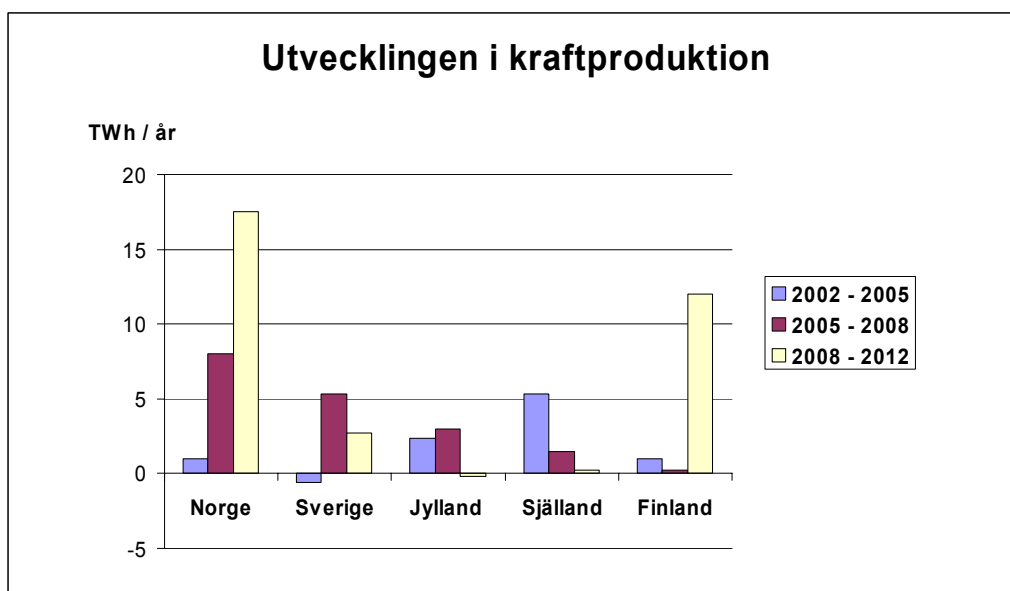
I sceneriet *Låg förbrukningstillväxt* avtas en svagare koppling mellan förbrukningstillväxt och den ekonomiska tillväxten än vad statistiken historiskt visar. I det sceneriet blir förbrukningen betydligt lägre än vid referensförloppet. I det reducerade sceneriet minskar Nordens förbrukning med 13 TWh till 2008 och nästan 28 TWh till 2012. Nordens nettoimport minskar dock bara 5 TWh till 3TWh. I sceneriet *Långsam kraftutbyggnad* antas att det blir mer riskfyllt att bygga ut ny produktionskapacitet. Det kan hänga samman med lokalt motstånd, politiskt och administrativa hinder eller högre avkastningskrav hos investerare.

Handelsmönstren i Norden framgår av följande figur:



Genomsnittspriset i Norden exklusive Jylland blir 20 norska öre/kWh 2005 och ökar till 22 öre/kWh 2008 – 2012. Anmärkningsvärt är att priserna stiger i alla marknadsområdena samt att priserna i Norden och på kontinenten inte konvergerar på grund av begränsningar i överföringskapaciteterna. År 2008 har priserna i Norden, Tyskland och Nederländerna nått nivåer för att täcka investeringar i nya gaskraftverk. I Polen blir det lönsamt att investera i gaskraft först efter 2012.

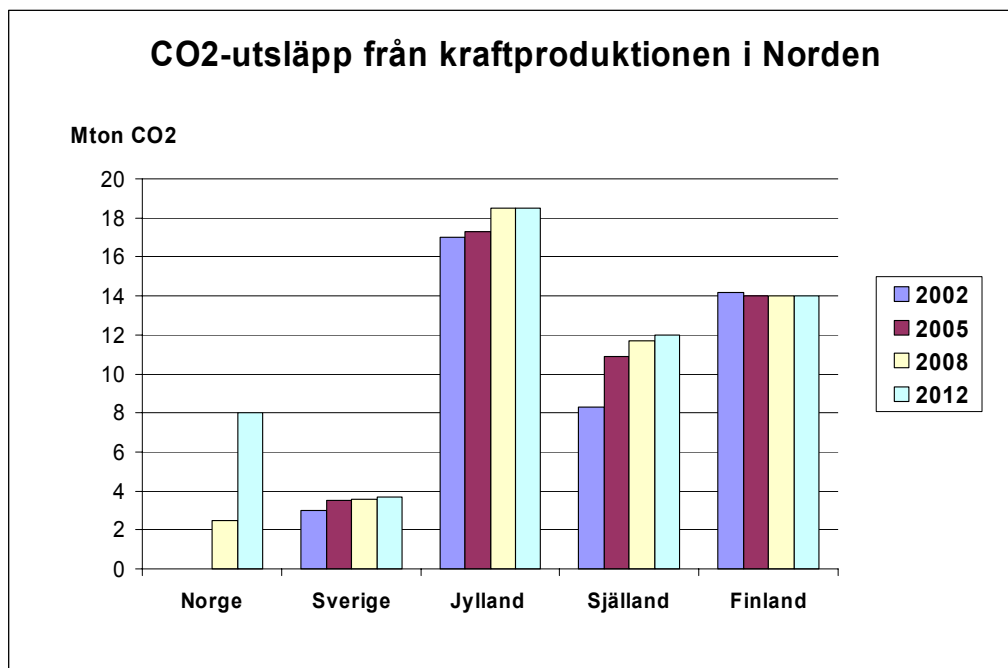
Utbyggnaden av kraftproduktionen i Norden framgår av följande figur:



A.3.7 CO₂-utsläpp

CO₂-utsläppen från kraftmarknaden i Norden ökar betydligt i Referensförloppet eller med 30% (42 Mton 2002 till över 55 Mton 2012). Ökningen är störst i Norge med 8 Mton och Danmark med 5 Mton. I Norge kommer ökningen från nya (ca 3500 MW) gaskraftverk. I Danmark ökar produktionen i befintliga kolkraftverk.

I Referensförloppet används ett CO₂-kvotpris på 40 NOK/ ton CO₂ som motsvarar 5,4 EUR / ton CO₂.



CO₂ utsläppen reduceras mer i *våttår* än de ökar vid *torrtår*. Ökningen vid *torrtår* sker i Sverige och på Kontinenten med 5,5 Mton medan de reduceras nästan 20 Mton vid *våttår*.

Ett högre CO₂-pris favoriserar produktion med gaskraft och försämrar för kolkraft och oljekondens.

I scenariot med ett *CO₂-pris på 10 EUR/ton* blir omfattningen av gaskraft i Norge mindre än i Referensförloppet. Det beror främst på att elförbrukningen dämpas av ett högre elpris. Ett CO₂-pris på 10 EUR/ton motsvarar en avgift på 2,6 NOK öre/kWh för ny gaskraft och 6,0 - 6,5 NOK öre/kWh för dansk kolkraft, beroende på verkningsgrad. Ett CO₂-pris på 10 EUR/ton genererar totala kostnader för ny gaskraft motsvarande 23,3 NOK öre/kWh i Norge och 27,1 NOK öre/kWh i Tyskland.

Priserna ökar mellan 1 och 2 NOK öre/kWh i alla marknadsområdena, med undantag för Jylland och Polen som får en större prisökning.

Med ett CO₂-pris på 10 EUR/ton blir det inte stora ändringar i Norden 2008. År 2012 förvärras balansen pga. utbyggnaden av gaskraft minskar i Norge. På kontinenten sker

det större ändringar. Vi får här konvertering från kol till gas i Tyskland och Nederländerna både 2008 och 2012.

Blir däremot *CO₂-priset 20 EUR/ton* blir gaskraft lönsamt mot kolkondens. Innebörden blir en stark övergång från kol till gas där Norge blir en stor nettoexportör. Kraftbalansen i de övriga Nordiska länderna har en mindre påverkan av kvotpriset. Även i Nederländerna byggs det ut mera gaskraft än i Referensförloppet och exporten från Nederländerna till Tyskland ökar.

Priserna i Norden ökar med ca 4 NOK öre/kWh jämfört med Referensförloppet, bortsett från Jylland där priserna ökar med 6 NOK öre/kWh. Prisökningarna i Tyskland och Nederländerna blir något lägre än i Norden.

Gaskraftproduktionen ökar i förhållande till Referensförloppet, även på Jylland sker konvertering från kol till gas. Norden får en nettoexport av el både 2008 och 2012.

Gaskraftens konkurrenskraft mot kolkraft förbättras med 5-7 NOK öre/kWh jämfört med Referensförloppet. 2008 ökar omfånget av norsk gaskraft med över 24 TWh (3060 MW), samtidigt som kolkraftproduktionen i Norden sjunker med 4,9 TWh.

På kontinenten sker även här en betydlig konvertering från kol till gas.

I scenariet *låg elförbrukningstillväxt* faller CO₂-utsläppen i Norden 2012 med över 9 Mton. I Tyskland faller CO₂-utsläppen med 18 Mton.

I scenariet *långsam kraftutbyggnad* faller CO₂-utsläppen bara obetydligt i Norden, med 3 Mton 2012. Orsaken är att produktionen i existerande kolkraftanläggningar ökar.

A.3.8 Elcertifikat och handel med utsläppsrätter

Ett elcertifikatsystem avses ge följande effekter:

- Investeringar i icke-certifierad teknik för elproduktion kan ersättas av investeringar i ny, certifierad teknik, eller ökad användning av existerande, certifierad teknik
- Användningen av existerande, icke-certifierad teknik kan minska, till förmån för nyinvesteringar, eller ökad användning av existerande, certifierad teknik.

Nordledens analys av ett införande av ett elcertifikatsystem i de nordiska länderna baseras på att systemet får stora likheter med det system som infördes i Sverige under år 2003. Certifikatkvoterna har valts utifrån EU-kommissionens direktiv om ökad förnybar elproduktion. Eftersom Norge inte är med i EU har man valt att ge Norge samma åtagande som Österrike vilket är det EU-land som har störst andel vattenproduktion.

Kvotstorlekarna varierar till år 2010 för att fram till slutåret 2023 stiga med 50 procent i samtliga länder.

	Sverige	Norge	Finland	Danmark	Totalt
Andel av förbrukningen år 2010	16%	10%	18%	29%	
Antal TWh certifierad elproduktion år 2010	24	13	11	16	64

De elproduktionstekniker som antas ingå i certifikatsystemet är:

- Småskalig vattenkraft ≤ 10 MW.
- Vindkraft (land- och havsbaserad).
- Biobränslebaserad kraft.
- Avfallsbaserad kraft.
- Solceller.
- Vågkraft.

Även existerande vindkraft, biobränslekraft och småskalig vattenkraft antas ingå i certifikatsystemet. Därmed har Sverige i nuläget ca 4,5 TWh småskalig vattenkraft och 4 TWh biobränslebaserad kraft inklusive industriellt mottryck. Norge har nästan 5 TWh småskalig vattenkraft medan det i Danmark finns ca 3 TWh vindkraft och 0,5 TWh biobränslebaserad kraft. Finland är det land med mest biobränslebaserad kraft, främst genom industriellt mottryck, vilken ger närmare 7 TWh på årsbasis.

Påverkan på elproduktionen visas i figuren nedan, där sammansättningen på produktion för år 2015, vid ett CO₂-åtagande på 30% och olika certifikatkvoter, jämförs med produktion år 1999.

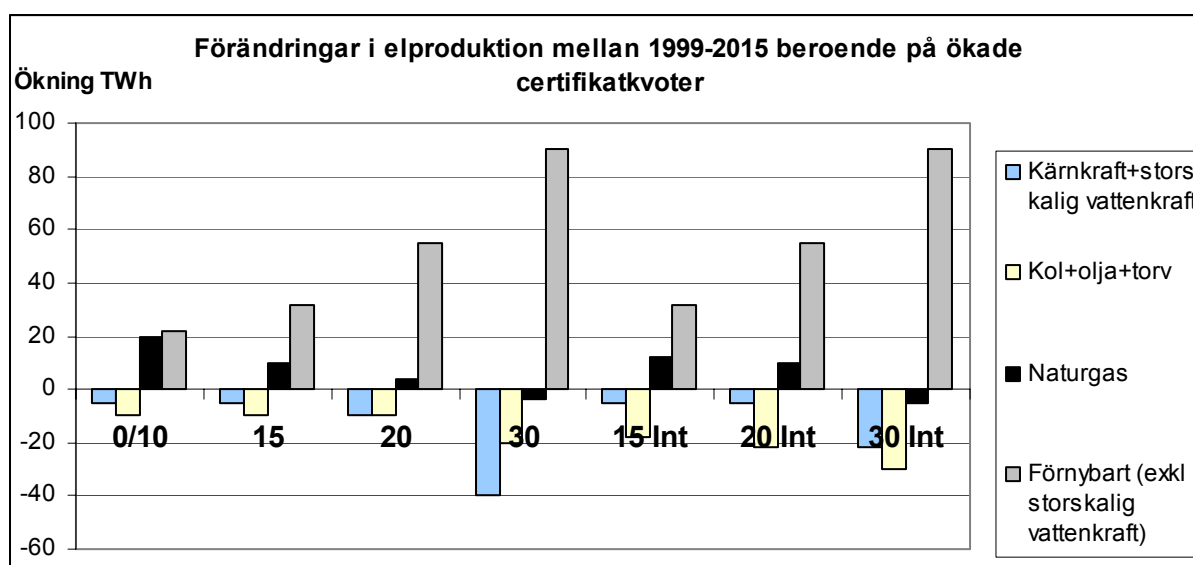
Utan certifikatkvoter, och med ett 30 %-igt CO₂-åtagande, kommer nyinvesteringar att ske ungefär jämt fördelat mellan naturgastekniker och certifierade tekniker (20TWh vardera i Norden som helhet). Andelen certifierade tekniker kommer att öka även utan certifikat, på grund av CO₂-åtagande och ökade elpriser. Både naturgas och certifierade tekniker vinner på att CO₂-åtagande. Kol- och oljebaserade tekniker minskar däremot. Kärnkraften minskar också på grund av utfasningen i Sverige.

Om en certifikatkvot på upp till 10 % införs, blir det ingen skillnad jämfört med ”utan certifikat”. Detta stämmer med de tidigare iakttagelserna att det behövs ett krav på 10 % innan kvotsystemet blir verksamt. När certifikatsystemet väl är aktivt, sker däremot en betydande påverkan på investeringar i certifierad teknik. Den naturgasbaserade tekniken minskar i samma takt i betydelse.

Som ett komplement till ovanstående analys, gjordes analyser med ett givet pris på CO₂-utsläpp som indata. Priset sattes till 120 SEK/ton CO₂ och ett CO₂-åtagande på 30%. Det givna priset kombineras med certifikatkvoter på 15, 20 och 30 %. Därigenom kommer ett nordiskt certifikatsystem inte att påverka priset på CO₂-utsläpp, vilket kan sägas spegla exempelvis en europeisk marknad. Resultatet visas också i figuren nedan (15int-30int). Skillnaderna gentemot motsvarande körningar med givna CO₂-åtagande är dock relativt små. Den tydligaste skillnaden är att existerande koleldade anläggningar

fasas ut förhållandevis snabbt i dessa fall när certifikatkvoten ökas, än tidigare, när CO₂-åtagandet var givet (och marknadspriset för CO₂ utsläpp beräknades av modellen).

Ökade certifikatkvoter minskar marknadspriserna på CO₂-utsläpp om marknaden är begränsad till de nordiska länderna. Om marknaden utökas till att omfatta en europeisk marknad kommer inte ökade certifikatkvoter i Norden att påverka priset på CO₂-utsläpp. Däremot kommer marginalkostnaderna för att minska CO₂-utsläppen i det nordiska energisystemet att minska markant, vilket torde öka incitamenten för nordiska energisystemet att exportera mera, eller alternativt importera mindre utsläppsrättigheter.



Att införa kvotplikt på certifikat i Norden medför en merkostnad i storleksordningen 20 mdr SEK. Denna merkostnad blir cirka 10 procent lägre om kvoten på 64 TWh införs på en gemensam nordisk marknad istället för att varje land ska uppfylla kvoter om en summa av 64 TWh. Norge skulle bli en stor exportör av elcertifikat medan de övriga nordiska länderna skulle bli importörer. Priset på certifikaten skulle hamna på drygt 100 SEK/MWh, vilket gör att Norges certifikatpris fyrfaldigas medan de andra nordiska länderna får 10 - 20 procentiga sänkningar.

A.3.8 Nationella klimatmål eller internationell koldioxidhandel:

Scenariot är att de nordiska länderna uppfyller sina åtaganden enligt Kyotoprotokollet och sedan fortsätter att reducera sina utsläpp i minst lika hög takt. Efter år 2020 är då koldioxidutsläppen från el- och fjärrvärmeproduktionen 20 procent lägre i Norden än idag. Denna minskning av koldioxidutsläppen kostar nästan 35 mdr SEK om varje land har ett enskilt åtagande om att minska utsläppen med 20 procent. Om vi istället har en gemensam nordisk marknad sänks denna merkostnad med 30 procent.

Det är alltså värdefullt och viktigare att införa en marknadsutvidgning på utsläppsrätter än på certifikat även om de inte är direkt jämförbara. Priset på utsläppsrätter kommer att

öka i takt med att kraven på reduktion av koldioxid ökar. När Kyotokraven skall vara uppfyllda år 2012 kommer priset att vara runt 100 SEK per ton.

En reduktion av koldioxid medför en reduktion av kolkondensproduktion i det nordiska systemet samtidigt som det kommer att ske en ökning av användandet av naturgas och biobränsle i kraftvärmeverken.

A.3.9 Kombinationer av certifikat- och koldioxidhandel:

Följande kombinationer av elcertifikat och klimathandel har studerats:

- Nationella certifikat och dagens skatter.
- Internationella certifikat och dagens skatter.
- Nationella certifikat och nationella mål.
- Nationella certifikat och internationell koldioxidhandel.
- Internationella certifikat och internationell koldioxidhandel.

Analyserna visar tydligt att det är lönsamt om både elcertifikat och utsläppsrätter kan handlas på internationella marknader. Jämfört med nationella system kan man minska merkostnaden med 40 procent.

Resultaten för certifikatsproduktionen visar att Sverige blir nettoköpare av certifikat om marknaden blir internationell medan en utvidgning av marknaden gör att Norge blir nettoexportör. I Finland blir det inga stora förändringar medan det i Danmark blir en stor utökning av vindel till år 2017. Det visar sig att certifikatsystemet har en stor påverkan på den förnybara elproduktionen.

Produktionen av certifikat påverkas inte mycket om ett system för klimathandel införs. Däremot ger denna handel minskningar av certifikatpriset med runt 10 – 15 procent och priset hamnar under 90 SEK/MWh. Priset på utsläppsrätter för koldioxid blir lägre om utsläppshandeln kombineras med handel av certifikat. Det beror på att en stor del av den förnybara elproduktionen som omfattas av certifikatsystemet också medverkar till att minska koldioxidutsläppen.

Ett införande av koldioxidhandel påverkar generellt priset nedåt på certifikat. Hur mycket lägre pris beror på vilket scenario som används. Samtidigt leder koldioxidhandel till ett högre elpris. Om man jämför med att behålla dagens skatter mot att införa koldioxidhandel så visar det sig att elpriset blir betydligt högre med koldioxidhandel, år 2010 handlar det om runt 20 SEK/MWh. Undersöker man detta tillsammans ser man att ett högre elpris ger ett lägre certifikatpris.

Införande av ett system för handel med elcertifikat i Norden skulle ha en kraftig påverkan på elproduktionens utveckling. Speciellt skulle biobränslebaserad kraftvärme öka. Skulle man enbart ha en internationell koldioxidhandel blir den stora skillnaden att biobränslebaserad kraftvärme ersätts av gaskraft. Kombinerar man dessa två blir resultaten ungefär densamma som att bara handla med elcertifikat vilket visar att dessa är helt dominerande.

För den svenska kraftvärmeproduktionen är elcertifikaten är det dominerande styrmedlet. Det som skulle ha producerats med naturgas om man endast hade handel med koldioxid minskar betydligt om man kombinerar elcertifikat och koldioxidhandel. Det som ersätter är största del biobränslebaserad kraftvärme samt att kolkraft försvinner helt.

A.4 Sverige

Här sammanfattas studierna:

- Framtidsscenarier 1995.
- Ett uthålligt elsystem för Sverige.
- SAME.
- Rum för framtiden.
- IT-samhället.
- Elsystem med distribuerad produktion.

De studier vi använt för Sverige ligger i vissa fall 5-10 år tillbaka i tiden och har olika karaktärer. Att vi trots deras ålder har dem med i detta projekt beror på att de innehåller en del problemställningar, observationer och resonemang som fortfarande står sig (dock inte alla). Ett annat skäl är att vissa av dem användes för att formulera forskningsprojekt och dito program vilket vi avser göra i fas 2.

A.4.1 Framtidsscenarier 1995

Ett exempel på det sistnämnda är studien Framtidsscenarier som var en allmän scenariostudie av olika utvecklingslinjer av intresse för elföretagen främst i vår närmaste omvärld. Projektet ledde bl.a. till att forskningsprojekten Elsystem med distribuerad produktion och IT-Samhället genomfördes och till att Sverige genom Elforsk gick in ett IEA-projekt om ellagring i elsystem.

A.4.2 Ett uthålligt elsystem för Sverige

Ett uthålligt elsystem för Sverige tillkom i slutspurten på Energikommissionens arbete 1995-1996 och syftet var att undersöka om Sverige kunde få ett elsystem väsentligen baserat på förnybara energikällor till mitten 2000-talet och vilka yttre betingelser som skulle fordras för detta. Ett viktigt inslag i studien är att naturgas sågs som en brygga mellan det nuvarande tillståndet och det framtida.

Nyckelantagandet var att internationella överenskommelser om kraftfulla styrmedel mot användningen av fossila bränslen skulle uppnås och hinna verka. Detta är ett återkommande antagande i nyare studier som vi behandlat. Det underströks starkt att om denna förutsättning inte skulle gälla skulle vi kunna få helt andra utvecklingar. Detsamma gällde synen på kärnkraft. Om denna skulle förändras skulle vi också få en annan utveckling osv. Studien utgick från användningssidan och förutsatte bl.a. kraftiga åtgärder för energieffektivisering i bostäder/lokaler industriprocesser och transporter i linje med grundantagandet ovan.

Resonemangen ledde till el- och energibehov år 2050 enligt följande. Det bör understrykas igen att dessa är helt beroende av studiens antaganden och endast är ett av många möjliga scenarier för utvecklingen till 2050. Eftersom vi har ganska få kvantitativa gissningar i vårt material om el- och energibehoven i Sverige på sikt kan de trots allt ha ett värde att redovisa.

El- och energibehov 2050

	El (TWh)	Energi (TWh)
Bostäder, service mm	65	115-125
Industri	50	105-115
Transporter	10	80
Förluster	5	5-10
Totalt	130	300-330

Som jämförelse var den dåvarande el och energianvändningen (1994):

El- och energibehov 1994

	El (TWh)	Energi (TWh)
Bostäder, service mm	72	152
Industri	50	136
Transporter	3	87
Avkopplingsbara elpannor	4	4
Förluster	9	9
Totalt	138	388

Utan att hårdra siffrorna är kontentan att elbehoven kvarstår på ungefär 1990-talets nivå och att det totala energibehovet minskar med ca 10-15%.

A.4.3 Ett elsystem med distribuerad elproduktion

I studien gjordes bl.a. en form av ”technical audit” av Ett uthålligt elsystem för Sverige med slutsatsen att systemet var tekniskt möjligt. Där skisserades också utvecklingslinjer för ”vägen dit”. Elbehovet antogs utvecklas enl. följande. Det ökar således fram till 2020-2030 för att därefter avta enl. antagandena i Ett uthålligt elsystem för Sverige.

År	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Totalt TWh	142	142	150	151	149	143	130

För ”vägen dit” utvecklas tre scenarier

Scenario 1 innebär att Basebäcksverkets produktion inte finns från år 2000 och att övriga kärnkraftverk producerar el i 40 år.

Scenario 2 innebär att 4 TWh försvinner år 2000 genom avveckling av ett aggregat i Barsebäck och inte annat än naturgas används som fossilt bränsle efter år 2010.

Scenario 3 innebär en kraftig livstidsförlängning av kärnkraften och minimeringen av användningen av fossilt bränsle.

Som exempel redovisas följande utveckling av elproduktionen för scenario 2 och 3.

Scenario 2. Elproduktion 1990-2050.

		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Kärnkraft TWh	70	66	66	40	25	15	0
Vattenkraft TWh	65	66	68	75	80	80	80
Vindkraft TWh	0	1	5	10	10	10	10
Biokraft/kraftvärme	0	0,1	0,5	8	8	8	8
Solkraft TWh	0	0	0	0	1	2	5
Mottryckskraft TWh	4	4	5	8	10	13	13
Naturgas TWh	0	0	5	10	15	15	14
Övrig fossilkraft TWh	3	5	0	0	0	0	0
Totalt TWh	142	142	150	151	149	143	130

Scenario 3. Elproduktion 1990-2050.

	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Kärnkraft TWh	70	70	70	50	35	17	0
Vattenkraft TWh	65	66	68	75	80	80	80
Vindkraft TWh	0	1	5	10	15	20	20
Biokraft/kraftvärme	0	0,1	0,5	8	8	8	8
Solkraft TWh	0	0	0	0	1	5	7
Mottryckskraft TWh	4	4	5	8	10	13	15
Naturgas TWh	0	0	0	0	0	0	0
Övrig fossilkraft TWh	2	5	1	0	0	0	0
Totalt TWh	142	142	150	151	149	143	130

A.4.4 SAME

I SAME-studien 1997-1999 var utgångspunkten att se på utvecklingen inom energisektorn i relation till de nationella miljömål som riksdagen antog vid den tiden.

Även här fanns anledning att göra antaganden som innebär att de förväntade el- och energibehoven ”pressas ned” på sikt.

SAME-studien innefattade inte transportsektorn. I dess olika scenarier blev el- och energibehov som följer. Det statiska scenariot innebär i huvudsak att konventionell industri utvecklas ungefär som BNP och det dynamiska att tjänste (service) sektorn växer som andel av ekonomin.

		Energibehov 2050, TWh				Energi- Behov 1995, TWh	Energi- Användning 1995, TWh
		Statiskt scenario		Dynamiskt scenario			
		Hög Tillväxt	Låg Tillväxt	Hög Tillväxt	Låg Tillväxt		
Dagens Teknik	El	135	84	123	77	91	118
	Värme	210	134	184	117	185	158
	Totalt	345	218	307	194	276	276
Effektiv Teknik	El	88	55	81	51		
	Värme	149	99	130	76		
	Totalt	237	154	211	138		

Skillnaderna för 1995 för energibehov resp. energianvändning beror på att elvärme räknats in i värmebehovet.

I de olika scenarierna ligger elbehovet mellan 77-135 TWh år 2050 att jämföra med 120 TWh (exkl. 10 TWh för transporter) i ett uthålligt elsystem för Sverige. Det totala energibehovet år 2050 ligger mellan 140 och 345 TWh att jämföra med 220-250 TWh (exkl. 80 TWh för transporter) för Ett uthålligt elsystem för Sverige.

Våra unga läsare känner inte igen sig på flera punkter i dessa tidigare studier. Den viktigaste skillnaden är kanske att studierna gjordes enbart för Sverige medan det idag är naturligt att ha ett åtminstone nordiskt - och ännu hellre ett nordeuropeiskt - perspektiv på både el- och energiförsörjning och miljöåtgärder. Naturgasen spelar en större roll idag än den gjorde vid tidpunkten för dessa studier även om den finns med som ”brygga mellan nu och då” i Ett uthålligt elsystem för Sverige (på ungefär samma sätt som i IVA:s Energiframsyn). Även miljömässigt kan det rent svenska perspektivet i SAME vara för snävt. Begränsningen kan innebära att de bästa lösningarna inte blir aktuella. Nordleden har ju visat att den totala miljöpåverkan många gånger blir mindre om man betraktar exempelvis Nordeuropa som ett system.

Det bör i sammanhanget påpekas att dessa bredare elmarknads- och miljöperspektiv ingalunda var okända när studierna gjordes. Både Ett uthålligt elsystem för Sverige och

SAME tillkom dock i vissa energi- och miljöpolitiska situationer där det av trovärdighetsskäl var nödvändigt att begränsa sig till Sverige.

För våra framtidsbilder är det kanske mest intressanta i dessa siffror på el- och energibehov för 2050 att de ligger lägre än dagens eller på samma nivå vilket brukar föranleda diskussion särskilt vad avser elbehovet.

Av intresse är att när Ett uthålligt elsystem gjordes hade professor Tor Ragnar Gerholm (som får rubriceras som en ”el- och kärnkraftvänlig” person) i flera studier för WEC, OPEC och Vattenfall påvisat att länders och regioners energibehov/capita så småningom sannolikt minskar med en fortskridande ekonomisk utveckling samtidigt som elandelen av energibehovet ökar. I studien för Vattenfall som avsåg tidsperspektivet 2050 drog han en ännu längre slutsats, nämligen att för Sveriges del skulle kombinationen av dessa effekter t.o.m. kunna leda till att även elbehovet/capita minskar på längre sikt (ca 2050) men att el ändå utgör huvuddelen av energitillförseln. Från andra utgångspunkter finns studier av Thomas B Johansson och Peter Steen om potentialen för energieffektivisering på längre sikt.

A.4.5 Rum för framtiden

I FOI studien Rum för framtiden görs också en normativ ansats som utvecklas vad avser energianvändningen i bostäder och lokaler. Tidsperspektivet är 2050 och resultatet ganska extremt.

Studien försöker först uppskatta vilket energibehov per capita i Sverige som är förenligt med en uthållig utveckling. Med stöd av tidigare studier anges 165 TWh totalt för Sverige, vilket är mycket lägre än i de andra studier vi behandlat. (Vi har inte granskat dessa tidigare studier i vårt material och har heller ingen uppfattning om rimligheten i siffran). Sedan uppskattas energianvändningen för industri (30 TWh), transporter, (28 TWh), förluster (29 TWh) och export av energi som sig själv eller i produkter (30 TWh). Energianvändningen för bostäder och lokaler blir en salderande post som enligt studien måste minska med 2/3 relativt dagens läge och stannar på 48 TWh varav 6 TWh för s.k. övrig service. Detta är mindre än hälften av det antagande som gjordes i Ett uthålligt elsystem för Sverige och även lägre än SAME:s lägsta scenario.

Studien arbetar med två scenarier Tät resp. gles. I ”Gles” ökar bostadens betydelse och dess roll som plats för såväl arbete som konsumtion. En av förutsättningarna är ökad användning av IT. Bostaden kan därmed ersätta lokalytor för service och arbete som exempelvis butiker och kontor. Urbaniseringen har upphört och flyttströmmarna har vänt tillbaka till landsbygd och mindre orter. I storstadsregionerna ökar småhusboendet bland annat genom utbyggnad av nya områden med villor och radhus relativt långt från stadskärnorna.

Scenariot ”Tät”, utgår från utvecklingen av en mer urban livsstil där lokalernas roll i människornas liv ökar. Människor tillbringar en växande del av sin tid på restauranger, biografier och samlingslokaler och behovet av bostadsytor minskar därmed. IT kan även här spela en roll genom att underlätta ”compact living”. Apparater blir mindre ytkrävande och IT minskar krav på förvaring av böcker och bild- och ljudmedia.

Inflyttning till storstäderna och regionala centra har fortsatt. Bebyggelsen har koncentrerats till knutpunkter av varierande storlek. Knutpunkterna erbjuder förutom små men välutrustade bostäder också arbetsplatser, detaljhandel, privata tjänster och offentlig service inom bekvämt avstånd.

Man har tittat på vilka ytor vi använder idag och vad som hänt år 2050 om de olika framtidsbilderna skulle slå in. Om trenden från idag fortsätter så kommer ytorna att ha ökat med 39 procent medan den kommer att ha minskat med 10 procent om Gles eller Tät slagit in.

Energianvändningen kommer att minska till år 2050 även om dagens trender håller i sig. Orsaken är att nybyggda hus är betydligt mer energisnåla än äldre hus och fram till år 2050 kommer 23 procent av småhusen och 31 procent av flerbostadshusen att vara nybyggda. Dessutom finns stor förbättringspotential i äldre hus, omisolering kan ge 10-15 procent och byte av uppvärmningssystem kan ge 35-40 procent mindre i energiförbrukning. Minskningen fram till år 2050 kommer att vara 35 procent om dagens trender håller i sig och om framtidsbilderna slår in blir minskningen 67 procent.

A.4.6 IT-samhället

Studien *IT-samhället* är ett försök att diskutera vad användningen av IT inom viktiga kundgrupper för elföretagen kan innebära för elförbrukningen. Resonemangen är i huvudsak kvalitativa och inga mycket starka effekter på vare sig elenergibehov eller effektfrågor påträffades. Kraven på hög leveranssäkerhet och god elkvalitet ökar.

Bilaga B. Frågor och konsekvenser för elbranschen

I denna bilaga refereras och sammanfattas vad som framkommit genom arbetsgruppens delrapporter om genomgångna studier. Till detta kommer synpunkter vid projektets workshop i 2004-05-26 och från Elforsks Programråd för omvärld och system i 2004-06-09. Med detta framställningssätt ligger det i sakens natur att många synpunkter sammanfaller eller delvis överlappar varandra och att ”stort” blandas med ”smått. Det ligger dock ett värde i att dokumentera den följande bruttolistan på synpunkter, frågor och reflexioner.

Eftersom referatet är långt behandlar kap 10 i rapporten de viktigaste frågorna för elföretagen och där har dubbeltäckningar tagits bort.

B.1 Möjligheter och hot

B.1.1 Kraftig ökning av det globala elbehovet

Från studierna

De globala studierna pekar på en kraftig utveckling av elbehovet i världen särskilt i dagens snabbväxande ekonomier i Asien och i synnerhet i Kina men även i övriga delar. Utöver ny utbyggnad förutses stora reinvesteringar i den industrialiserade världen. Möjligheterna för teknisk utveckling och gynnsamma affärer är stor men det kan finnas frågetecken för hur världens forskningsinsatser kan komma att utvecklas. (FoU-aspekterna kommer vi att titta närmare på i fas 2).

Elsystemen förväntas kräva större delen av investeringsbehoven inom energisektorn som i sin tur väntas bli avsevärt större 30 år framåt än de varit 30 år bakåt. Kapitalbehovet kommer att vara stort och vara en utmaning och möjligen ett hot i alla globala strategier.

På europeisk nivå påverkas möjligheterna att möta utmaningarna i framtiden bl. a. av hur de nya osäkerheter och investeringsrisker, som konkurrensutsatta marknader introducerar, kommer att hanteras för att göra erforderligt kapitalbehov tillgängligt. IEA-studien World Energy Investment Outlook pekar på följande:

- Effektkapacitet.
- Långdragna lokaliseringsproblem.
- Osäkerheter angående framtida styrmedel med avseende på miljöpåverkan.
- Senarelagda reinvesteringar i eldistributionsnäten, bl. a. med hänvisning till inträffade störningar poängterar att betydelsen av transmissions- och distributionsnäten ökar vid avreglering och därmed ökande handel, vilket kräver ökade investeringar (medan vi idag ofta ser att sådana investeringar senareläggs). Elnätens betydelse anses också öka för att man skall kunna hantera ökade mängder oreglerbar förnyelsebar kraftproduktion. Sammantaget föreslås att åtgärder bör vidtas för att få starkare fokus på hur man säkerställer kostnadseffektiv leveranssäkerheten på avreglerade marknader.

- Risken för att distinktionen mellan ägare, operatör och producent komplicerar ansvarsfördelningen och elnätsplaneringen

Den tydligaste samlade slutsatsen är att en förutsättning för att tillgodose kapitalbehovet är att på alla nivåer (regioner och delar i infrastrukturen) skapa politiska ramverk och regelverk som minskar investeringsriskerna och säkerställer en god avkastning på investerat kapital. Detta måste hanteras i den pågående förändringen där energiinfrastrukturen i rask takt förändras från att vara en kostnad för stater till en ”intäkt” (beskattningsbar).

Synpunkter från Programrådet för omvärld och system

Aktörsrollen- vem kommer att agera framöver? Här finns många osäkerheter, t.ex. vad gäller Rysslands roll med dess stora råvaruresurser på bland annat energisidan. Kina/Indien är en annan osäkerhetsfaktor.

Vatten kan komma att bli en mycket viktig resursfråga. Framtida elanvändning för avsaltning av havsvatten kan bli aktuell. (Kopplingen mellan energi- och vattenförsörjning uppmärksammades vid årets WEC-konferens i Sydney i september).

B.1.2 Möjligheter och hot i liberaliserade energimarknader

De flesta globala studierna antingen utgår från eller är positiva till fortsatt liberalisering av energimarknader. Vissa ser detta t.o.m. en förutsättning för att lösa de stora energiproblemen i världen.

Samtidigt finns det hot av olika slag mot fortsatt liberalisering. Ett första sådant är att liberaliseringen i u-länder och länder ”in transition”, även sådana i vårt närområde, antingen försenas, stannar upp eller inte ens kommer igång trots att behoven av moderna energilösningar kanske är störst där. I många sådana länder saknas förutsättningar för väl fungerande marknader och investerare avskräcks från att agera. Viktiga förutsättningar för marknader är t ex politisk stabilitet, oberoende rättssystem, insyn i statliga förordningar och fri tillgång till information.

Andra hot som kan föranleda återregleringar är att marknaden anses ha liten eller ingen förmåga att lösa vissa frågor t ex.:

- Energisektorns negativa konsekvenser på miljö och samhälle som inte reflekteras i energipriset är ett växande problem (d.v.s. oförmågan att hantera s.k. externaliteter).
- Naturliga monopol i vissa delar av energisystemet, t ex distributionsnäten, utesluter konkurrens som ett medel att nå ekonomisk vinst och större effektivitet.
- Marknaden investerar inte ”av sig själv” i lösningar som tillfredsställer långsiktiga mål men är oekonomiska på kort sikt. Hotet här ligger i första momentet att statsmakter agerar ogenomtänkt eller på basis av bristande information i styrmedelsfrågor.
- Ytterligare hot mot fria marknader kan ligga i att funktionssättet får så stark kritik av allmänhet och kunder att statsmakter beslutar om återreglering. (Vi behöver inte gå så långt för att åtminstone se skäl att spekulera om ett sådant hot. En historisk parallell kan vara av intresse. Endast några få år efter den norska avregleringen

gjordes den norska kraftindustrin en framtidsstudie där ett av scenarierna byggde på återreglering p.g.a. ökande politiskt tryck. Kan vara en spegling av den osäkerhet inför reformen som säkert fanns).

- IVA:s strukturpanel anser att kärnkraftutbyggnaden i världen kommer att upphöra om avregleringen fortsätter. Anledningen skulle vara att dess kostnadsstruktur inte passar i en avreglerad marknad. (Vi har inte sett att denna fråga kommenteras i andra studier. IVA:s uppfattning har ofta framförts tidigare i Sverige. Är det finska kärnkraftverket möjligen ett motexempel. Den finska elmarknaden är avreglerad och stora kunder tar ett stort finansieringsansvar för kärnkraftverket).

Regleringar som innehåller en marknadskomponent, såsom handel med utsläppsrätter, är särskilt bra för framväxten av ett hållbart energisystem eftersom de:

- Uppmuntrar producenterna att göra långsiktiga satsningar på forskning och utveckling som behövs för innovationer.
- Minskar kostnaderna genom att ge producenterna flexibiliteten att handla sinsemellan så att det totala målet ändå uppnås.
- Uppmuntrar producenterna att tänka igenom sin marknadsföringsstrategi. Kan de övertyga kunderna om att betala för det upplevda, ökade värdet av förnybara energikällor eller liknande så ökar producentens finansiella fördelar.
- Endast påverkar en del av ekonomin, vilket reducerar förhandlingssvårigheter och därmed ökar chanserna för politiskt stöd. Skickar signaler om sociala kostnader till producenterna men har liten inverkan på konsumentpriset, vilket ökar chanserna för politiskt stöd.

En slutsats för branschen är att det är viktigt att ta initiativ i framtidsfrågorna och visa på att vi stödjer en positiv samhällsutveckling, för att inte bli utsatta för negativa konsekvenser och få ett begränsat handlingsutrymme i framtidens utveckling.

Från Workshopen

En viktig fråga är vem som har ansvar för effektfrågan på en avreglerad marknad.

Studierna tar nästan inte alls upp frågor om kundbeteenden på en avreglerad marknad vilket givetvis är viktiga frågor för elföretagen. (Se nedan om synpunkter på förtroende för elföretagen).

B.1.3 Energibrist och försörjningstrygghet

Från studierna

Brist på energivaror såsom olja kol och gas diskuteras men framstår (egendomligt nog) inte som särskilt stora hot i flera globala studier. Inom EU spelar dock frågorna om försörjningstrygghet för energi i allmänhet och elförsörjningen i synnerhet en större roll än i internationella studier i övrigt. EU har också en kraftfull linje ifråga om CO₂ -utsläpp och direktiv om ökad andel förnybar energi och insatser på energihushållning som båda borde kunna bli viktiga drivkrafter framöver.

Synpunkter från Programrådet för omvärld och system

- Bränslefrågorna är viktiga. Minskar oljeresurserna påtagligt och hur påverkar detta i så fall alternativen i form av förnybart, gas, kol, kärnkraft etc? Detta är en viktig fråga med tanke på de enorma investeringar som står för dörren i energisektorn.
- Hur hanterar branschen större kriser, t.ex. i form av en kärnkraftsolycka någonstans i världen eller sammanbrott av oljeproduktionen från Saudiarabien. En sådan studie skulle kunna ev. drivas som ett Elforskprojekt.

B.1.4 Miljöfrågor på olika nivåer

Från studierna

Synen på miljöfrågor som hot och möjlighet varierar mellan studierna. En grov karakterisering är att CO₂-frågorna eller - mera allmänt - strävan mot en uthållig utveckling spelar successivt större roll när vi går från de globala till de nordiska och svenska studierna. I flera globala studier anses att de lokala miljöproblemen kommer att ha större inflytande än de globala. De lokala föroreningarna har en mer markant påverkan på människorna i de kraftigt urbana samhällena särskilt det växande antalet ”megastäder” än de globala föroreningarna och enkelt uttryckt – alla människor vill ha en bil när de får råd.

Från Workshopen

Vilka blir framtidens miljöfrågor?

- Igår t ex förorening.
- Idag CO₂ och klimat.
- Blir det i morgon partiklar och/eller marknära ozon?

- Inom EU är klimat- och miljöfrågor viktiga. EU kan komma att spela en viktig roll om man lyckas få medlemsländerna att uppfylla Kyotoprotokollet. EU:s minskningar av utsläpp spelar i och för sig en måttlig roll i det globala perspektivet men EU kan bli en föregångare inom området och utveckla CDM (Clean Development Mechanisms) och JI (Joint Implementation) gentemot länder där åtgärder har större inverkan på de totala utsläppen.
- En viktig fråga är om teknik för CO₂-avskiljning och lagring får allmän acceptans. Med dagens teknik blir elproduktionskostnaden med CO₂-avskiljning 50-55 öre/kWh och förhoppningar finns om 20-procentiga kostnadsminskningar inom 20 år.
- Vad händer om kunderna ser kraftiga klimatepisoder, t.ex. översvämningar och stormar och själva kopplar dessa till växthuseffekten? Kanske ökar kundernas medvetande om och när klimatförändringar tydligt börjar påverka deras liv.
- Grön el men till vilket pris? Detta gäller både vad kunden kan tänka sig att betala för grön el och hur mycket miljön kan tåla för att hålla låga energipriser.

Synpunkter från Programrådet för omvärld och system

Europa resonerar inte på samma sätt som övriga världen vad gäller miljö- och energipolitik då förutsättningar och akuta problem skiljer sig åt. Det är därför viktigt att EU driver på i utvecklingen i u-länderna.

B.1.5 Styrmedel

Från studierna

Styrmedelsfrågor för uthållig utveckling i allmänhet och CO₂ frågorna i synnerhet spelar stor roll i scenarier för Europa, Norden och Sverige och delar av OECD-området. En misstanke är att i studier där Kyoto-avtalet och CO₂ -frågan tonas ner eller åtminstone har mindre vikt, har också USA ett större inflytande över metodik och resultat än i andra studier. CO₂-avskiljning och -lagring ses som en viktig möjlighet för framtiden vid sidan av de mera traditionella verktygen dvs. ökad verkningsgrad, mera energieffektiva processer på användningssidan och ökad användning samt i vissa fall ytterligare kärnkraft.

I Nordleden förs en utförlig diskussion om inverkan av olika styrmedel och kombinationer däremellan på elförsörjningen i Norden under den närmaste tioårsperioden.

Från Workshopen

- Sverige blir mer och mer beroende av EU:s utveckling. Förutsägbara EU-harmoniserade styrmedel krävs för att ge industrin goda förutsättningar att hävda sig åtminstone på EU-nivå. Trots detta finns skäl att förvänta sig en utflyttning av företag till regioner som står utanför klimatåtaganden och andra styrmedel.
- I dagsläget finns en kunskapslucka som gäller vilka konsekvenser på elmarknaden som implementerade och påtänkta styrmedel leder till. Hur ska styrmedel designas för att fungera på ett optimalt sätt och minimera oönskade sidoeffekter? (En förstudie kring dessa frågor planeras av Elforsk).

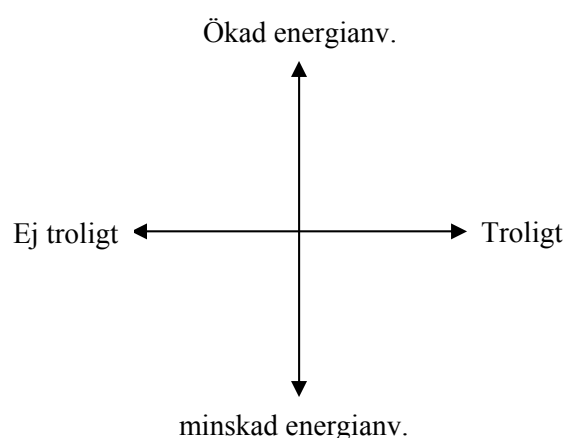
B.1.6 Övriga reflexioner

Stefan Montin gjorde en intressant sammanställning av frågor till Framtidsmässan 2004-03-23--24. Några har vi redan tagit upp i det föregående. Även om vi inte kommer att kunna besvara alla de återstående inom ramen för fas 1 (eller kanske inte ens inom hela projektet) bör de kommas ihåg inför fas 2. Somliga av frågorna är stora och behandlas även i andra sammanhang t ex de som gäller den framtida industristrukturen.

- Tillväxten och näringslivets struktur/utveckling styr i hög grad energiefterfrågan. Finns det en mättnadsgrad.
- Näringslivets struktur är känslig för energipriser, arbetskraftskostnader och övriga regelverk (jfr. Strukturpanelen i IVA-studien).
- Klarar vi att behålla högt specialiserad tung industri?
- Klarar vi att behålla kvalificerad verkstadsindustri? (jfr utflyttningen av Flextronics).
- Klarar vi att behålla FoU och produktutveckling i Sverige? (jfr konkurrensen från Kina och Indien).
- Energianvändningen bostäder/hushåll påverkas av energipriserna, jfr de senaste 2 årens minskade elkonsumtion.
- Ny effektiv energiteknik stabiliserar efterfrågan på energi i Sverige. Mättnad?

- Effektiv energianvändning kan betyda ökad elanvändning.
- Det tar mycket lång tid att förändra produktionssystemet för el/energi.
- Bristande investeringsvilja, stabila spelregler saknas och svårigheter att få tillstånd för ny produktion.
- Tydlig målkonflikt mellan miljömål, tillväxt, ny produktion och kärnkraftsavveckling.
- Tveksamt om Sverige klarar att uppnå långsiktiga klimatmål? Är vi och världen är beredda att i tid förändra energianvändning och produktionssystem.

En grupp vid "Framtidsmässan" i mars 2004 diskuterade olika frågors relevans för elföretagen enl. följande.



Varje axel går från -6 till 6. Nedan kommer varje frågas inplacering i diagrammet att presenteras som (x,y) med placeringen på axeln "Troligt" först och axeln "Energianvändning" sist.

Kommer nätfrågor i form av ökade krav på leveranssäkerhet och kvalitet att bli viktigare? (3, 0)

Kommer industristrukturen i Sverige att förändras? (4, -2)

Fortsätter urbaniseringen? (5, 1)

Hur många är vi som bor i Sverige? Invandrad arbetskraft? Klimatflyktingar? (6, 2)

Hur kommer konsumenternas beteende att ändras? Vad kan påverka det? Vem? Vilka förändringar är möjliga? Vill energibranschen ta ansvar för vår produkt hela vägen ut till slutkunden? Sopsortering är ett bevis på att vi kan ändra vårt beteende, men vad ska till för att vi ska ändra vårt energibeteende? (6, 2)

Kommer vi att se ett ökat energipris och hur påverkar det energianvändningen? (6, -1)

Kommer vi se en förändrad energianvändning? Vilka nya användningsområden kommer (ex. hem-PC, 3G, ökad AC i hemmen)? (6, 2)

Kommer nya byggtekniker att påverka vårt värmebehov? (3, -3)

Vilka EU-direktiv kommer? Ex. energicertifiering av byggnader och energitjänstedirektivet? (6, -2)

Hur påverkar handel med vita certifikat? Hur bör ett sådant system utformas? (5, -2)

När ”vaknar” kunderna och börjar göra aktiva val och hur påverkar det? (0, 0)

Kan terror mot energiförsörjningen bli verklighet? (3, -2)

Värmepumpsanvändningen kommer att öka. Hur kommer det att påverka energi- och effektbehovet? (6, -2)

Kan elförbrukningen tänkas tillåtas öka om man vill minska CO₂ -utsläpp (ex kraftvärme som ersätter kolkondens)? (5, 0)

Från workshopen 2003-05-26 framkom följande beträffande *elanvändningen i Norden och Sverige*

- Inom Norden pekar prognoserna åt olika håll. De senaste årens minskning i den svenska elanvändningen skapar osäkerhet om den framtida användningen. Osäkerheten är störst på industrisidan.
- Har vi avsättning i Sverige för nuvarande och eventuell ny elproduktion om användningen minskar?
- En slutsats som kan dras av att elanvändning och miljökrav ökar är att ny kärnkraft måste in i systemet. Den frågan behandlas endast sparsamt i de genomgångna studierna. Om elanvändningen ökar - vilken typ av produktion kan vi tänkas bygga och hur se import/exportmöjligheterna ut? Flera blivande EU-direktiv diskuteras såsom byggdirektivet, energitjänstdirektivet och apparatdirektivet. Dessa kommer med största sannolikhet att påverka användarmönstren.
- Energieffektiviseringstjänster har andra dimensioner än bara sparande. De kan också ses som kundvård.
- Hur påverkas branschen av minskat värmeunderlag och ett eventuellt ökat elbehov? Satsningar på kraftvärme blir ointressanta om man inte har avsättning för värmen. Framtidens byggande kan bli mycket energisnålt (Jfr projektet i Lindås).
- Effektivisering av energianvändningen leder ofta till ökad elanvändning.
- Kanske behöver användarna utbildas i exempelvis frågor som vilken effekt får kärnkraftsavveckling och vilka delar elpriset består av?

B.2 Industriell och samhällelig utveckling i Sverige samt konsekvenser för svensk elbransch

Från Workshopen

- Industrin och tillväxten påverkas kraftigt av höjda elpriser. Detta är dock inget som nämns i större utsträckning i de genomgångna studierna. (Elforsk planerar att offerera ett särskilt projekt om detta under hösten 2004).
- Allmänhetens och företagens kritik av den svenska elbranschen vad avser höga elpriser och misskötsel av kunder och marknad kan leda till återreglering. Detta försvåras dock av EU:s nuvarande initiativ för avreglering av energimarknaderna.
- En stor del av energiföretagens personal kommer att gå i pension inom ett 10-tal år. Idag agerar endast ett fåtal företag för att nyanställa och säkerställa sin kompetensförsörjning. Bristen på arbetstillfällen i branschen för unga välutbildade människor i branschen kan också leda till att unga människor inte väljer utbildningar kopplade till branschen.

- Flera företag har idag lågt förtroende hos sina kunder. Detta tycks vara ett större problem för stora internationella företag än för små lokala företag.
- Kraven på skilda VD:ar för elproduktion, nät, fjärrvärme etc. ställer till med problem för mindre företag där verksamheten är uppbyggd på synergier mellan olika delverksamheter.
- Långsiktiga FoU-satsningar stärker förtroendet för företag och bransch.
- Kvartalsekonomi och kortsiktiga styrmedel ställer till problem genom att leda till lösningar som är kostnadseffektiva endast på kort sikt. Med ett längre synsätt skulle man kunna få långsiktigt ekonomiskt och miljömässigt hållbara lösningar.

Synpunkter från Programrådet för omvärld och system

- Förändrade energipriser påverkar industristrukturen, vilket kan leda till radikalt förändrad energianvändning och det kan gå relativt snabbt. Vad händer med eventuell överskottsel- finns det möjlighet till export? Kommer vi att "få" ha kvar produktionsapparaten trots minskad användning? Hur påverkar energiindustrin tillväxten i samhället? Detta bör utredas och föras fram.

B.3 Nya användningsområden för el

Från studierna

Som tidigare nämnts är användningssidan genomgående mindre väl beskriven än tillförselsidan. Det finns inte heller särskilt mycket om nya industrier eller hur teknikutveckling inom bioteknik, nanoteknik mm kan leda till nya industrier som behöver energiförsörjning (inte heller sägs mycket om hur dessa teknikområden kan påverka teknikutvecklingen inom branschen själv. Detta får också bli en fråga för fas 2).

Ett undantag är transportområdet. För att minska dess beroende av fossila bränslen krävs en kraftfull teknisk utveckling på många områden. Elindustrin kan vara en del av denna om eldrivna fordon och bränsleceller i bilar introduceras. Nya marknadsmöjligheter kan uppstå med exempelvis vätgas producerad genom elektrolys av vatten med el producerad i vindkraftverk eller med solceller. I Elforsks väteprojekt görs kopplingen mellan avskiljning och lagring av koldioxid å ena sidan och väteframställning å den andra. Bakgrunden är att för i alla händelser de närmast 10-20 åren förefaller de billigaste framställningssätten för väte vara baserade på naturgas. CO₂-avskiljning och lagring i väteraffinaderier kan då bli miljömässigt förnuftigt om man ser till hela kedjan och förhoppningsvis ekonomiskt möjligt.

Synpunkter från Programrådet för omvärld och system

- Stora strategiska teknikgenombrott kan komma vad gäller t.ex. ellagring för fordon. Mycket resurser läggs på batteriutveckling för exempelvis mobiltelefonbatterier och denna kan ge spin-off i form av batteriutveckling för andra ändamål. Det är troligt att denna typ av genombrott kan komma inom transportsektorn eftersom det är en sektor med stora miljöproblem men där människor av bland annat bekvämlighetsskäl har svårt att avstå från användning.
- Elanvändning för belysning kan komma att öka kraftigt i och med en ökande befolkning och en ökande andel äldre i befolkningen.

- Kommer satsningar på DSM att öka i förhållande till satsningar på ny produktion? I så fall kräver detta mycket fler beslut eftersom antalet aktörer ökar drastiskt.

B.4 Branschstruktur och nya aktörer

Från studierna

Tyvärr finns det ganska litet i materialet på denna punkt.

I IEA:s World Investment Outlook nämns bl.a. att gaskraftverksägare har investerat i gasfyndigheter för att hantera bränsleprisrisken. Vidare förutspår studien att samgåenden och uppköp fortsätter som ett sätt att stabilisera "cash-flow" och för att kunna genomföra kapitalintensiva investeringar med interna medel när tillgång till lånat kapital är en begränsning. Vidare noteras det ganska uppenbara att den europeiska kraftsektorn är under stark omstrukturering. Studien noterar - inte lika invändningsfritt - att det är en dominerande tendens att omstruktureringen sker från statsägda till privatägda företag och att de framtida investeringarna antas förlita sig till privat kapital. Kunder bedöms också kunna bli mer involverade i investeringar. Den finansiella konstruktionen av det finska kärnkraftverket är ett talande exempel.

Vad gäller nya aktörer finns också ganska litet. Ett undantag är studien: Ett elsystem för distribuerad elproduktion (DP) som är disponerad efter aktörsledet och diskuterar DP från utgångspunkten producenter, stamnätsföretag, nätbolag kunder med höga kvalitetskrav etc.

Redan då rapporten togs fram fanns ett stort antal aktörer inom DP-området, främst inom vind- och vattenkraft. Framtida tänkbara aktörer är byggherrar, fastighetsbolag, samfällighetsföreningar, totalservicebolag, energitjänstföretag, bränsleföretag, lantbrukare, utrustningstillverkare samt enskilda personer och företag. DP är en ny nisch och kraftbolagen kan välja huruvida de vill vara en aktör inom området eller ej. Engagemang från kraftbolagen minskar utrymmet för övriga aktörer. Väljer kraftbolagen att bli aktörer inom DP fordras samarbete med fler/andra parter än vad man haft traditionellt.

Från Workshopen

- Distribuerad produktion (DP) av el (och värme) tror många kommer antingen som hot eller möjlighet för elföretagen. Blir det dagens energiföretag som agerar på denna marknad eller kommer helt andra aktörer in?
- Samtliga genomgångna studier visar på en ökad andel förnybar produktion och inom EU finns också ett särskilt direktiv inom området. I dag är lokaliserings- och tillståndsproblem allvarliga hinder mot ökad utbyggnad av vindkraft. Acceptansfrågor är en annan viktig del av denna problematik.

Synpunkter från Programrådet för omvärld och system

Vad händer med (DP) i framtiden? Vilka aktörer kommer in? Kommer människor att vilja engagera sig i DP i framtiden? DP kräver en högre grad av engagemang och det är osäkert på om det ligger i linje med trenden mot ökad bekvämlighet.

B.5 Nätfrågor

Från studierna

Nätfrågorna har inte så stor uppmärksamhet med några undantag t ex i Nordledens diskussion om elhandel och i IVA:s systempanel.

I IEA:s WEIO påpekas de stora investeringsbehoven i transmissions- och distributionsnät. I Global Energy Perspectives poängteras den ökande andelen ledningsburen energi i den framtida energiförsörjningen I WEIO görs också en speciell kommentar om relationen mellan nätfrågor och distribuerad produktion. Ett ökande inslag av DP förutspås och enligt studien bidrar detta till att minska det totala investeringsbehovet i överföringskapacitet i världen med ca. 8% fram till 2030. Det anges däremot inte som en drivkraft i sig utan något man får på köpet vid introduktion av distribuerad produktion med hjälp av olika former av introduktionsstöd.

IVA:s systempanel för ett resonemang med konsekvens för nätfrågorna. I ett hållbart energisystem kommer elsystemet att se annorlunda ut. Personer och företag med krav på en avbrottsfri elleverans installerade reservaggregat. Frågan är om detta är bästa lösningen för framtiden, då allt fler enheter får behov av en avbrottsfri elleverans. Tele- och datatrafiken kommer successivt att länkas över till Internet. För att försäkra sig om en säker trafik kommer behoven av reservkraft att öka. Här skulle en leverantör som energibolagen kunna ta på sig att leverera el med hög tillgänglighet och leveranssäkerhet. Den pågående utbyggnaden av optofibernäten ger en möjlighet att koppla samman el- och telesystemen för att skapa en, från det vanliga elnätet, separat överföringsväg. Även reservkraftverken skulle kunna ingå i dessa parallella system.

Det kan alltså finnas flera olika behov av elsystem. Det första systemet är storkraftnätet. Den andra nivån är frikopplad från storkraftnätet och gäller måttliga energimängder och låga effekter vilket utgör cirka 5-10 % av det totala elbehovet. Sammanbyggandet av datanät och lokala elnät kan vara ett exempel. Den tredje nivån består av mobila enheter. Idag finns bland annat mycket hemelektronik som arbetar med låg spänning. Många av dessa produkter använder batterier i dagsläget. I framtiden kan man tänka sig att lågspänningsel från t ex solceller kan utgöra ett eget nät för drift av hemelektronik, belysning mm. Även en parkerad vägasdriven bil kan utgöra ett exempel på ett lokalt mobilt elnät.

Det finns stora affärsmöjligheter för aktörer inom uppbyggnad av elnät och elkraftsgenerering i det framtida energisystemet. Framtidens tekniklösningar kan minska kostnaderna för småskalig elkraftsgenerering. Växande efterfrågan i U-länder som saknar centrala distributionsnät, samt dyrare elpriser kan utgöra ytterligare starka motiv för massproduktion av småskaliga och fristående elsystem. Ett distribuerat elsystem skulle också minska U-länders beroende av importerad el.

Från Workshopen

- Flertalet studier pekar på ökad avreglering och ökad handel av energiprodukter mellan länder. Detta ställer viktiga frågor om överföringskapacitet mellan och inom länder.

B.6 Elkvalitet

Från studierna

Frågan diskuteras sparsamt i studierna t ex i IEA:s World Energy Investment Outlook men då främst i samband med riskerna för stora avbrott.

Från Workshopen

- Elkvalitetsfrågor kommer att få ökad betydelse i framtiden genom ökat elberoende i industri och samhälle och ökad användning av IT-system.
- På sikt kommer troligen även vård i hemmet att öka av både kostnads- och personalbristsskäl. Känsliga utrustningar som kräver god leverans- och spänningskvalitet kan för detta syfte behöva placeras långt ut i nätet.
- Alla typer av kunder vill ha förbättrad elkvalitet men betalningsviljan är låg. Leder denna utveckling till att vi får en marknad med differentierad elkvalitet för olika typer av behov?
- Ett kortsiktigt orosmoment är att nätnyttomodellen inte ger några incitament till förbättrad leveranskvalitet.

Bilaga C. Offert och projektbeskrivning

Monika Adsten
Tfn 08-677 27 59

2003-10-24

Reviderad offert Elmarknad i förändring/framtidsbilder

Detta projekt offererades till er 2002-11-08, men projektet har nu reviderats varför vi vill ge er en möjlighet att på nytt ta ställning till projektet. För att underlätta hanteringen behöver ni endast kontakta Elforsk om ni önskar acceptera offerten. Vi ber om ert svar snarast, dock senast 21 november.

Projektet innehöll ursprungligen en helt ny framtidsstudie men har nu vidareutvecklats genom diskussioner i programrådet för Omvärld och System inom Elforsk. Diskussionerna har lett till ett upplägg där vi drar nytta av en rad befintliga nationella och internationella studier för att måla upp framtidsbilder och dra slutsatser. Med detta angreppssätt kan en mer genomarbetad framtidsanalys genomföras. Det reviderade projektet innehåller också en helt ny möjlighet till kompetensutveckling av framförallt yngre medarbetare. Projektbeskrivning bifogas dels som en sammanfattning (bilaga 2), dels som en fullständig version (bilaga 3).

Syftet med projektet är att:

Ge elföretagen underlag för egna analyser och slutsatser av frågor med strategisk karaktär.

Möjliggöra för Elforsk och elföretagen att tillsammans dra slutsatser av branschgemensam karaktär.

Identifiera gemensamma forskningsinsatser.

Kompetensutveckla unga medarbetare hos finansierande företag och Elforsk. Arbetet kommer även att ge dem ett utökat nätverk i branschen.

Med detta arbetssätt fås en möjlighet till direkt kompetensutveckling inom de egna företagen. Det innebär att både yngre och lite äldre medarbetare hos medverkande företag inbjuds att aktivt och direkt medverka i analysarbetet.

I korthet delas arbetet in i två faser. I första fasen granskas ett 20-tal framtidsstudier utifrån ett gemensamt frågebatteri och en sammanfattning görs av varje rapport. Efter en gemensam seminariebehandling ställer Elforsk samman framtidsbilder baserade på granskade studier. I fas nummer två granskas framtidsstudierna återigen, men denna gång med syfte att identifiera kunskapsluckor och därigenom möjliga gemensamma forskningsbehov.

Arbetet kommer att ledas av Harald Haegermark, (tidigare ansvarig för Programområdet Omvärld och System på Elforsk) med lång erfarenhet från framtidsstudier.

Offertsummorna presenteras i bilaga 1 och kommer att faktureras med 50% 2003 och 50% 2004.

Elforsk föreslår att genomgången av framtidsstudierna görs av företrädesvis yngre medarbetare från de finansierande företagen (samt från Elforsk). Lämplig profil är exempelvis trainees eller andra yngre medarbetare med strategisk profil. Detta ger en unik möjlighet till kompetensutveckling till ett mycket förmånligt pris. Det är samtidigt angeläget att seniora medarbetare från branschen (och Elforsk) deltar för att stötta de yngre medarbetarna och agera ”bollplank” i deras arbete. De seniora medarbetare som deltar i fas 1 bör ha en viss erfarenhet av affärsutveckling och de som deltar i fas 2 av FoU-frågor. Projektet bygger alltså på en aktiv medverkan från er finansiärer, som bidrar med egen tid.

Vi hoppas att deltagande företag har möjlighet att medverka med en eller flera personer i projektet för bl a genomgång och analys av genomförda framtidsstudier. Vi tror att en sådan medverkan i kombination med en nära dialog med övriga projektdeltagare kan ge mycket värdefulla kunskaper och erfarenheter både för den egna verksamheten och också vara ett led i den interna kompetensutvecklingen.

Projektet inleds med en kick-off den 4 december 2003 kl 9.00-15.00 på Ingenjörshuset, Malmskillnadsgatan 46 i Stockholm. Vid detta tillfälle kommer också en intressant introduktion till området framtidsstudier att ges av särskilt inbjudna experter. Bland annat presenteras och diskuteras olika metodiker för att genomföra framtidsstudier. Vi kommer även att i detalj presentera projektet och dess upplägg samt påbörja projektarbetet.

Hör gärna av er om ni har frågor. Projektledare Harald Haegermark nås på 070-318 27 57 och biträdande projektledare Monika Adsten på 08-677 27 35.

Med vänlig hälsning

Monika Adsten
Programområde Omvärld och system
ELFORSK

2003-10-15
Harald Haegermark

Bilaga 2

Sammanfattning av Arbetsplan för Elforsk projekt Framtidsbilder – Synteser av gjorda större studier.

Syfte

Att - på basis av redan gjorda eller pågående studier - framställa tydliga framtidsbilder om viktiga faktorer för företagen i Elforsks ägarkrets så att:

Företagen får ett underlag för *egna analyser* och så att de kan *dra egna slutsatser* av strategisk och annan karaktär medan Elforsk och företagen tillsammans kan dra slutsatser av branschgemensam karaktär. Projektets produkt för dessa syften är en systematisk genomgång av ett antal genomförda framtidsstudier och liknande studier.

Elforsk, från den systematiska genomgång av branschgemensamma frågor som nämns i föregående punkt, kan dra slutsatser om kommande gemensamma forskningsinsatser som kan intressera företagen i ägarkretsen och andra finansiärer.

Kompetensen hos unga medarbetare (i ägarföretagen och Elforsk) ökas genom aktivt arbete i projektet.

Bakgrund

Förslaget är framtaget i dialog med Elforsks programråd för Omvärld och System.

Det finns ett stort antal gjorda och pågående framtidsstudier av både gemensam och företagsintern karaktär och åtminstone f.n. anser programrådet att det inte finns skäl att starta nya. Man är dock ense om att befintligt och allmänt tillgängligt material av detta slag inte nyttiggjorts så långt som man borde liksom att projektet har ett värde som utbildning för yngre medarbetare.

Utgångspunkter

Villkoren för elföretagen på den svenska elmarknaden kommer sannolikt att förändras ganska radikalt under den närmaste 10 till 15-årsperioden. Det finns ett antal faktorer av större betydelse däribland de följande:

Krav på minskade CO₂-utsläpp.

Ökad vikt för tillförsäkerhet ("security of supply") inom energisystemet i allmänhet och elsystemet i synnerhet både internationellt, särskilt inom EU, och i Sverige.

Effektknapphet och användarsidans anpassningsförmåga vilket kräver insatser på både produktions- och användningssidan.

EU krav på ökad andel förnybar energi inom produktion av el och värme och inom transporter vilket kan komma att öka konkurrensen om förnybara energikällor, särskilt bioenergi.

Ökad integrering inom det nordeuropeiska elsystemet, med friare handel, utbyggd överföringskapacitet och utjämnade elpriser.

Tidshorisonten 2010-2020

Fokus i projektet läggs på situationen om 10-20 år, men det skall beakta att investeringar som görs i anläggningar och infrastruktur också har en påverkan långt senare. Därigenom börjar vi med dagens kända problemställningar och hoppar inte över kända svårigheter samtidigt som vi tillåter oss att vara visionära. Vidare beaktas att FUD-verksamhet som bedrivs under tidsperioden också ofta får sitt genomslag långt senare.

Arbetssätt i stort

Arbetet uppdelas i två faser:

I Fas 1 görs en genomgång och analys av ett antal utvalda framtidsstudier. Analysen av studierna sammanfattas i en syntesrapport.

I Fas 2 analyseras resultatet av fas 1 och med syftet att precisera forskningsfrågor som kan vara av intresse för Elforsks ägarkrets.

Arbetssätt och –moment i Fas 1

Ett antal gjorda studier för närmare genomgång väljs ut i samråd med Elforsks programråd för Omvärld och system som också utgör projektets styrgrupp. Varje studie behandlas med ett antal fasta frågor inriktade på viktiga framtidsförhållanden (enl. ovan) för företagen och branschen.

En arbetsgrupp tillsätts av de medverkande företagen. Arbetsgruppen bör bestå av en blandning av personer med erfarenhet av företagets affärsutveckling och yngre nya medarbetare. Arbetet med att gå igenom studierna fördelas på de yngre deltagarna i arbetsgruppen och en kort rapport om varje studie sammanställs.

En sammanfattande och slutsatsinriktad syntesrapport om hela arbetet i fas 1 tas fram genom särskilt uppdrag till en extern expert.

Arbetssätt och -moment i Fas 2

Syftet 2 dvs att skapa forskningsprogram och –projekt kräver medverkan av personer med FoU-ansvar i företagen. Vidare bör Elforsks handläggare särskilt de programansvariga medverka. Yngre medarbetare som deltagit i fas 1 används som assistenter. I arbetet utnyttjas även Elforsks samtliga programråd. Programrådet för Omvärld och system utgör en lämplig styr- och även del av arbetsgrupp i fas 2.

Följande arbetsmoment ingår:

Genomgång av behandlade studier i fas 1 med nya fasta frågor med fokus på forskningsperspektivet. Varje studie behandlas av en senior ledamot med FoU erfarenhet som assisteras av en yngre ledamot som varit engagerad i fas 1 på motsvarande studie. För varje studie tas en kort rapport fram inriktad på slutsatser om FoU.

Rapporterna remitteras till Elforsks alla programråd. Programrådet för Omvärld och system har särskilt ansvar för övergripande och multidisciplinära områden.

En sammanfattande rapport om hela arbetet skrivs av samme externe expert som i fas 1 med tonvikten på förslag till forskningsuppgifter som Elforsk kan offerera företagen i ägarkretsen. Sammanfattningsrapporten remitteras till samtliga programråd och därefter avslutas hela projektet.

Organisation

Elforsks programråd för Omvärld och system utgör styrgrupp för arbetet under fas 1 samt styr- och tillika arbetsgrupp för fas 2. Elforsks samtliga programråd medverkar i fas 2.

För fas 1 tillsätter de medverkande företagen en särskild arbetsgrupp med en blandning av medarbetare med erfarenhet av företagens affärsutveckling samt juniora medarbetare. De juniora medarbetarna medverkar som assistenter även i fas 2. Arbetsgruppens ordförande tillsätts ur programrådet för Omvärld och System.

Projektledning och arbetet att ta fram sammanfattningsrapporter för fas 1 och fas 2 läggs ut på en extern expert. Inom Elforsk skall finnas en biträdande projektledare.

Elforsks övriga programråd medverkar i remisser av rapporter.

Pris och tidsförhållanden.

Projektet genomförs på 15 månader efter projektstart. (Ca sex månader per fas och marginal för förseningar). Priset utgör 830 tkr och projektet har full finansiering. Företagen bidrar dessutom med eget arbete och deras aktiva medverkan är en viktig grundförutsättning för projektet.

Elforsks programråd utom programrådet för system blir involverade i projektets fas 2 vilken inleds i mitten av 2004.

Bilaga D. Genomgångna studier och fördelning på medverkande

Medverkande i arbetsgruppen

Rinne, Bengt	Gävle Energi AB
Gillander, Eva	Göteborg Energi AB
Lindell, Ann-Marie	Göteborg Energi AB
Maksinen, Peter	Göteborg Energi AB
Adsten, Monika	Elforsk AB
Andersson, Cristian	Elforsk AB
Gode, Jenny	Elforsk AB
Forsgren, Stefan	Skellefteå Kraft AB
Waaanperä, Gabriel	Skellefteå Kraft AB
Sunér, Maria	Svensk Energi
Granlund, Kristina	Svenska Kraftnät
Jönsson, Åsa	Sydkraft AB
Granlund, Anders	TelgeKraft AB
Wassingbo, Peter	Söderenergi AB
Engdahl, Henrik	Telge Energi Nät AB
Granberg, Roger	Umeå Energi Elnät AB
Bergqvist, Kristina	Vattenfall Utveckling AB
Gunnar Larsson	Vattenfall Utveckling AB

Genomgångna studier

	Anders G	Peter W	Kristina B	Åsa J	Gabriel W	Eva G	Peter M	Roger G	Henrik E	Kristina G	Stefan F	Bengt R	Jenny G	CA alt MA
Nordleden (En nordisk marknad för gröna certifikat och utsläppsrätter för CO ₂)	H	H							H			B		
Nordleden (Udviklingen i det nordeuropeisk kraftmarkedet)	H	H	B						H					
Special report on emissions scenarios IPCC													H	
Grönboken				B										
IT-samhället								H						
Elsystem med distribuerad produktion			H											
Nordleden (Internasjonale och internationale virkemidler)			H											
Energy for sustainable development- a policy agenda UNDP 2002				H										
EU World Energy Technology and Climate Policy Outlook					H									
IEA World Energy Outlook														H
IEA World Energy Investment Outlook														H
Vision 21 (Läses i fas 2)					H									
IVA Systemframsyn						H								B
IVA Strukturframsyn						B	H							
FOI Rum för framtiden						B					H			
Global Energy Perspectives							H							
Framtidsscenarier 1995								B		H				
Ett uthålligt elsystem för Sverige										H				
SAME											B	H		
EU European Energy and Transport Trends to 2030	H	H							H					
IVA Teknisk Framsyn														H

H=Huvudansvarig

B=Biläsare

Bilaga E. Visioner för den tekniska utvecklingen enligt genomgångna studier

E.1 Globala studier

I OECD:s och IAEA:s studie "Energy to 2050 – Scenarios for a Sustainable Future" anges tre mål för utvecklingen till 2050:

1. 60 % av världens primärenergiförsörjning ska komma från "kolfria" källor.
2. Maximalt 40 % av transportenergibehovet ska täckas med olja.
3. 95 % av världens befolkning ha tillgång till el.

Studien tecknar följande bild. År 2050 kommer 46 % av världens primärenergibehov från ickefossila källor, istället har biomassa (15,7 %) och andra förnybara energikällor (18,9 %) ökat jämsides med kärnkraft (11,3 %). För att uppnå att 60 % av primärenergibehovet ska kunna komma från kolfria källor antas koldioxidavskiljning och lagring kunna användas för 26 % av de totala fossila energianvändningen. Naturgasens betydelse ökar starkt- 26,4 % av primärenergien kommer därifrån år 2050. Det bör också poängteras att det totala primära energibehovet har ökat från ca 400 EJ år 2000 till 1000 EJ år 2050, varför användningen av olja fortfarande är ca 16 % högre än år 2000. Kolanvändningen däremot har minskat.

I IEA studierna World Energy Outlook och World Energy Investment Outlook diskuteras teknisk utveckling inom många områden. Den förstnämnda arbetar med två scenarier nämligen referensscenariot, RPS som mest beaktar utveckling av känd teknik och Alternative Policy Scenario, APS, som innehåller kraftigare offentliga satsningar på forskning och utveckling. Åtskilligt av det följande kan bli aktuellt redan före 2020. I RPS förutses följande:

Användningssidan

- IT-utveckling- framförallt inom servicesektorn men även inom industrin.
- Byggsektorn- mer integrerad design vad gäller värme, kyla och belysning samt åtgärder i husskal. Detta gäller i första hand vidareutveckling av befintlig teknik. Nya metoder för projektering etc. så att befintlig teknik används optimalt och med systemsyn nämns.

Utvinning och distribution av fossila bränslen

- Utvinning av gas och olja.
Förbättrad geoteknik för att identifiera fynd, utvecklad borrhäls- och djuphavsteknik. Icke konventionell oljeutvinning (från oljesand och bitumen) nämns, men inget om vilken teknik som ska användas (befintlig eller ny).
- Distribution och lagring av naturgas, LNG.
Utveckling av gasledningar, förgasningsteknik och transport av flytande gas.
Ny teknik för LNG –tillverkning och -distribution samt för gas-to-liquids och coal-to-liquids.
Avancerad teknik för kolbrytning.

Elproduktion

- Gasturbiner.
Förbättrad verkningsgrad. I scenariet RS talas om att kombicykelgasturbiner ska gå från en verkningsgrad på 55% till 62%, och i APS ökar denna med ytterligare 2-3 procentenheter.
- Kolförgasning.
Bedöms bli kostnadseffektiv jämfört med gasturbiner efter 2015, med en verkningsgradshöjning vid elproduktion från 43% till 52%.
- Förbränning av biomassa.
Högre verkningsgrad, men inga detaljer nämns.
- Bränsleceller.
Enligt RS blir de kostnadseffektiva efter 2020 med en verkningsgradshöjning från 40% till 60%. Dessa celler har inbyggd reformering av naturgas till vätgas. I APS väntas de bli kostnadseffektiva redan 2015 och ha en verkningsgrad på 70% år 2030.
- Kärnkraft.
Den franska utvecklingen av nästa generations kärnkraft nämns i en faktaruta.
- Förnybara energikällor.
För dessa prognosticeras stora kostnadssänkningar, men inga beskrivningar finns om hur dessa skall åstadkommas. Det kan ske i form av både teknikutveckling och marknadseffekter/styrmedel.

CO₂-avskiljning och lagring

- Koldioxidavskiljning och -lagring anses inte bli kostnadseffektivt innan 2030 i något av scenarierna, men omtalas ändå som en teknik som kommer.

I det lite längre tidsperspektivet, bortom 2020, anger World Energy Investment Outlook under rubriken "Avancerade teknologier" koldioxidlagring, vätgas och bränsleceller, avancerad kärnkraft och avancerad distribution som områden med störst potential att förändra investeringsperspektivet.

FN-studien Energy for Sustainable Development – A Policy Agenda behandlar utvecklingen i u-landsperspektiv särskilt teknikspridning från i-länder till u-länder. Utgångspunkten är vikten av att utvecklingen skall gå mot ett uthålligt energisystem globalt och att alla människor skall ha tillgång till energi. För detta krävs bl.a. en bredare syn på energiförsörjningen där olika former av distribuerad energiproduktion kommer in som komplement till centrala system (vilka i sin tur behöver utvecklas i en värld där urbaniseringen fortsätter att öka). För den fattiga landsbygden behövs billig teknik för distribuerad produktion och det krävs också utbildningsinsatser.

Denna, liksom flertalet andra, globala studier utgår från att fossila bränslen kommer att utgöra en dominerande del av den globala energiförsörjningen under avsevärd framtid. För att samtidigt kunna hantera klimatproblemen krävs forskningsinsatser inom styrmedel, kärnkraft, spec. mer småskalig, kärnkraft än det nuvarande teknikstadiet, koldioxidavskiljning och -lagring, förnybar energi och energieffektivisering samt forskning om energi i systemperspektiv.

Studien tar också upp s.k. ”leapfrogging”, dvs. att växande ekonomier i tredje världen hoppar över steg i i-världens industriutveckling genom att ta ny teknik i anspråk när de bygger upp nya anläggningar inom traditionella - spec. energiintensiva -branscher liksom att de kan tänkas gå andra vägar än i-länderna redan har gått när det gäller sitt näringslivs struktur (i detta sammanhang när det gäller fördelning mellan energiintensiv basindustri och övrig industri).

WEC Studien Global Energy Perspectives arbetar med en stor mängd scenarier för utvecklingen fram till 2050 (och i vissa fall ännu längre). I scenarierna kombineras de flesta tänkbara parametrarna på olika sätt. WEC har i ett senare projekt undersökt vad scenarierna pekar på ifråga om teknikutveckling. Projektet heter *Energy for the 21st Century* och har rapporterats till WEC:s konferens i Buenos Aires 2001 och senast med sin slutrapport till konferensen i Sydney i september 2004. Dessa studier har kort redovisats i huvudtexten.

E.2 Europeiska studier

Visionerna om teknik i dessa studier skiljer sig inte nämnvärt från de globala.

Enligt EU:s studie WETO 2030 (World Energy Technology and Climate Policy Outlook) kommer elanvändningen att öka samtidigt som elproduktionen från kärnkraft och traditionell kolkraft kommer att minska. Elproduktion från naturgas och ny kolteknik ökar liksom den från förnyelsebara källor såsom vind och biomassa. Detta innebär att kolets andel av elproduktionen kommer att vara relativt konstant de närmaste 20 åren. Det kommer nya och effektivare förbränningsmetoder av kol. Den vinnande metoden i referensscenariot är ”the supercritical coal power plant” men man talar även om ”the integrated coal gasification cycle power plant” och ”the direct coal fired combined cycle plant”.

IVA:s Energiframsyn, Strukturframsyn tar särskilt upp IT-utvecklingen och dess olika effekter på energisektorn i svenskt och europeiskt perspektiv. Delvis samma frågor adresseras i Elforsks studie om IT-samhället.

E.3 Svenska och nordiska studier

Grunderna för visionerna i dessa studier är likartade som de i de globala studierna även om själva studierna har delvis andra uppläggningar. I Elforsks studie om ett uthålligt elsystem för Sverige 2050 var premisen att världen skulle företa kraftfulla åtgärder mot fossila bränslen i början av 2000-talet vilket bl.a. leder tillförbättrad konkurrenskraften hos energialternativ som är oekonomiska idag. Studien förutsatte dessutom att åtskillig teknisk utveckling skall lyckas, särskilt vad beträffar förnybar energi och energilagring. Samma visioner återkommer i Elforskstudien Elsystem med distribuerad produktion, samt delvis i både SAME och FOI studien Rum för framtiden.

Elforskstudien Vision 21 utgår från ett antal ambitiösa målsättningar för systemen för överföring och distribution av el fram till 2020-2030. Projektets avsikt var att stimulera

forskare att komma med idéer om hur dessa mål skulle kunna uppnås vilket också lyckades.

Målen gällde

- Att minska nätförluster med 50 % i förhållande till dagens standard.
- Att minska vikt och volym hos nyckelkomponenter med 50 %
- Att minska olycksrisker förbundna med elnät med ?? %

Utgående från sina visioner slutade dessa studier med ett antal förslag till forskningsinsatser varav flera genomförts via Elforsk. Vi återkommer till behov som fortfarande är aktuella i slutet av denna rapport.

IVA:s Energiframsyn arbetar med liknande utgångspunkter som Elforskstudierna i sitt scenario om ett sol- och vätgasbaserat energisystem (där även artificiell fotosyntes tas upp) för både Sverige och Europa. Som ett steg på vägen har IVA också ett scenario där ett energisystem med kärnkraft och naturgas används för att slå en bro till det framtida sol- och vätesystemet. Även detta är ganska likartat antagandena i Elforskstudierna.

Bilaga F. Osäkerheter och kunskapsbrister enligt genomgångna studier

F.1 Globala studier

IEA studierna (och flera andra studier) pekar ut osäkerheter och kunskapsbrister särskilt inom följande områden.

Den ekonomiska tillväxten. Till stor del får denna ses som en genuin osäkerhet som måste hanteras med scenarioteknik. En delfråga gäller näringslivsstrukturen som är särskilt viktig i det nationella och regionala perspektivet. En delvis genuin osäkerhet i det sammanhanget är vilka nya industribranscher som kan uppstå. Kopplingen mellan ekonomisk tillväxt å ena sidan och energibehov och elbehov å den andra hanteras olika i olika studier. Som regel ökar båda behoven med ökande ekonomisk tillväxt även om kopplingen har mellan tillväxt och energibehov har blivit svagare, särskilt i i-länderna. Däremot finns det ganska få studier som tar upp kopplingen åt andra hållet dvs. om (kraftiga) framtida prisökningar på energi inklusive inverkan av styrmedel minskar den ekonomiska tillväxten.

Tillgång, kostnad och priser på energiresurser. Tillgångarna följs kontinuerligt upp i olika studier av oljebolag, IEA, WEC m fl. Fortfarande kommer t ex WEC till att de inte föranleder bekymmer under åtskilliga decennier framåt. Produktionskostnader följs också upp. Prospekterings- och borrhningsteknik har utvecklats starkt under de senaste decennierna, vilket betytt att man kan både hitta och utvinna olja och gas från allt ”svårare” nya fält och utvinna mer ur de redan befintliga. Den kanadensiska oljesanden är en ”joker” som kommer och går i diskussionen beroende på om världsmarknadspriset på olja ligger högt (som nu) eller lågt. Vid årets WEC i Sydney nämndes att Kanada eller snarare provinsen Alberta har allt fastare planer på exploateringen av oljesand (tar sands) och man talade om en produktion av 3-5 Mbd/dag inom en inte alltför avlägsen framtid, vilket är en ganska betydande del av dagens råoljemarknad.

Trendmässiga prisökningar förutses, Den amerikanske centralbankschefen Greenspan tog redan för något år sedan tagit upp de (trendmässigt)ökande amerikanska naturgaspriserna och hur dessa kan tänkas påverka den amerikanska ekonomin i stort. I mitten av oktober 2004 varnade han för att den nuvarande höga oljepriserna kommer att märkbart påverka den amerikanska ekonomiska tillväxten redan på kort sikt.

En helt annan sak är att marknadspriserna kan tillfälligt öka kraftigt p.g.a. politiska kriser i t ex Mellanöstern, Kaukasus och som nu i Västafrika eller genom terrorism och produktionsstörningar av orkaner etc. Den typen av prisökningar är en genuin osäkerhet.

Styrmedel. Utformningen av framtida styrmedel dvs. skatter, bidrag, lagar och föreskrifter och graden av internationell harmonisering av styrmedel är en väsentlig osäkerhet i studier på alla nivåer men lyfts fram tydligast i europeiska och nordiska studier. Styrmedel får i stor utsträckning ses som en genuin osäkerhet vad avser

tidpunkter och exakt utformning. Däremot är frågor om effektivitet istyrmedel och olika konsekvenser av givna styrmedel både angelägna och forskningsbara frågor.

Marknadsförhållanden. Fortsatt liberalisering av energimarknader globalt, regionalt och nationellt är en väsentlig och till stor del genuin osäkerhet. Vad beträffar elmarknader påpekas kunskapsbrister och problemområden inom bl.a.

- Hantering av effektproblem i avreglerade marknader.
- Senarelagda investeringar i upprustning av transmissions- och distributionsnät i USA och vissa länder i Europa (lyfts fram i studierna p.g.a. de senaste årens många stora elavbrott). Investeringar i nät är också viktiga för att kunna hantera ökande mängder oreglerbar elproduktion från vindkraft mm.
- Distinktionen mellan ägare operatör och producent kan komplicera ansvarsfördelningen och försvåra planering av t ex elnät.
- Speciellt i i-världen finns acceptansproblem för elproduktionsanläggningar och nya ledningar och därav följande långdragna lokaliseringsprocesser. Detta leder till problem när det gäller att kunna attrahera kapital.

Kapitaltillgång för investeringar. Denna osäkerhet påpekas starkt i IEA-studierna med deras stora investeringsbehov. Den gäller främst investeringar i u-länder. Den är också kopplad till liberaliseringen av energimarknader eftersom energiföretag konkurrerar på kapitalmarknader med helt andra branscher och mäts av investerare med samma kriterier som andra branscher.

Framtida miljöproblem. Idag är klimatfrågan den helt dominerande frågan i energisystemstudier på alla nivåer. Erfarenheten visar att nya miljöproblem kommer upp och kräver beredskap. Luftkvalitetsproblem i världens allt fler urbaniserade miljöer och det växande antalet ”Megastäder” kan vara ett exempel.

Teknikutveckling. Riktigt stora och förändrande (paradigmskiftande) möjligheter ses främst i koldioxidavskiljning och –lagring som skulle kunna ändra hela diskussionen om fossila bränslen samt vätgas och bränsleceller som skulle kunna få stora effekter på transportsektorn och kanske också för elförsörjningens infrastruktur. I Sverige skulle en storskalig naturgasintroduktion för elproduktion kunna ses som en paradigmskiftare. Kommersiell elproduktion via fusion har inte nämnts som en seriös möjlighet i någon av våra studier, inte ens i Global Energy Perspectives som i vissa delar har ett tidsperspektiv fram till år 2100⁵.

IEA WEO och WEIO lyfter fram ett antal i och för sig kända nyckelfrågor som gäller osäkerheter och kunskapsbrister. Dessa bedöms dock ha liten påverkan på WEIO:s scenarier.

- För koldioxidavskiljning. Separationsverkningsgrad, miljö, säkerhet, legala frågor och acceptans.

⁵ Vid årets WEC konferens redovisades dock en scenariostudie från Indien där fusion kommer in mot slutet av detta sekel vid sidan av förnybar energi

- För vätgas. Produktion och distribution och för bränsleceller kapitalkostnad och tillförlitlighet.
- För avancerad kärnkraft. Lägre investeringskostnad, kortare byggtid och mer flexibel drift samt den s.k. ”fjärde generationens” kärnkraft.
- För avancerad distribution. Gasisolerade transmissionsledningar och transformatorer som en lösning för att minska förluster och EMF.

F.2 Europeiska studier

- Den fortsatta processen att utforma de europeiska el- och gasmarknaderna rymmer både genuina och upplösbara osäkerheter om väsentliga förhållanden.
- Det kan finnas oförutsedda konsekvenser av utvidgningen till EU 25.
- Nya direktiv som påverkar el och energiförsörjningen.
- Nya styrmedel på EU-nivån.

IVA:s Energiframsyn tar upp tänkbara alternativ för EU:s fortsatta utveckling spec. olika former av maktfördelning mellan EU och medlemsstaterna. Utvecklingen i dessa avseenden får ses som en mer eller mindre genuin osäkerhet. Ev. förändringar i nuvarande mönster kommer dock successivt och antagligen långsamt. Anpassningar kan därför ske under tiden. gå fort.

F.3 Svenska och nordiska studier

I svenska och nordiska studier återkommer flertalet osäkerheter och kunskapsbrister som finns i de globala och europeiska studierna. Därutöver tillkommer ett antal osäkerheter och kunskapsbrister:

- Inneboende målkonflikter i svensk energi- och miljöpolitik medföra att olika mål får olika tyngd vid olika tillfällen vilket innehåller genuina osäkerheter med stora potentiella effekter.
- Den svenska kärnkraftens fortsatta roll. Innehåller genuina osäkerheter men frågan kommer självfallet att följas mycket noggrant av elbranschen.
- Näringslivsutvecklingen i Sverige, spec. de energiintensiva industrins framtid. Servicesektorn svarar idag för 70 % av ekonomin och 80% av antalet anställda. Får vi nya elbehov inom servicesektorn t ex inom äldreomsorgen? Kommer det nya industribranscher som vi inte har idag baserade t ex på bioteknik och nanoteknik.
- Naturgasutvecklingen i Norden och Sverige.
- Vattenkraft i framtiden.
- Bioenergins potential och möjligheter.
- Acceptansproblem för nya energiinstallationer. Idag gäller detta särskilt för både land- och havsbaserad vindkraft. Problemen kommer förmodligen att öka om och när större utbyggnad av kraftproduktion och nya kraftledningar blir aktuella.
- Utvecklingen av nationella styrmedel. Vilka effekter får handelssystem för utsläppsrätter och vilka förändringar kan komma i elcertifikatsystemen.
- Tillgångarna på biobränslen (både genuin och ”upplösbar” osäkerhet. Starka aktörsintressen åt olika håll).

- Marknadslösningar för att hantera effektproblem i den nordiska elförsörjningen.
- Betydelsen av förändringar i livsstilar och attityder lyfts fram tydligare i svenska och nordiska studier än i de globala.

Osäkerheter och kunskapsbrister på lägre detaljnivå identifieras i Elforsks studie av Ett uthålligt elsystem för Sverige och i Elsystem med distribuerad elproduktion. Flera av dessa frågor har sedan studierna gjordes blivit föremål för forskningsprojekt och program genom Elforsk.

Bilaga G. Tillkommande studier

G.1 WEC:s studie Energy Technologies for the 21st Century. Andra etappen. Teknik på användningssidan

Teknikutveckling och forskningsbehov inom användningssidan är som sagt styvmoderligt behandlade i nästan alla studier som vi behandlat. Vi har därför ansett det viktigt att redovisa denna aktuella WEC-studie, som enbart behandlar användningssidan.

Liksom i den första etappen var en utgångspunkt scenerierna i Global Energy Perspectives. En gemensam fråga för båda etapperna var att försöka bedöma omfattningen av erforderliga forskningsinsatser. Denna fråga hade i sin tur som bakgrund att energiforskningsinsatser i flera stora länder med undantag av Japan minskade under 1990-talet.

Den andra etappen behandlar teknik på användningssidan i delarna: Byggnader, Industri, Transporter samt Gemensamma tekniker t ex överföring, distribution och lagring av el och gas. Vidare behandlas nya s.k. generiska tekniker av direkt och indirekt betydelse för elföretag nämligen bio- och nanoteknik. Den direkta betydelsen ligger i tillämpningar av dessa tekniker för branschens egna behov, den indirekta i att dessa tekniker kan skapa nya industribranscher och därmed nya energi- och elbehov.

Slutsatserna i korthet är att:

- Globalt kan nya slutanvändningstekniker spara upp emot 25% år 2020 och 40 % år 2050 utöver vad som skulle varit möjligt dessa tekniker förutan. Detta kräver omfattande FUD-satsningar och andra policybeslut som måste börja fattas redan nu. Storleksordningen på dessa FUD investeringar uppskattas till åtminstone 4 miljarder USD per år för världen som helhet. (Detta kan jämföras med att den nuvarande amerikanska federala budgeten för energiforskning exkl. demonstrationsprojekt är ca 2 miljarder USD varav ca 1/3 går till användningssidan).
- Det finns ett stort antal tekniker inom alla studerade sektorer bakom denna slutsats och det krävs därför en sammansatt FUD-portfölj.
- Regeringar och industri bör uppmuntra till fördjupade studier av det som påbörjats med detta projekt. Speciellt bör man gå in på djupet i frågorna om när och var olika tekniker kan komma att tillämpas.

Industridelen av rapporten behandlar de energiintensiva branscherna: Massa och papper, Järn och stål, Aluminium, Cement och Kemi. Dessutom behandlas servicesektorn p.g.a. dess stora andel av ekonomin och arbetstillfällena i i-länderna.

För de energiintensiva branscherna har tidigare, grundliga, amerikanska studier utnyttjats. För varje bransch har 40-60 tekniker identifierats, som är lönsamma även i relativt kort perspektiv. I rapporten noteras dock att komplexa processindustrier inte

förändrar sina processer enbart av energiskäl (även om sådana åtgärder skulle vara lönsamma i sig själva) utan förändringar sker som resultat av ett stort antal bidragande orsaker.

En speciell aspekt som tas upp är s.k. "leapfrogging". Nyetablering av processindustri i nya länder sker ofta med den bästa eller åtminstone näst bästa tillgängliga tekniken. Som exempel kan nämnas att stålverk i Koreas ganska unga stålindustri ofta har bättre energieffektivitet än genomsnittliga anläggningar i traditionella ställänder som USA och Tyskland.

G 2 EPRI Technology Roadmap 2003 Summary and Synthesis

EPRI startade arbetet med Road maps 1997 och en första rapport kom 1999 med fem s.k. Destinations. 200 företag och organisationer har deltagit i arbetet. Road Map 2003 utgår från Destinations och försöker teckna en vägkarta för att nå dessa. Vägkartan identifierar ett antal s.k. "Limiting Challenges" och från dessa identifieras s.k. "Critical Knowledge Gaps". Metodiken är alltså ungefär densamma som vi använt i denna rapport.

Det stora slagnumret är The Smart Power System som skall minska avbrottsrisker, medge tvåvägskommunikation med kunder och mycket annat.

De fem "Destinations" från 1999 är:

- Strengthening the Power Delivery Structure.
- Enabling the Digital Society.
- Boosting Economic Productivity and Prosperity.
- Resolving the Energy/EnvironmentConflict.
- Managing the Global Sustainability Challenge.

Från "Destinations" identifierades 14 "Limiting Challenges" var och en med sin arbetsgrupp som skrivit var sin rapport. Från dessa identifierades "Critical Capability Gaps" dvs. kunskapsbrister teknikbrister mm. Kring dessa kan forskningsprogram byggas.

För de 14 "Limiting challenges" har man försökt uppskatta dels de nuvarande årliga amerikanska forskningssatsningarna (offentliga och i industrin) liksom behov av satsningar framöver för att nå "Destinations" (MUSD/år).

	»		
	»	Current Funding	Needs
• Transmission capacity control and stability		200	1000
• Infrastructure to power a digital society		800	2500

• Robustness and security of electricity infrastructure	10	300
• Value of energy storage technologies	50	100
• Transforming Electricity markets	100	150
• Electricity based transportation systems	100	200
• High efficiency end uses of Electricity	400	600
• Advances in enabling technologies	500	1000
• Strengthening portfolio on generation options	700	2300
• Universal global electrification	NA	400
• Carbon Capture and storage technologies	200	300
• Ecological asset management	10	50
• Improving water availability and quality	50	100
• Environmental Science	700	900
SUMMA. Public and privat funding MUSD/år	3820	9900

Några exempel på områden där EPRI anser att det föreligger "Knowledge gaps" kan vara av intresse.

- Transmission Grid
 - Integrated energy and communications system architecture to enable development of interoperable components; fault anticipation technology to forecast grid failures; adaptive islanding and storage plant damping pilot tests; intelligent network agents pilot tests.
- Infrastructure for a Digital Economy
 - AC and DC microgrids.
- High efficiency End Uses
 - Freeze concentration processes in food processing industries, microwave processes for ethylene production, advanced oxidations processes to control air quality.
- Enabling technologies
 - Smart materials, Nanotechnology, Fullerenes, Biotechnology and biomimesis, information technology, sensors.
- Generation portfolio
 - Efficient Low Emission Options for Fossil fuel Generation.
 - Maintaining and improving Nuclear Power Options.
 - Application of Hydrogen as an Energy Carrier.
 - Improvements in Renewable Energy Performance to improve Commercial Value (PV, gasification of biomass, renewable hydrogen production).
 - Addressing intermittency issues associated with Renewable Power Generation.

- Improving Cost and Efficiency of Fuel Cells and other DER (distributed energy production).
- Environmental Challenges
 - Human health and the environment, Global Climate Change, EMF, Wastes and useful products, Environmental issues of a sustainable future.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se